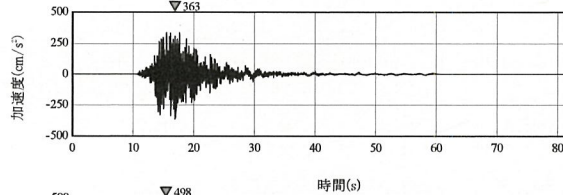
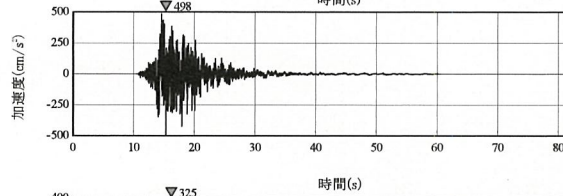


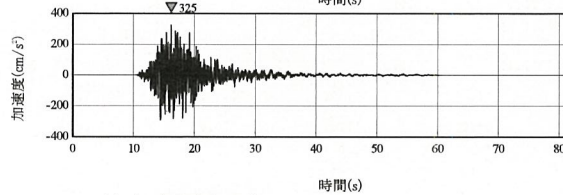
(X方向)
最大加速度：
363cm/s²



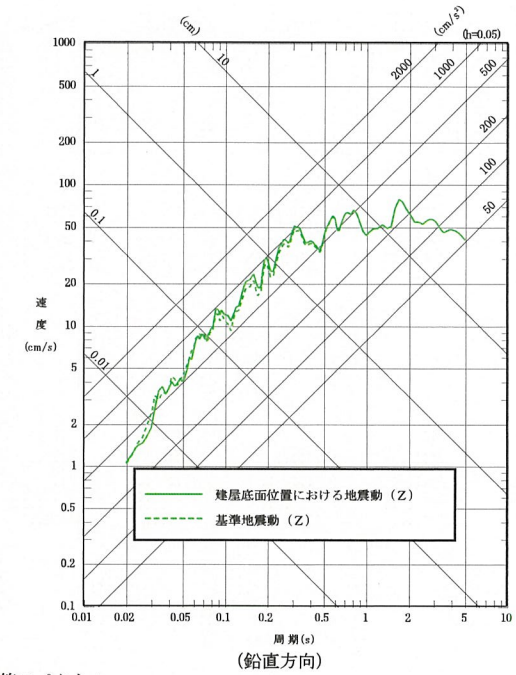
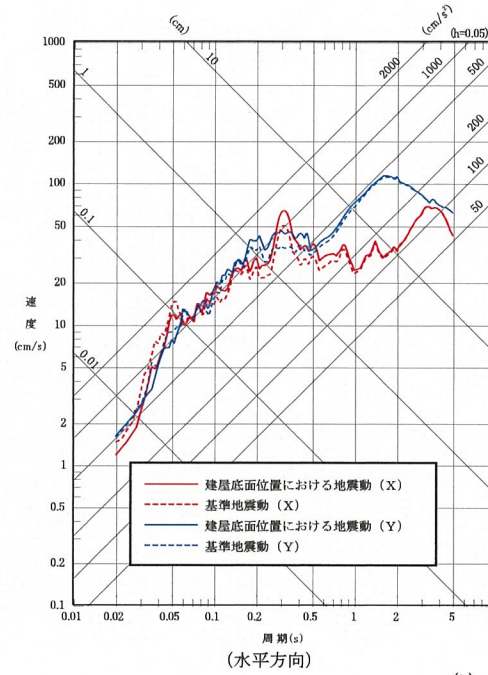
(Y方向)
最大加速度：
498cm/s²



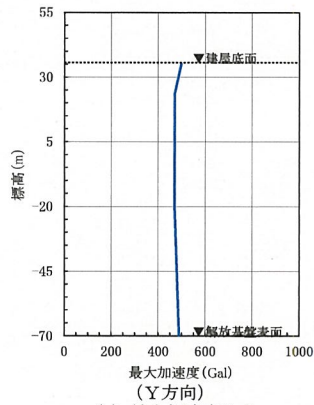
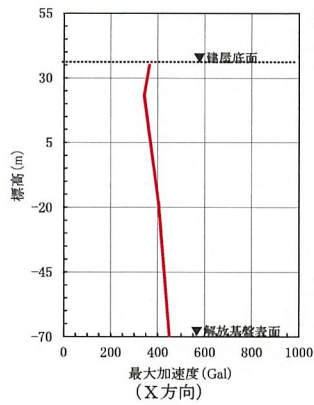
(Z方向)
最大加速度：
325cm/s²



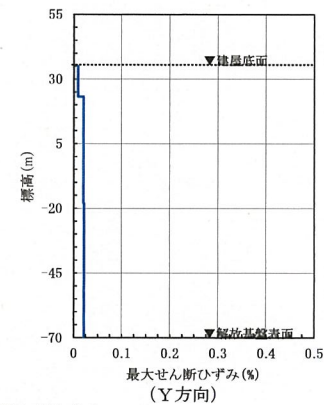
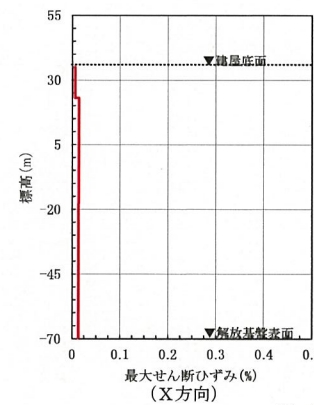
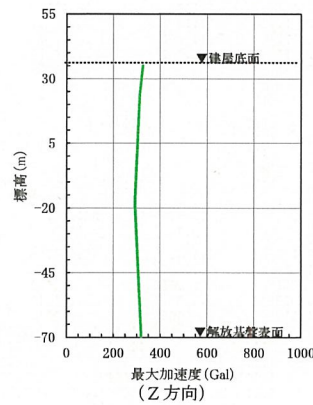
(a) 加速度時刻歴波形



(b) 応答スペクトル



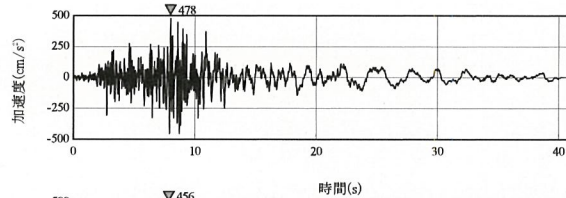
(c) 最大加速度分布



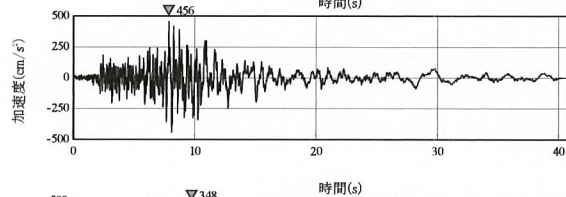
(d) 最大せん断ひずみ分布

第6-43 図(28) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 2, ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋：東側地盤)

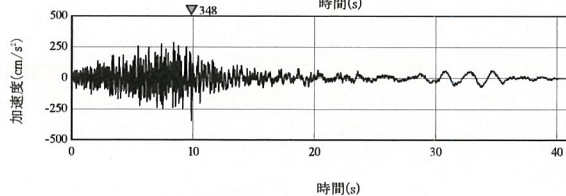
(NS方向)
最大加速度：
478cm/s²



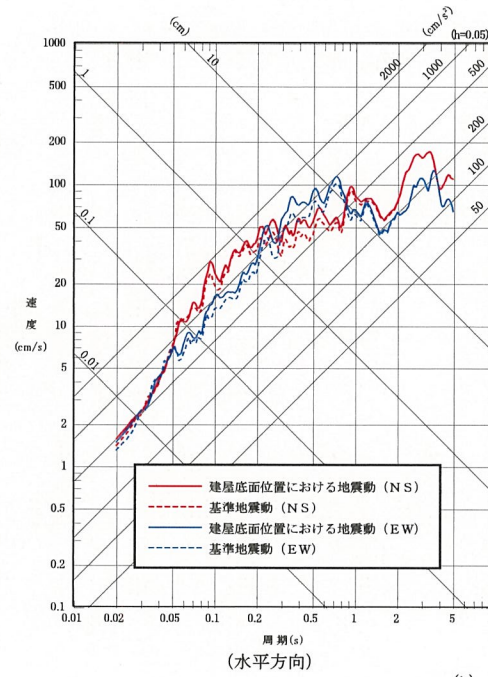
(EW方向)
最大加速度：
456cm/s²



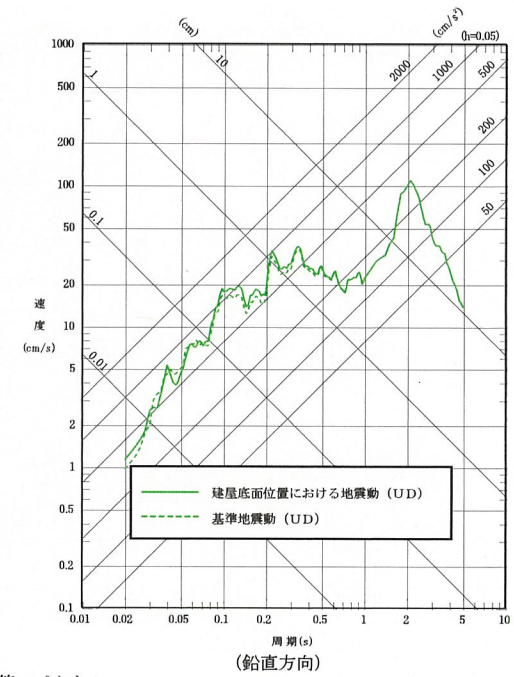
(UD方向)
最大加速度：
348cm/s²



(a) 加速度時刻歴波形

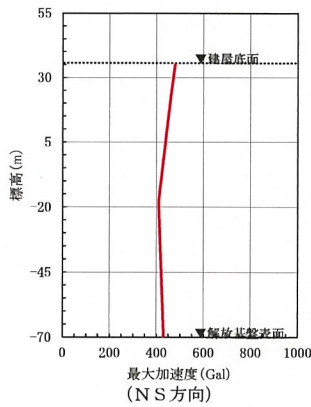


(水平方向)

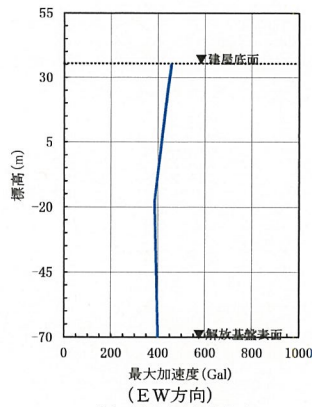


(鉛直方向)

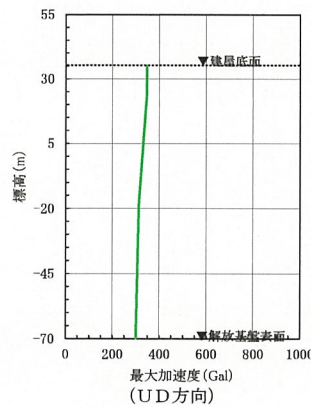
(b) 応答スペクトル



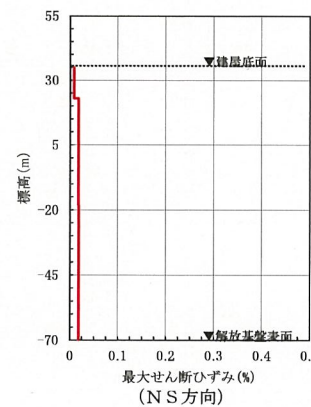
最大加速度 (Gal)
(NS方向)



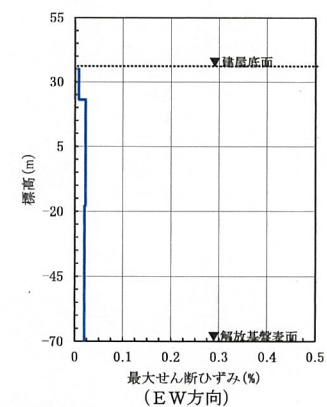
最大加速度 (Gal)
(EW方向)
(c) 最大加速度分布



最大加速度 (Gal)
(UD方向)



最大せん断ひずみ (%)
(NS方向)

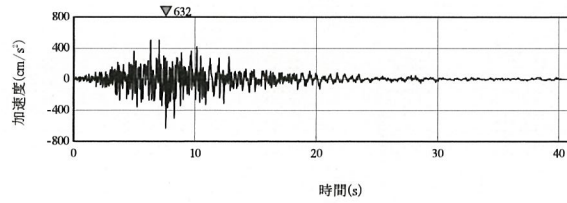


最大せん断ひずみ (%)
(EW方向)

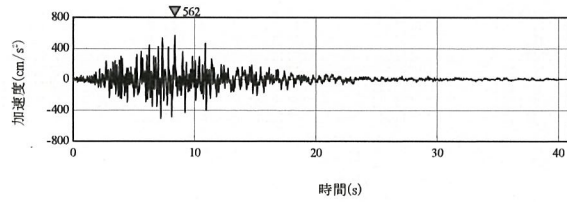
(d) 最大せん断ひずみ分布

第6-43 図(29) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 3, ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋：東側地盤)

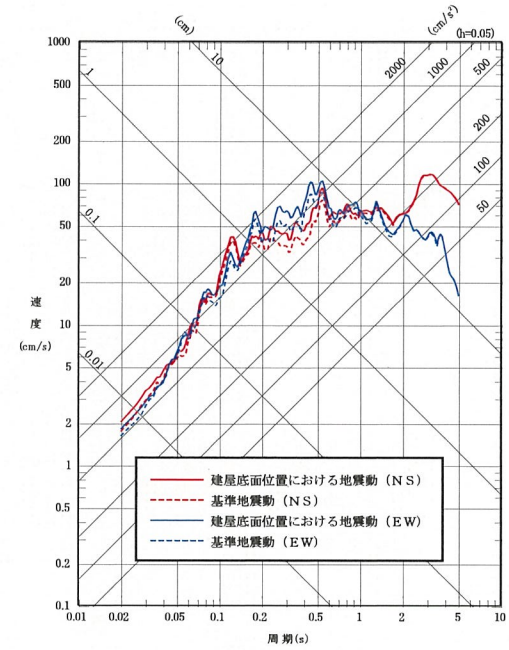
(NS方向)
最大加速度：
632cm/s²



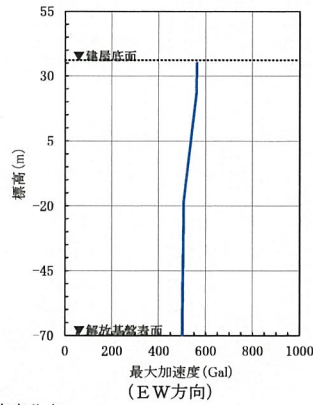
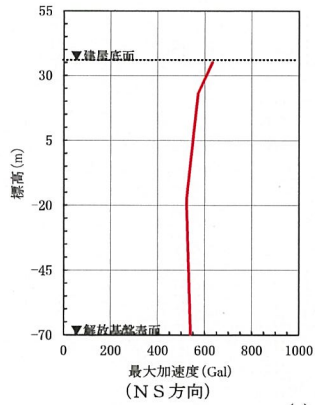
(EW方向)
最大加速度：
562cm/s²



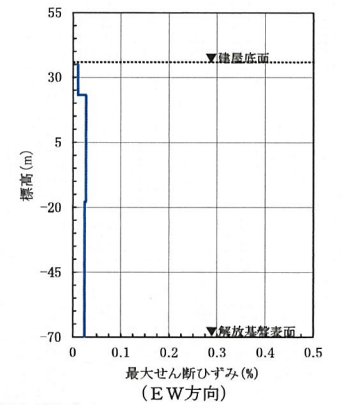
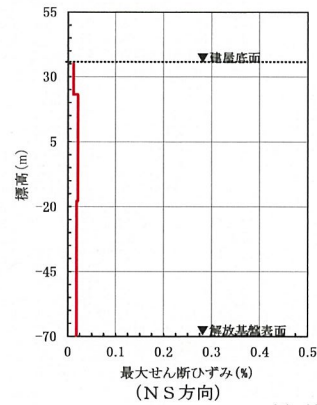
(a) 加速度時刻歴波形



(水平方向)
(b) 応答スペクトル

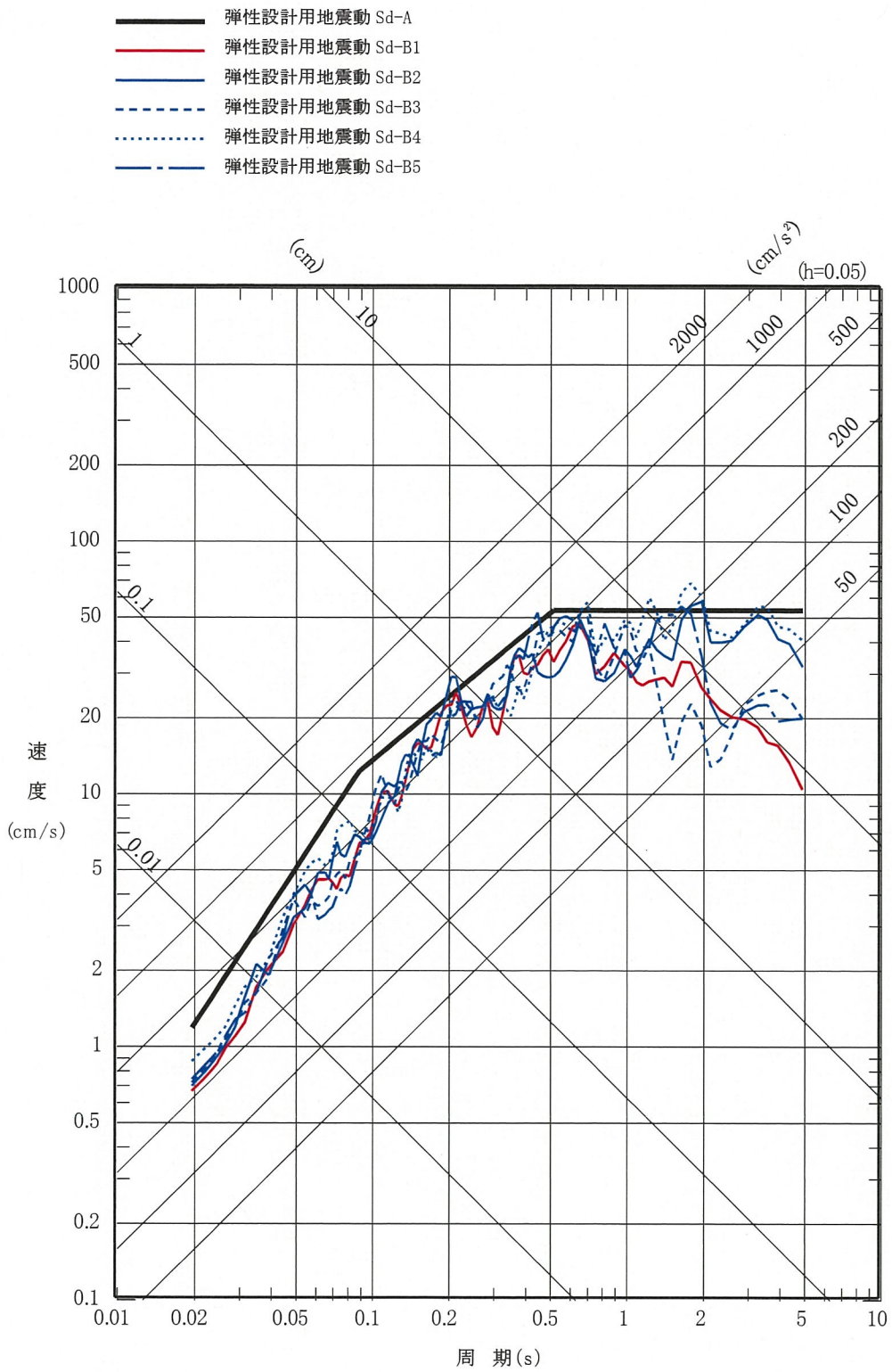


(c) 最大加速度分布

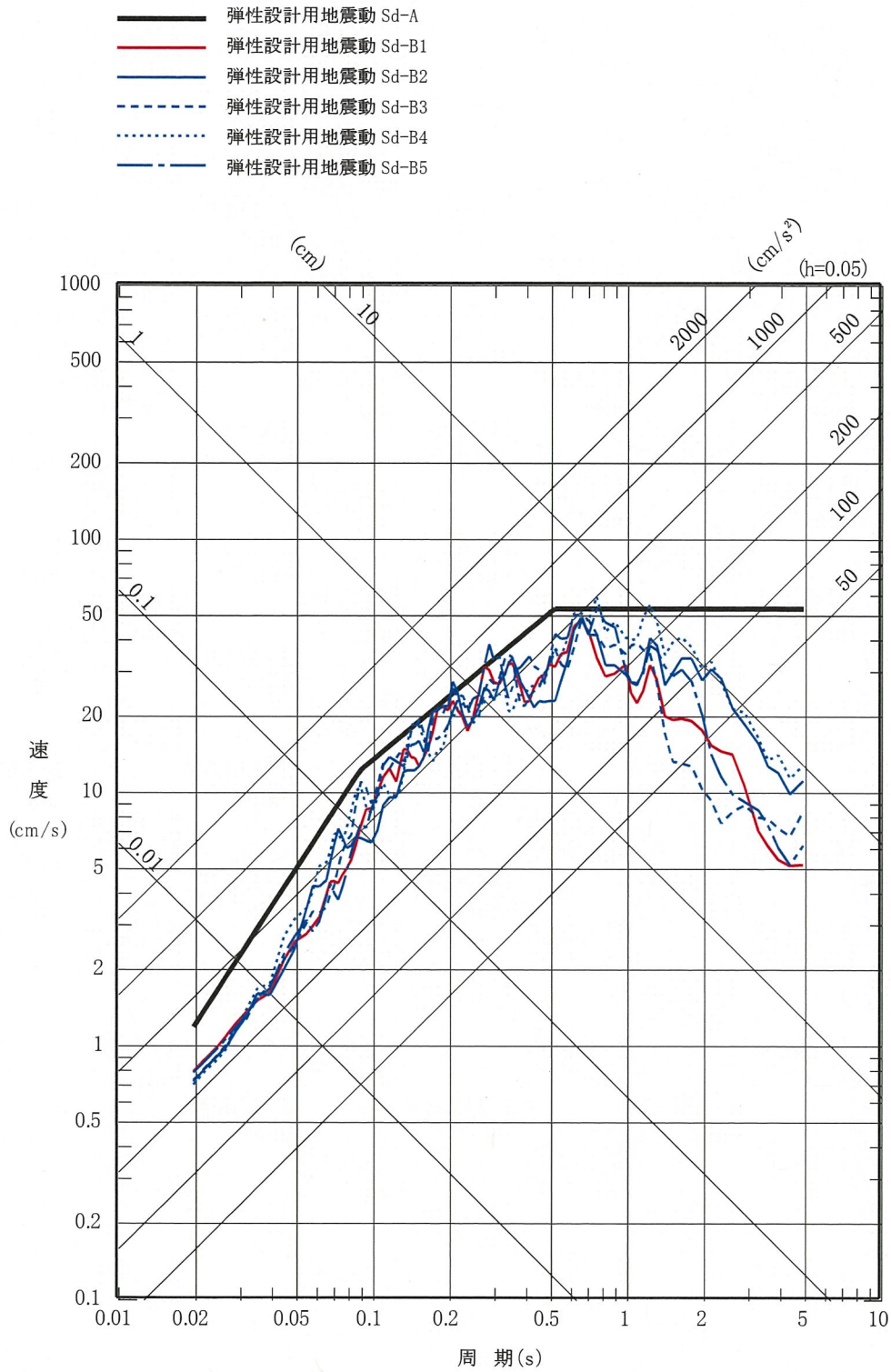


(d) 最大せん断ひずみ分布

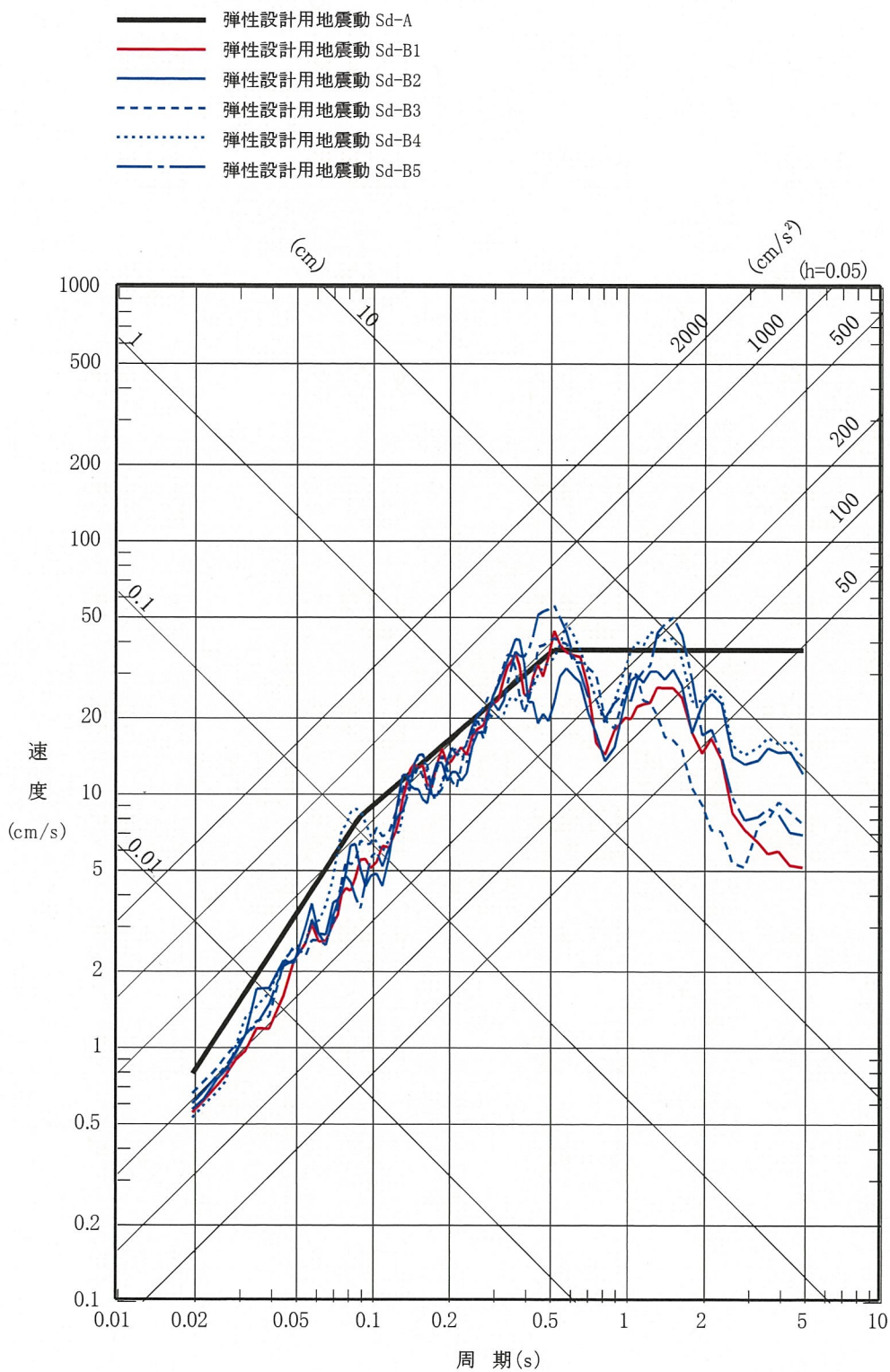
第6-43 図(30) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 4, ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋：東側地盤)



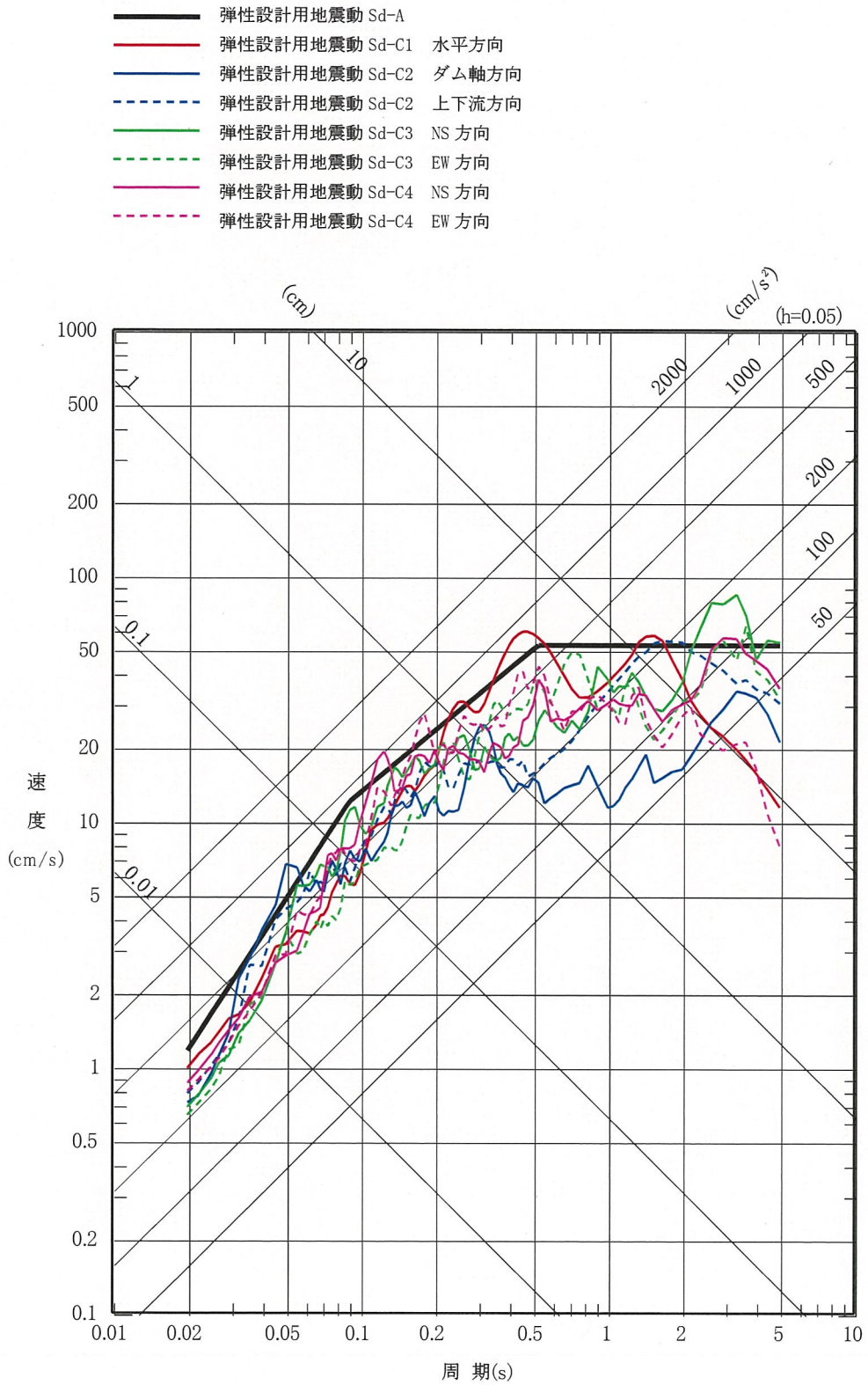
第 7 - 1 図(1) 弾性設計用地震動 S d - A と弾性設計用地震動 S d - B の
 応答スペクトル (NS 方向)



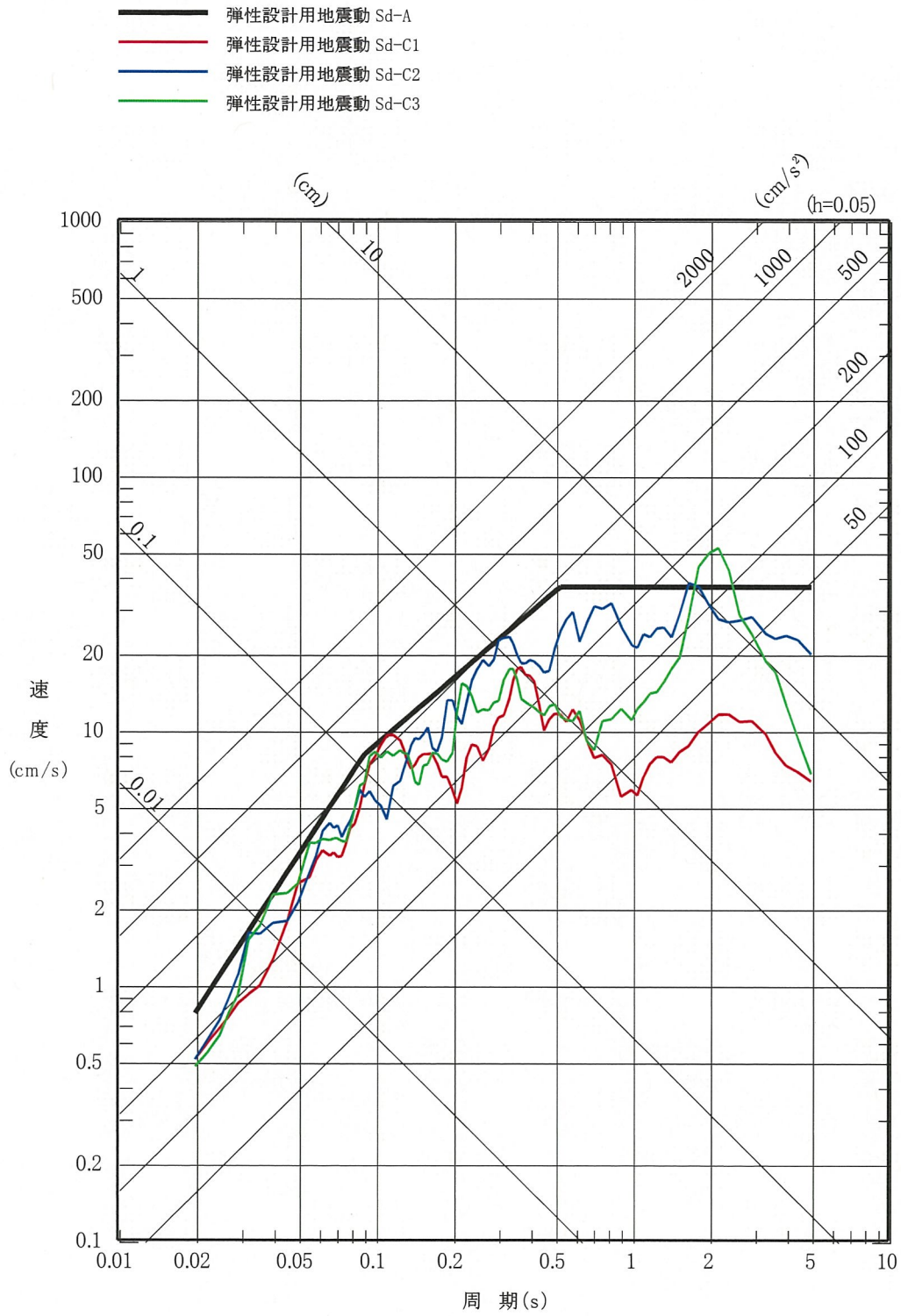
第 7 - 1 図 (2) 弹性設計用地震動 S d - A と弹性設計用地震動 S d - B の
 応答スペクトル (EW 方向)



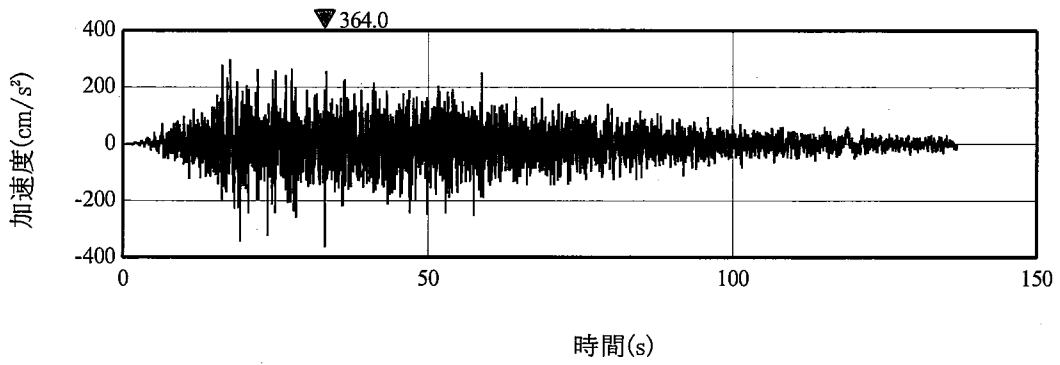
第 7 - 1 図 (3) 弾性設計用地震動 S d - A と弾性設計用地震動 S d - B の
 応答スペクトル (UD 方向)



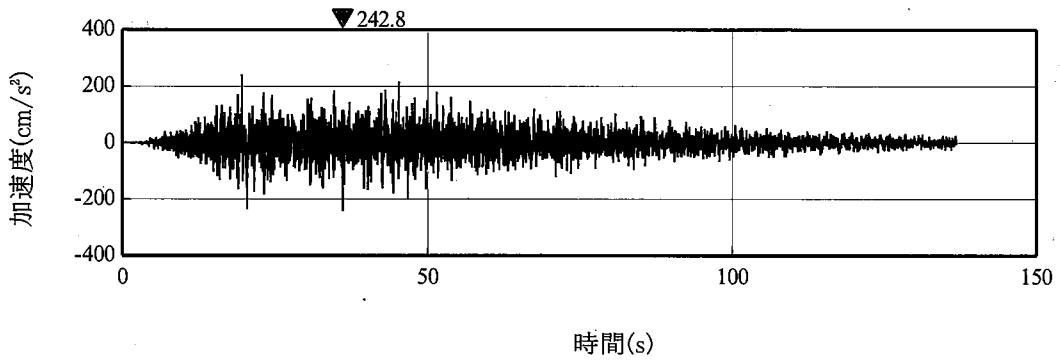
第 7-1 図(4) 弹性設計用地震動 S d - C の応答スペクトル (水平方向)



第 7 - 1 図(5) 弾性設計用地震動 S d - C の応答スペクトル (鉛直方向)

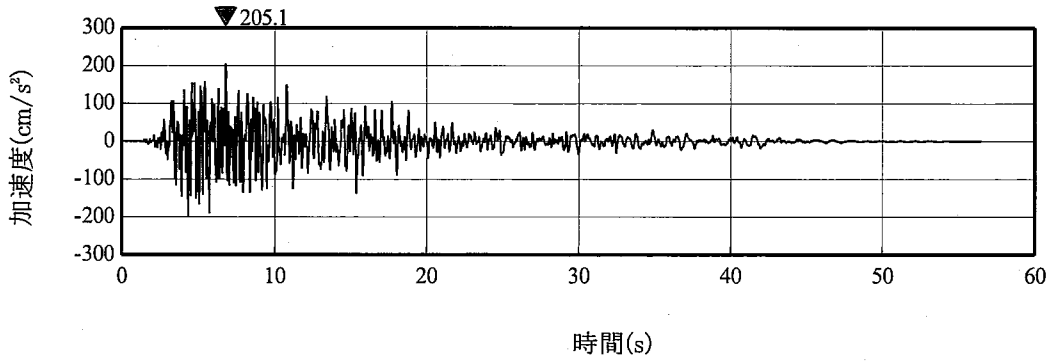


(a) S d - A_H

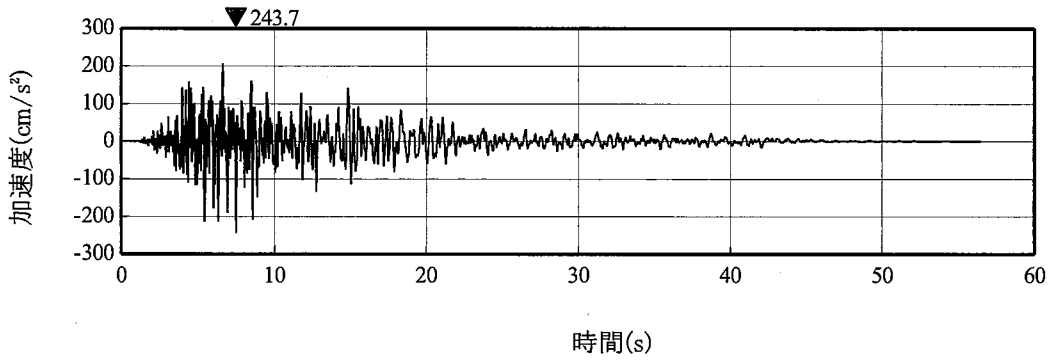


(b) S d - A_V

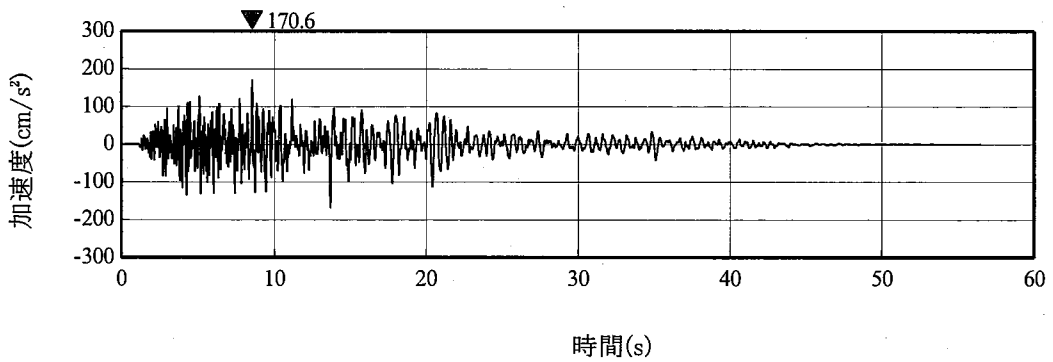
第 7 - 2 図 (1) 弾性設計用地震動 S d - A_H, S d - A_V の設計用模擬地震波の
加速度時刻歴波形



(a) NS方向

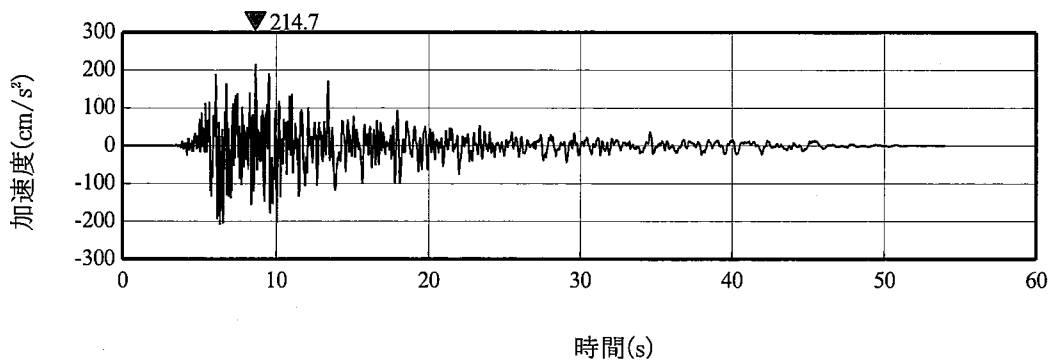


(b) EW方向

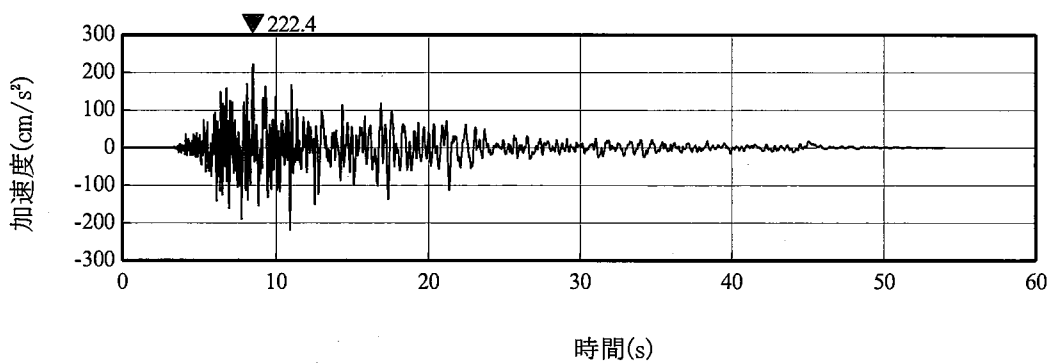


(c) UD方向

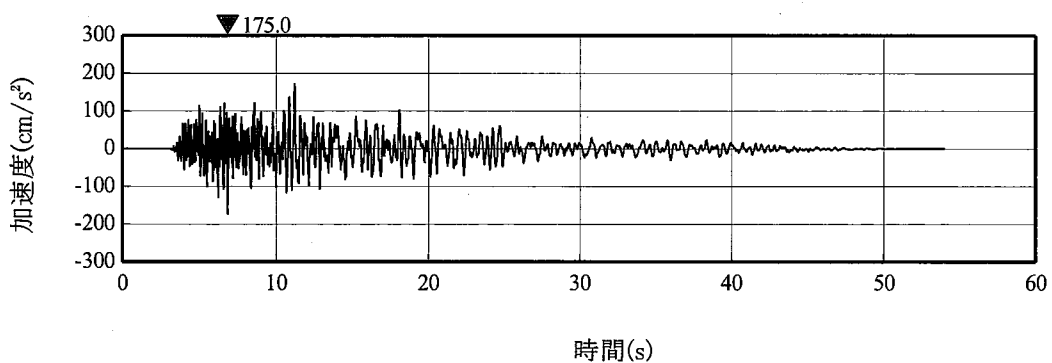
第 7 - 2 図(2) 弾性設計用地震動 S d - B 1 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

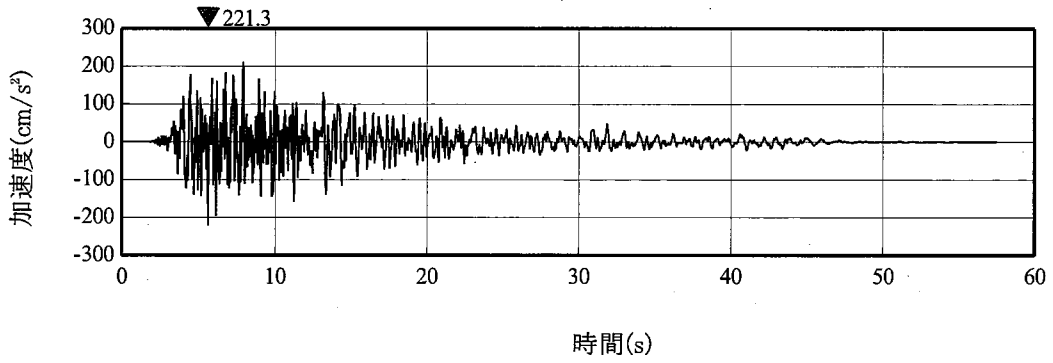


(b) EW方向

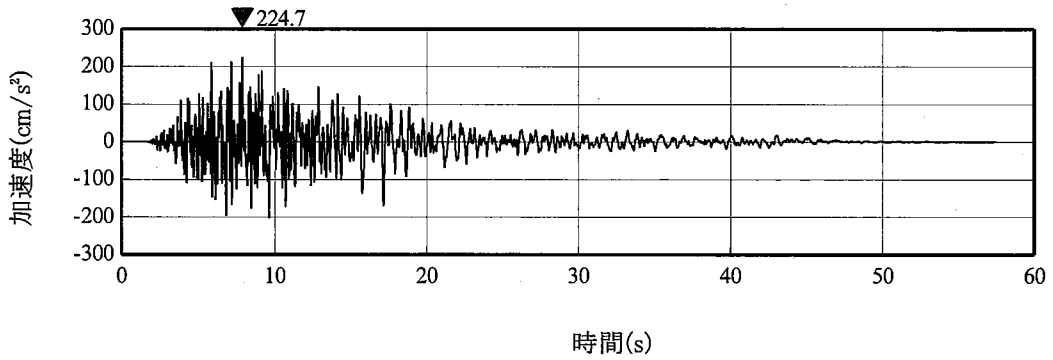


(c) UD方向

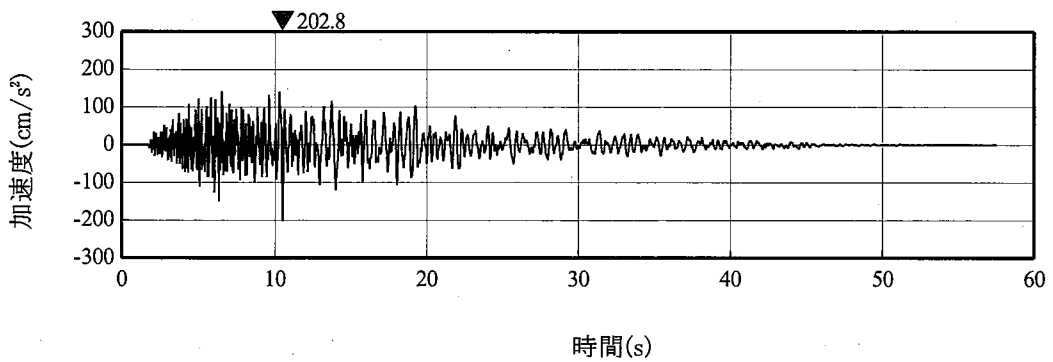
第 7 - 2 図 (3) 弾性設計用地震動 S d - B 2 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

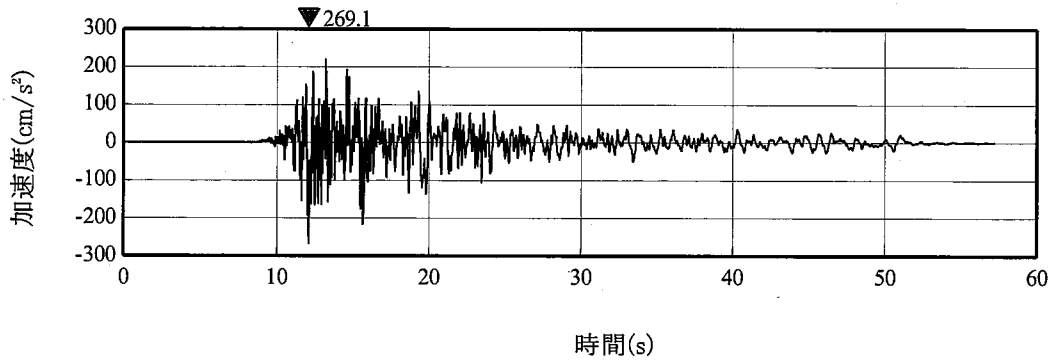


(b) EW方向

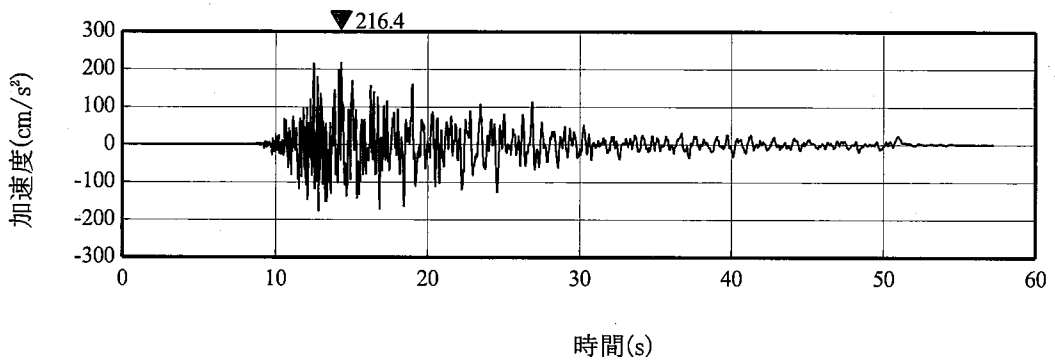


(c) UD方向

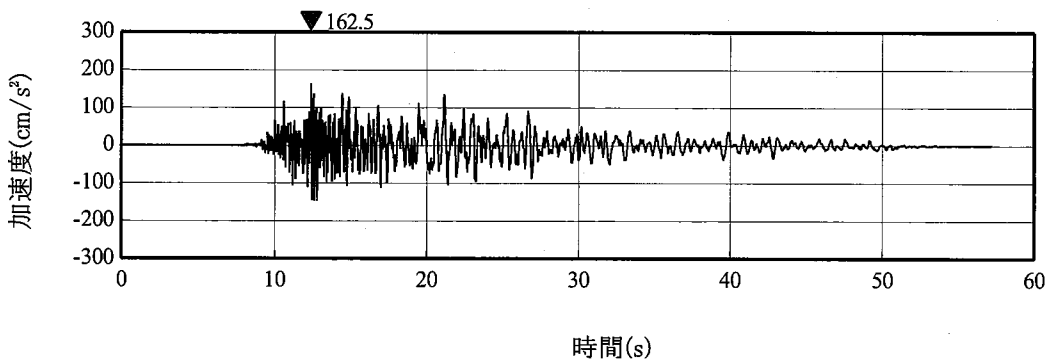
第 7 - 2 図(4) 弾性設計用地震動 S d - B 3 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

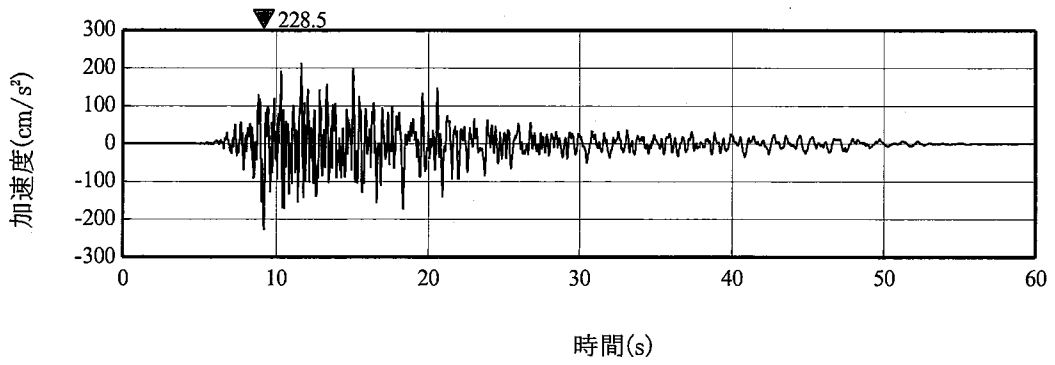


(b) EW方向

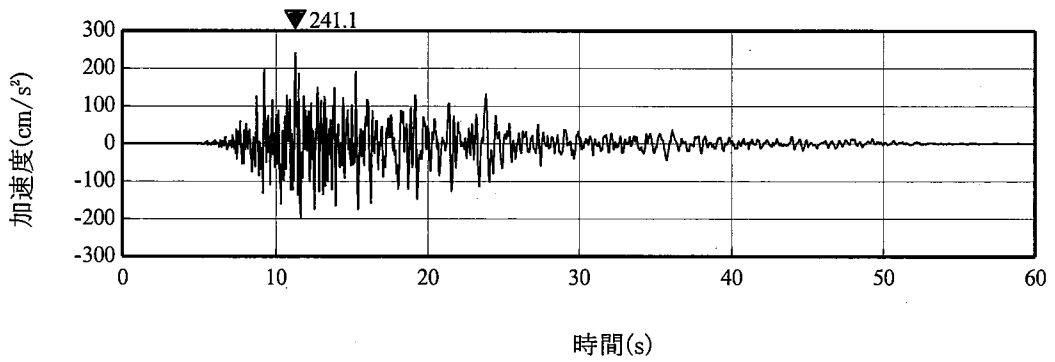


(c) UD方向

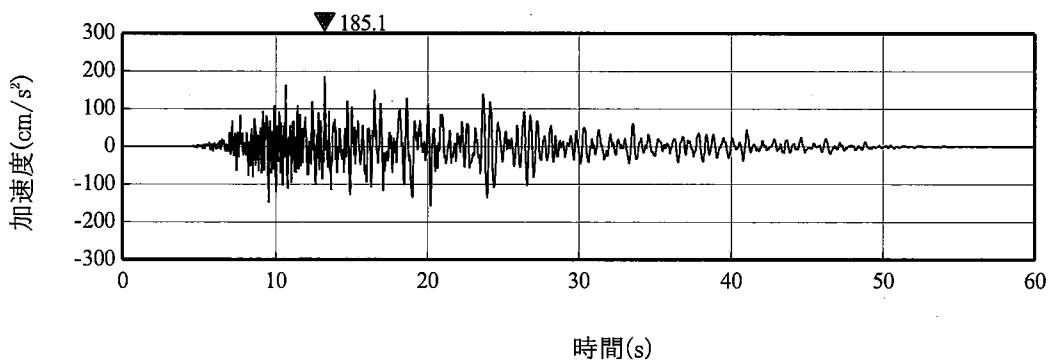
第 7 - 2 図 (5) 弾性設計用地震動 S d - B 4 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

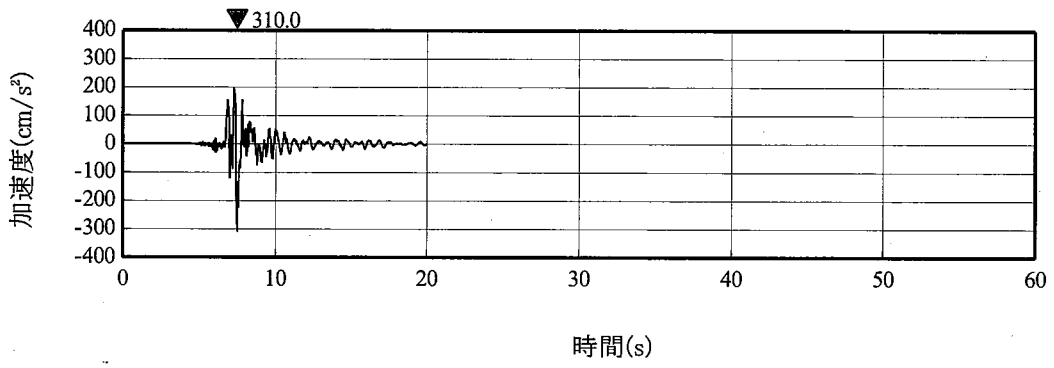


(b) EW方向

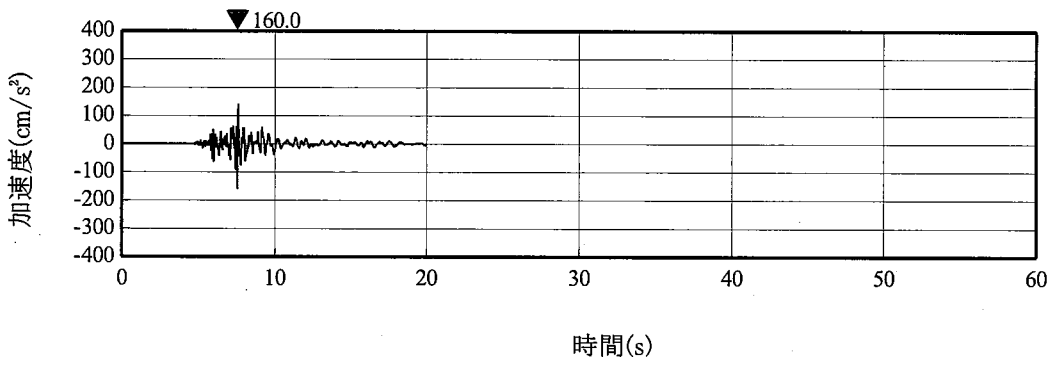


(c) UD方向

第 7 - 2 図 (6) 弾性設計用地震動 S d - B 5 の加速度時刻歴波形

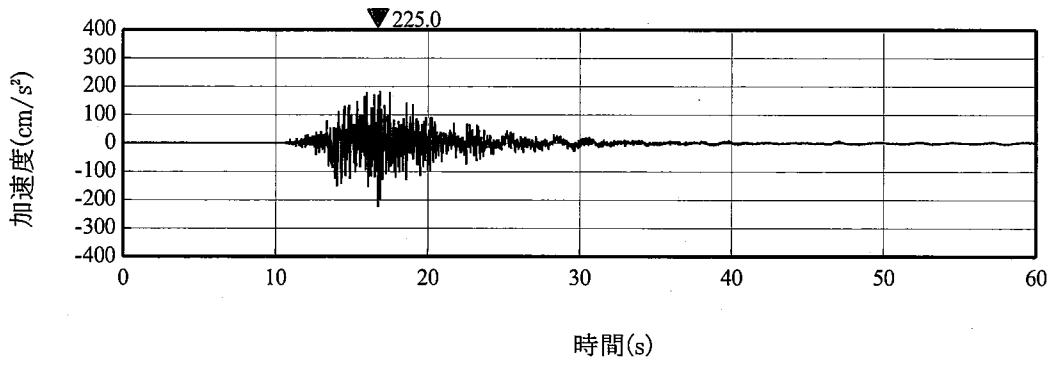


(a) 水平方向

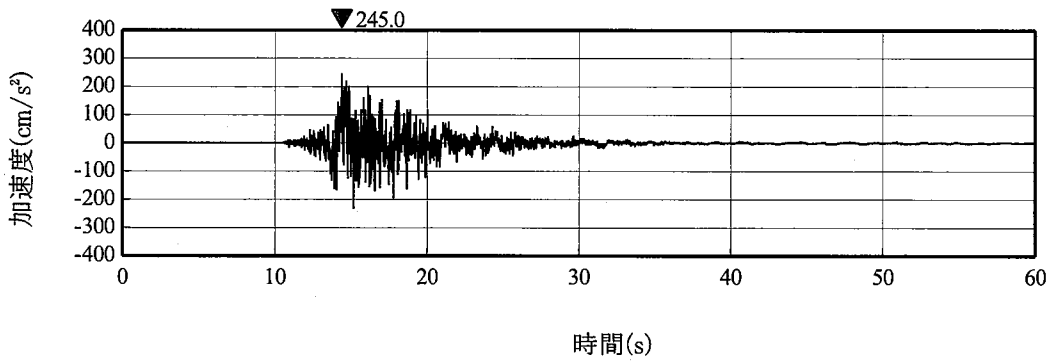


(b) 鉛直方向

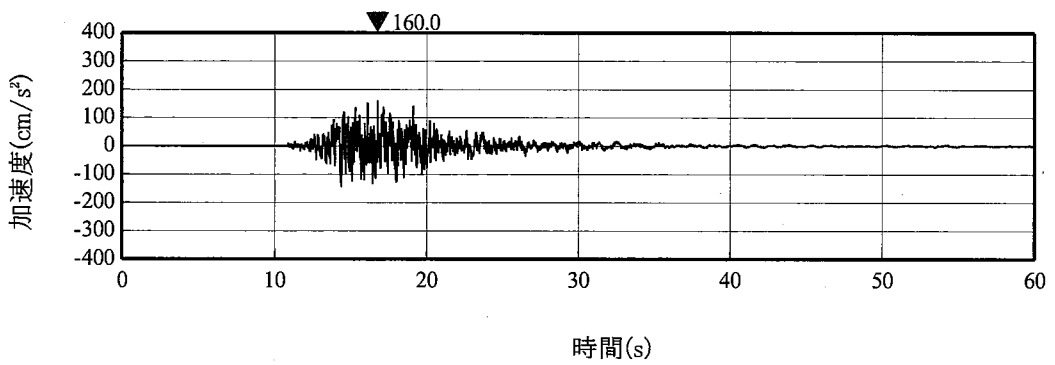
第 7 - 2 図(7) 弾性設計用地震動 S d - C 1 の加速度時刻歴波形



(a) ダム軸方向

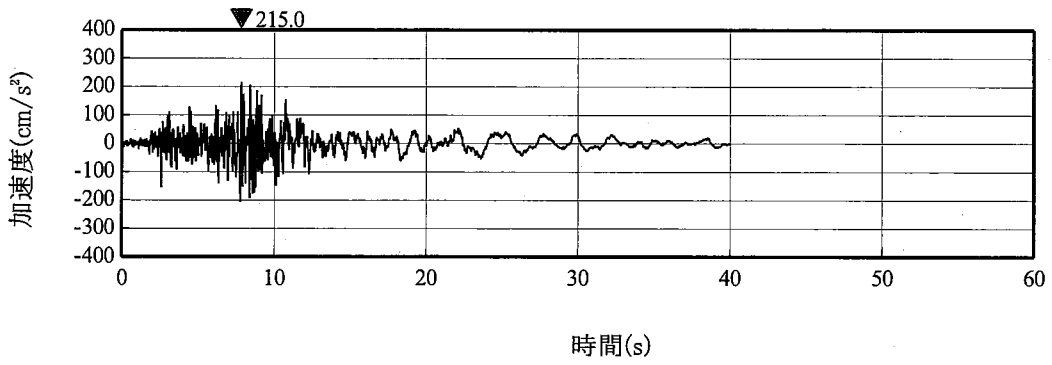


(b) 上下流方向

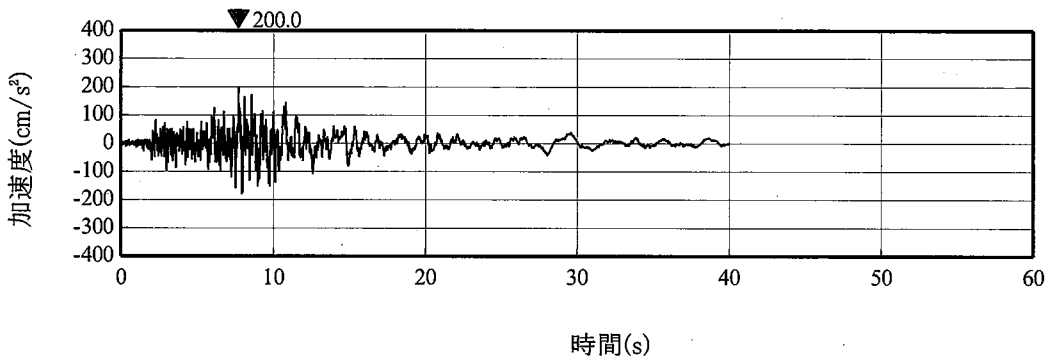


(c) 鉛直方向

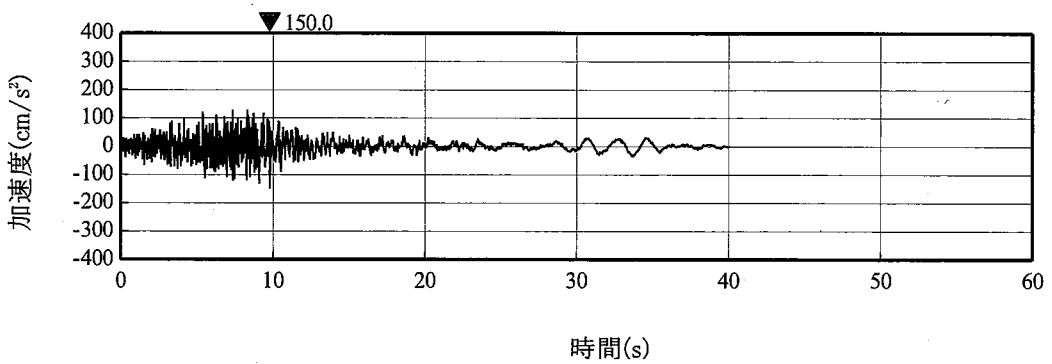
第 7 - 2 図(8) 弾性設計用地震動 S d - C 2 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

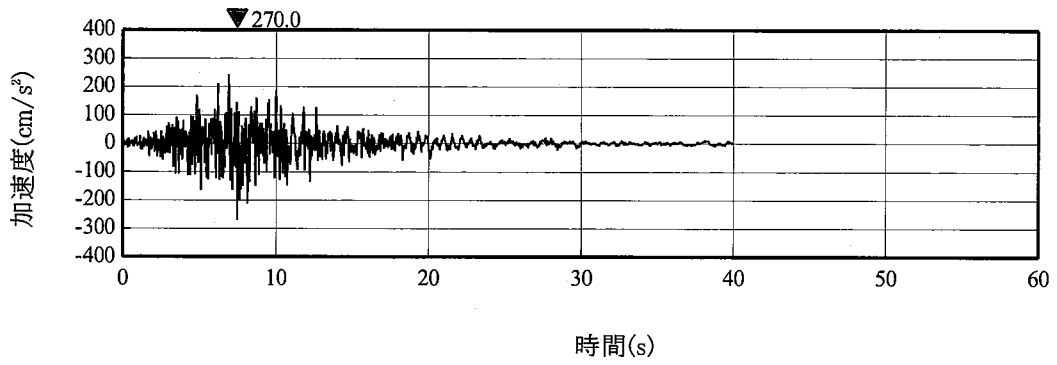


(b) EW方向

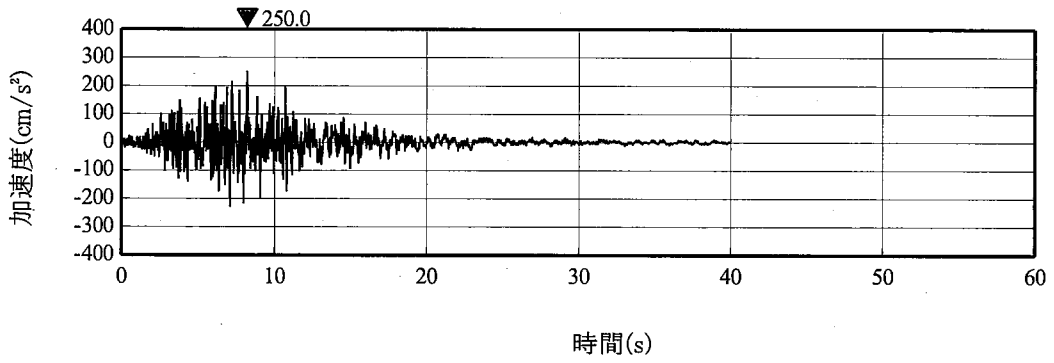


(c) UD方向

第 7 - 2 図(9) 弾性設計用地震動 S d - C 3 の加速度時刻歴波形

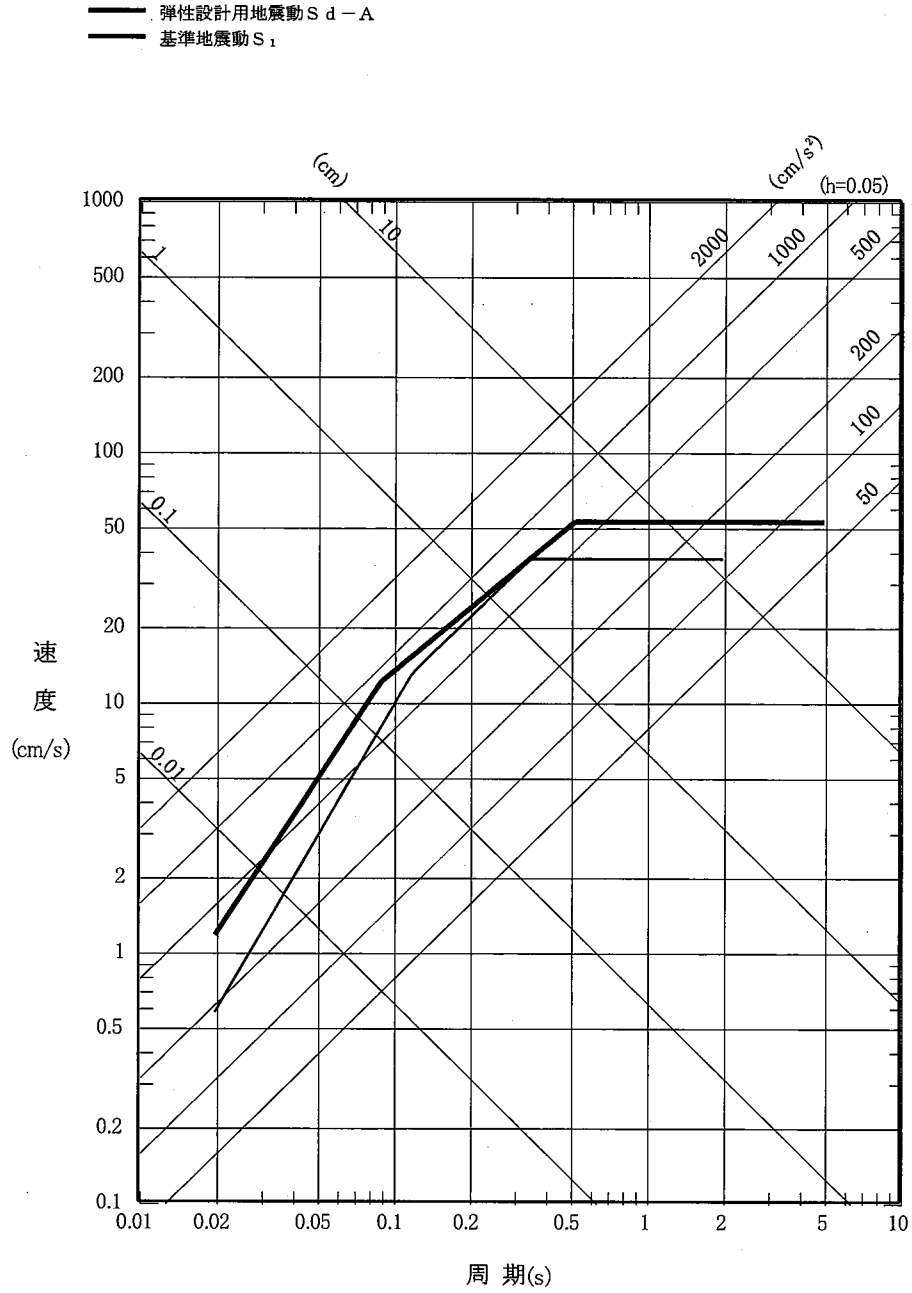


(a) NS方向



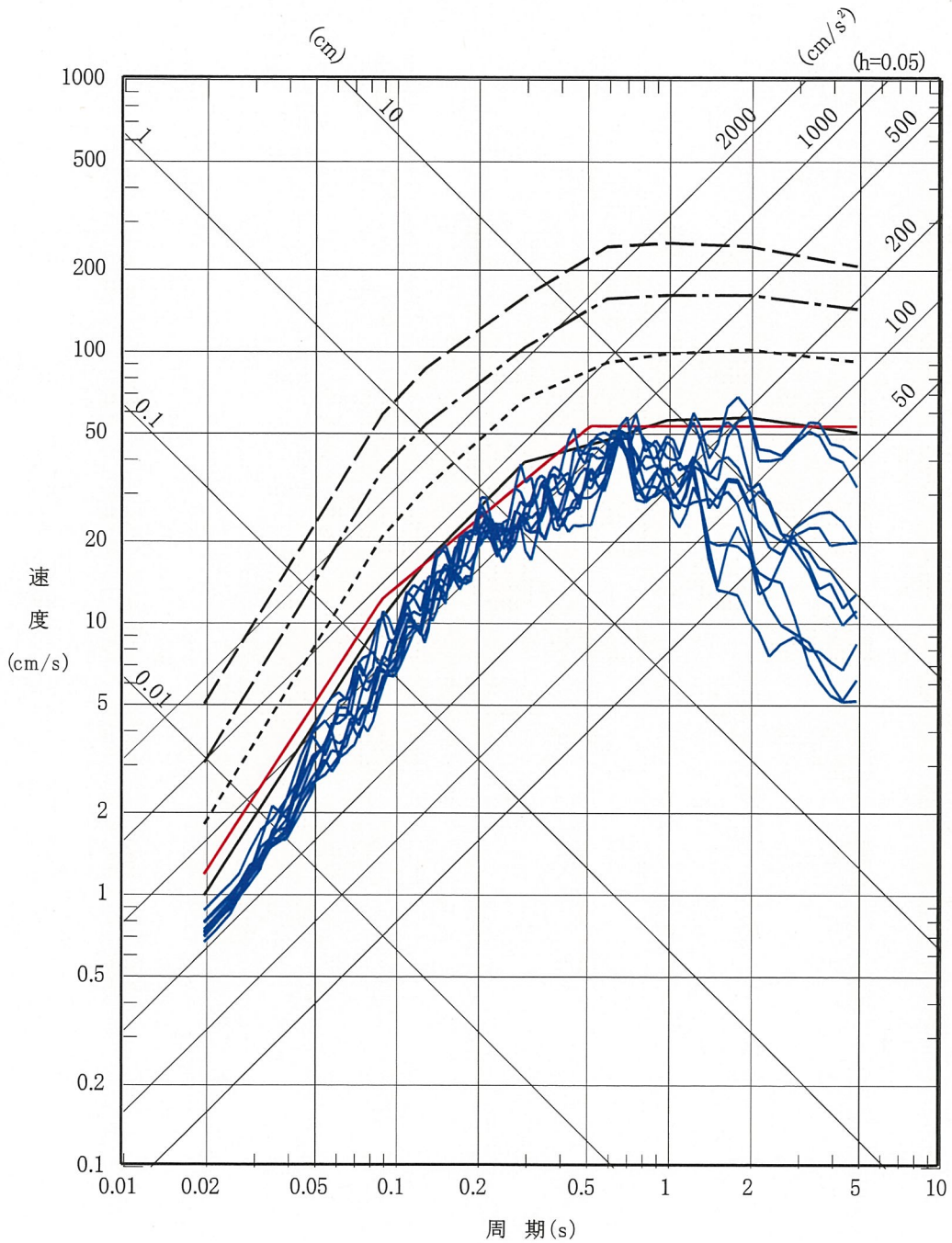
(b) EW方向

第 7 - 2 図(10) 弾性設計用地震動 S d - C 4 の加速度時刻歴波形

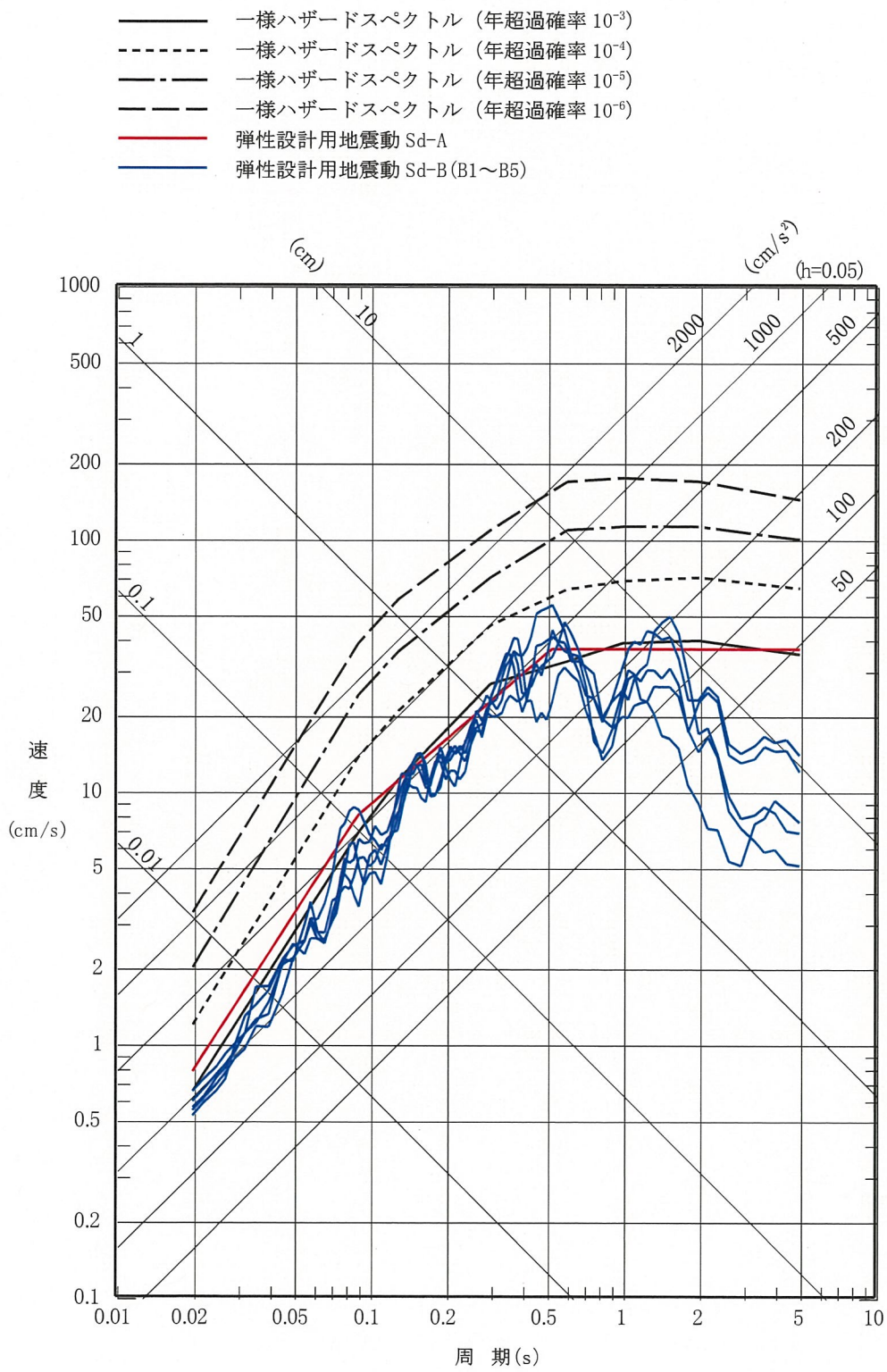


第 7-3 図 弾性設計用地震動 S_d-A と基準地震動 S_1 の
 応答スペクトルの比較

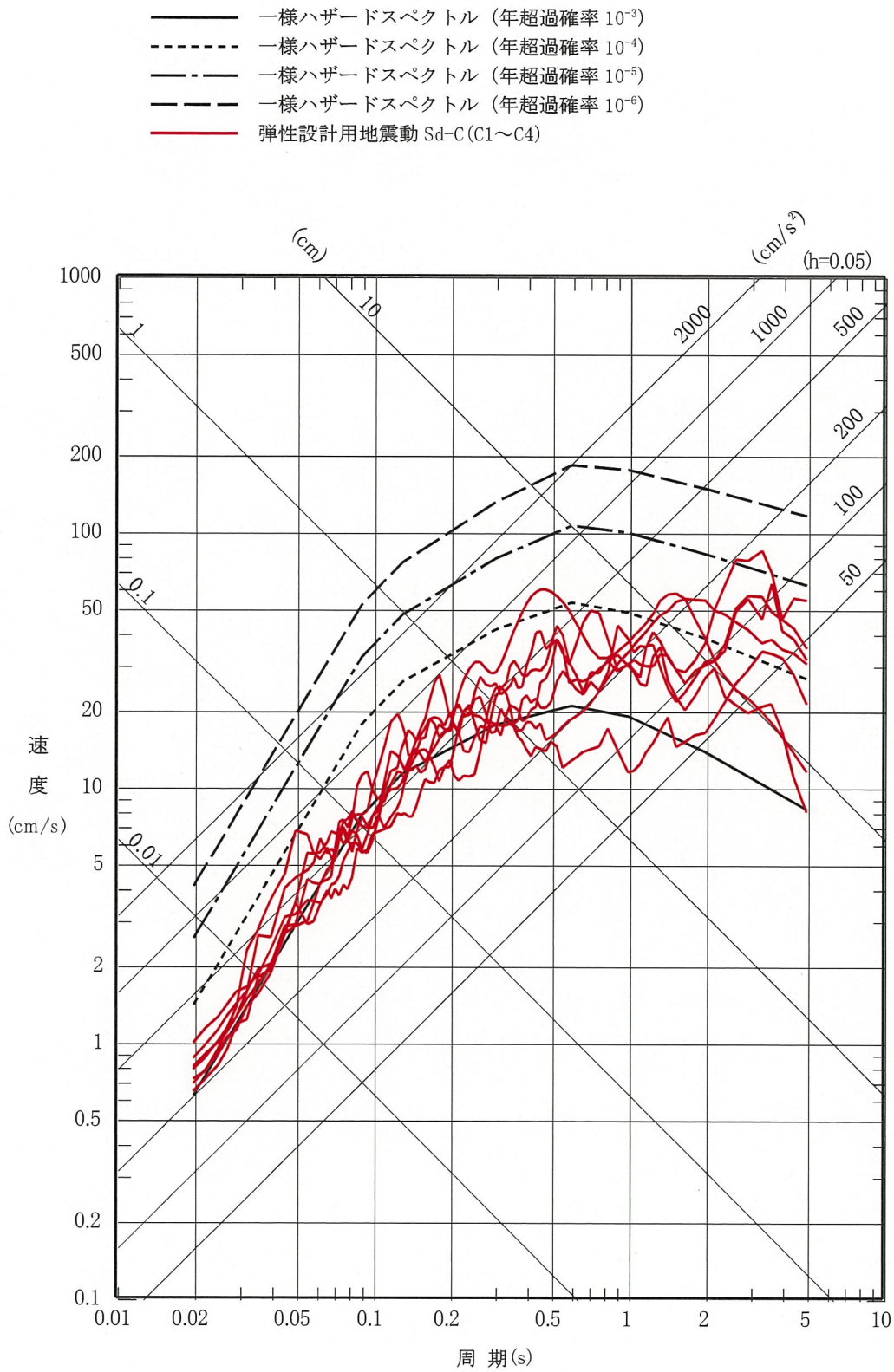
- 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-3})
- - - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-4})
- · - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-5})
- - - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-6})
- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-B (B1~B5)



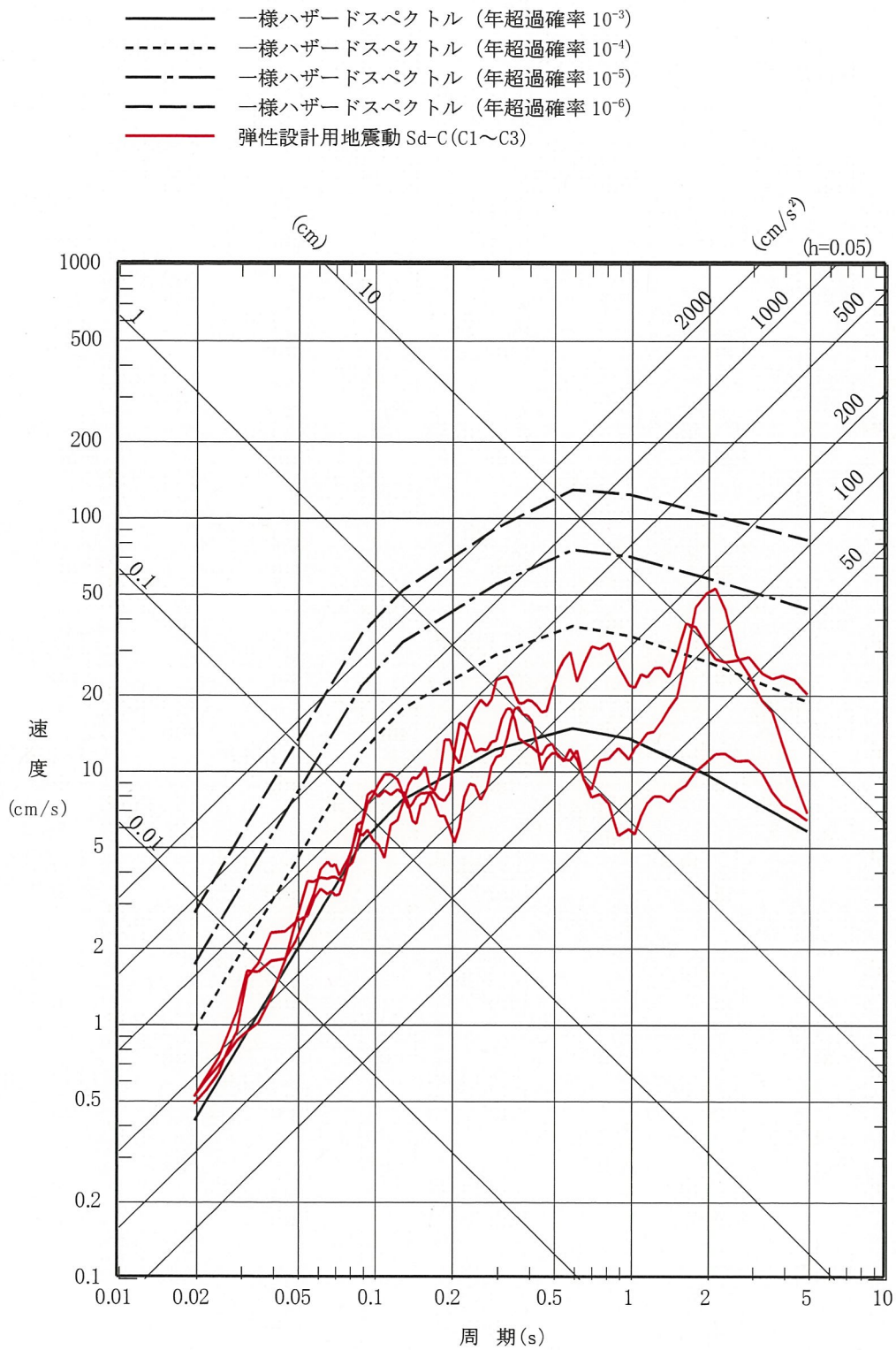
第 7-4 図(1) 弾性設計用地震動 S d - A 及び S d - B と
一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)



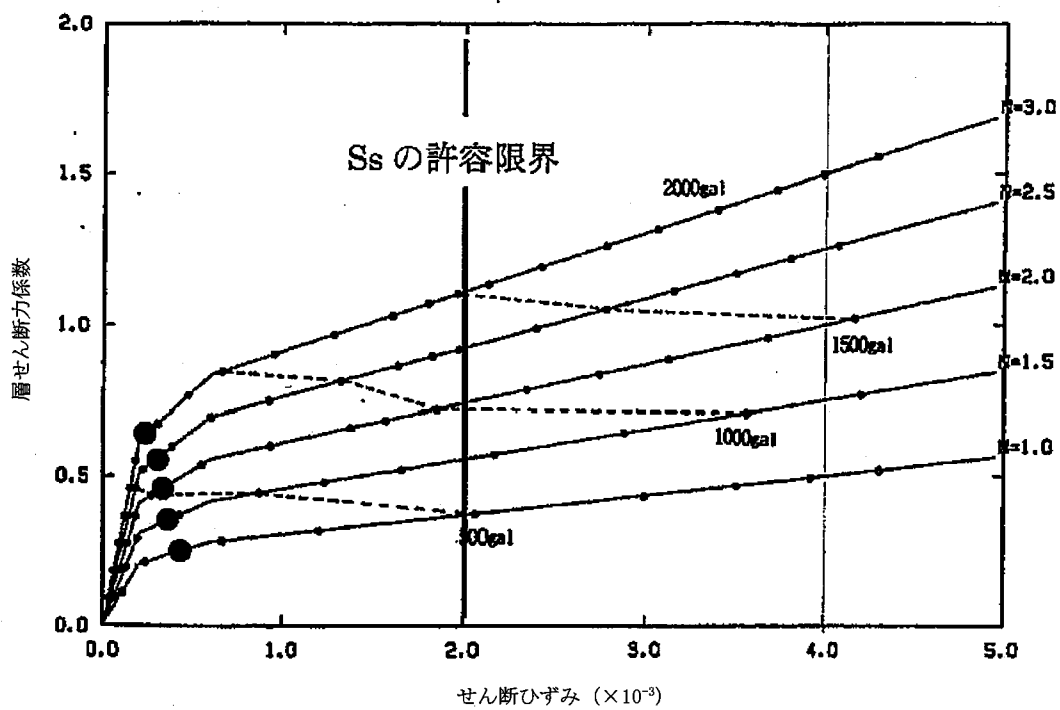
第 7-4 図(2) 弾性設計用地震動 S d - A 及び S d - B と一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)



第 7-4 図(3) 弾性設計用地震動 S d-C と
一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)



第 7-4 図(4) 弾性設計用地震動 S d-C と
一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)



第7-5図 最大入力加速度とスケルトン上の最大応答

IV-1-1-2 地盤の支持性能に係る 基本設計方針

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 地盤の解析用物性値	2
3.1 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値	2
3.2 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値	2
4. 地盤の支持力度	3
5. 地質断面図	3

1. 概要

本資料は、添付書類「耐震設計の基本方針」のうち「2. 耐震設計の基本方針」に基づき、再処理施設の耐震安全性評価を実施するにあたり、評価対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性、変形特性の地盤物性値設定及び支持性能評価で用いる地盤諸元の基本的な考え方を示したものである。

2. 基本方針

再処理施設において、耐震安全性評価対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性、変形特性の解析用物性値については、事業変更許可申請書（添付書類四）に記載された値を用いることを基本とする。事業変更許可申請書に記載されていない地盤の解析用物性値は、新たに設定する。

施設を設置する地盤の地震時における支持性能の評価については、再処理施設の耐震重要度分類に応じた地震力により地盤に作用する接地圧が、極限支持力度を下回ることを確認することによって行う。

3. 地盤の解析用物性値

3.1 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

事業変更許可申請書に記載されている解析用物性値一覧表を第 3-1 表に、設定根拠を第 3-2 表に示す。事業変更許可申請書に記載されている解析用物性値については、主に敷地内の地盤から採取した試料を用いて実施した試験結果を基に設定している。

岩盤（鷹架層）の解析用物性値は、添付書類「基準地震動 S s 及び弾性設計用地震動 S d の概要」に記載された地盤モデルの値を設定する。

3.2 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値

改良地盤 A 及び改良地盤 B の解析用物性値については、各種試験に基づき設定する。

マンメイドロック（以下、「MMR」という。）（コンクリート）（設計基準強度 = 14.7N/mm²）の解析用物性値については、「鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説 2010（（社）日本建築学会，2010 年）」に基づき設定する。

事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の一覧表を第 3-3 表に、設定根拠を第 3-4 表に示す。

4. 地盤の支持力度

地盤の極限支持力度については、既設工認に係る使用前検査成績書における岩石試験結果を用いて、「建築基礎構造設計指針（（社）日本建築学会，1988年）」に基づき設定する。極限支持力度を第4-1表に示す。

なお、今回申請対象施設以外の地盤の支持力度については、当該施設の申請時において示す。

5. 地質断面図

第5-1図に敷地内地質平面図を示す。また、第5-1図に示す断面位置の地質断面図を第5-2図に示す。

敷地内の地質は、新第三系中新統の鷹架層，新第三系鮮新統の砂子又層下部層，第四系下部～中部更新統の六ヶ所層，第四系中部更新統の高位段丘堆積層（H₅面堆積物）及び第四系上部更新統の中位段丘堆積層（M₁面堆積物及びM₂面堆積物）並びにこれらの上位の火山灰層，第四系完新統の沖積低地堆積層，崖錐堆積層からなる。

再処理施設の耐震安全性の評価対象施設は、設置位置の表層を掘削して岩盤である鷹架層に設置され、施設の周囲は埋戻し土で埋め戻される。

第3-1表 事業変更許可申請書に記載されている解析用物性値

区分		第四系下部～中部更新統 (六ヶ所層) PP2	埋戻し土 bk	流動化処理土(A)
物理特性	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.73	$1.82+2.8 \times 10^{-3} \cdot D$	1.63
強度特性	非排水せん断強度 S_u (MPa)	$0.115+0.341p$	$0.049+0.761p^{*1}$	$0.347+0.242p$
変形特性	初期せん断弾性係数 G_0 (MPa)	303	$60.7+8.20D$	380
	動ポアソン比 ν_d	0.41	0.39	0.42
	正規化せん断弾性係数 G/G_0 ～ γ (%)	$\frac{1}{1+5.91 \cdot \gamma^{0.758}}$	$\frac{1}{1+12.7 \cdot \gamma^{0.914}}$	$\frac{1}{1+9.63 \cdot \gamma^{1.01}}$
	減衰率 h (%)～ γ (%)	$\frac{\gamma}{0.0829\gamma+0.00582}+1.18$	$\frac{\gamma}{0.0631\gamma+0.00599}+1.29$	$\frac{\gamma}{0.0798 \cdot \gamma+0.0150}+1.48$

G: 動せん断弾性係数 (MPa), γ : せん断ひずみ (%), p: 圧密応力 (MPa), D: 深度 (G.L.-m)

*1: 事業変更許可申請書に記載されている土質試験結果

第3-2表 事業変更許可申請書に記載されている解析用物性値の設定根拠

区分		第四系下部～中部更新統 (六ヶ所層)	埋戻し土	流動化処理土(A)
物理特性	湿潤密度	湿潤密度試験		
強度特性	非排水せん断強度	三軸圧縮試験		
動的変形特性	初期せん断弾性係数	P S 検層による V_s 及び湿潤密度により算出		
	動ポアソン比	P S 検層による V_p 及び V_s から算出		
	正規化せん断弾性係数及び減衰率のひずみ依存性	繰返し三軸試験及び繰返し単純せん断試験	繰返し三軸試験	

V_s : S波速度, V_p : P波速度

第3-3表 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値

区分			改良地盤A	改良地盤B	MMR (コンクリート) (設計基準強度14.7N/mm ²)
物理特性	単位体積重量	γ_t (kN/m ³)	16.7	16.9	23.0
動的変形特性	初期せん断弾性係数	G_0 (N/mm ²)	653	1,100	8,021
	動ポアソン比	ν_d	0.41	0.33	0.20
	正規化せん断弾性係数	G/G_0	$\frac{1}{1+2.208(\tau/0.002879/G_0)^{1.133}}$	$\frac{1}{1+0.4730(\tau/0.001056/G_0)^{0.7120}}$	-
	減衰率	h	$\frac{2 \cdot 1.133(1-G/G_0)}{\pi(1.133+2)}$	$\frac{2 \cdot 0.7120(1-G/G_0)}{\pi(0.7120+2)}$	0.05

G: 動せん断弾性係数 (N/mm²) , τ : せん断応力 (N/mm²)

第3-4表 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の設定根拠

区分		改良地盤A	改良地盤B	MMR (コンクリート)
物理特性	単位体積重量	湿潤密度試験		RC規準 ^{*1} に基づき設計基準強度により設定
動的変形特性	初期せん断弾性係数	PS検層によるVs及び単位体積重量から算出	Vsの設計値及び単位体積重量から算出	RC規準 ^{*1} に基づき設計基準強度により算出
	動ポアソン比	PS検層によるVp及びVsから算出	超音波速度測定によるVp及びVsから算出	RC規準 ^{*1} に基づき設定
	正規化せん断弾性係数	繰返し三軸試験	繰返し三軸試験	-
	減衰率	繰返し三軸試験	繰返し三軸試験	JEAG ^{*2} に基づき設定

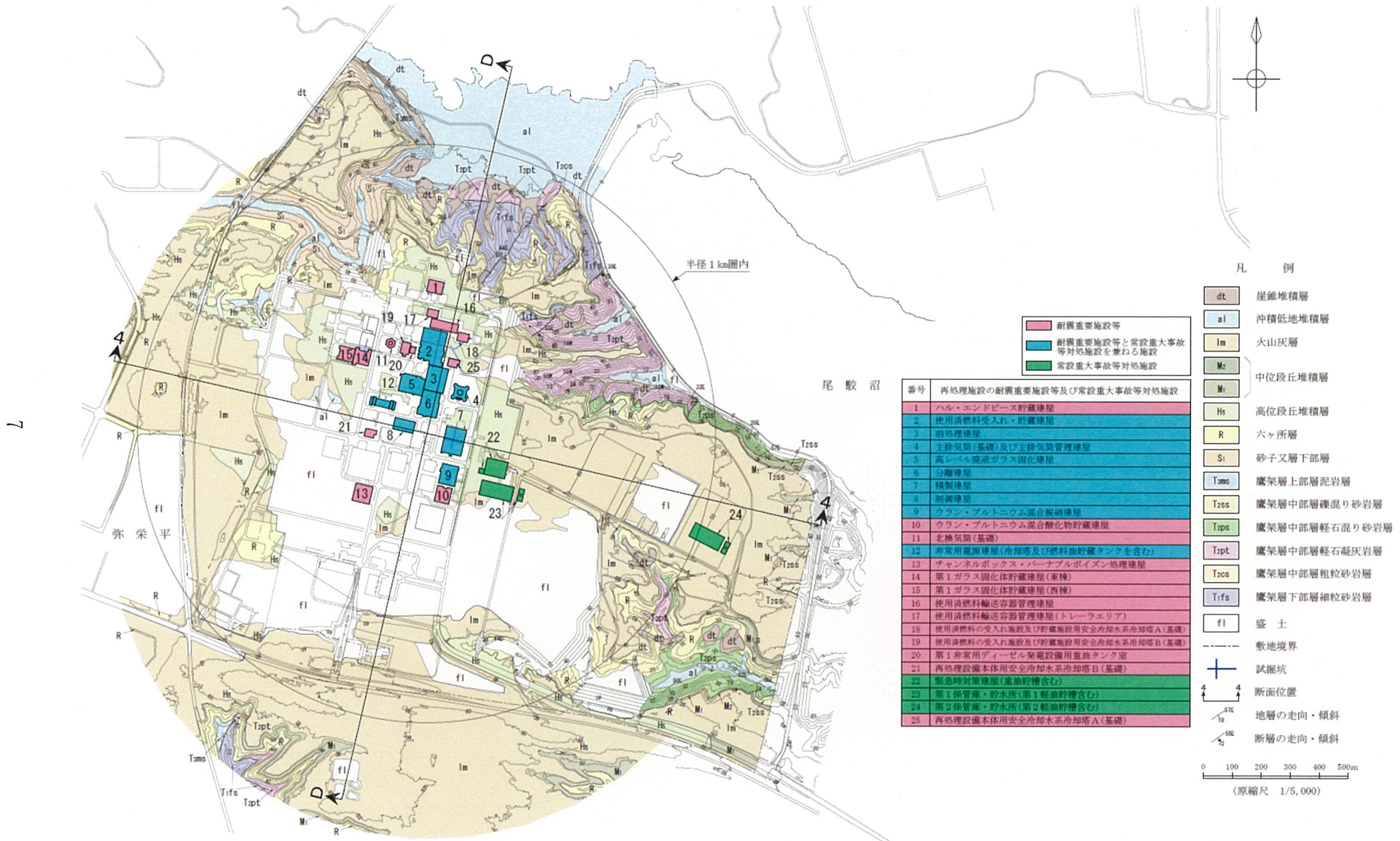
Vs: S波速度, Vp: P波速度

※1: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説2010 ((社) 日本建築学会, 2010年)

※2: 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社) 日本電気協会)

第 4-1 表 極限支持力度

試驗位置	岩盤分類名	極限支持力度 (MPa)
安全冷却水 B 冷却塔基礎	細粒砂岩	64.7



番号	再処理施設の耐震重要施設等及び常設重大事故等対処施設
1	バル・エンドピース貯蔵庫
2	使用済燃料受入れ・貯蔵庫
3	前処理棟
4	主排気筒(基礎)及び主排気筒管理棟
5	高レベル廃液ガラス固化棟
6	分離棟
7	精製棟
8	測研棟
9	ウラン・プルトニウム混合製錬棟
10	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵棟
11	北換気筒(基礎)
12	非常用電源棟(冷却塔及び燃料油貯蔵タンクを含む)
13	チャンネルボックス・バーナブルボイラ処理棟
14	第1ガラス固化体貯蔵棟(東棟)
15	第1ガラス固化体貯蔵棟(西棟)
16	使用済燃料輸送容器管理棟
17	使用済燃料輸送容器管理棟(トレーラエア)
18	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔A(基礎)
19	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)
20	第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室
21	再処理設備本体用安全冷却水冷却塔B(基礎)
22	緊急時対策棟(重油貯蔵含む)
23	第1保管庫・貯水所(第1軽油貯蔵含む)
24	第2保管庫・貯水所(第2軽油貯蔵含む)
25	再処理設備本体用安全冷却水冷却塔A(基礎)

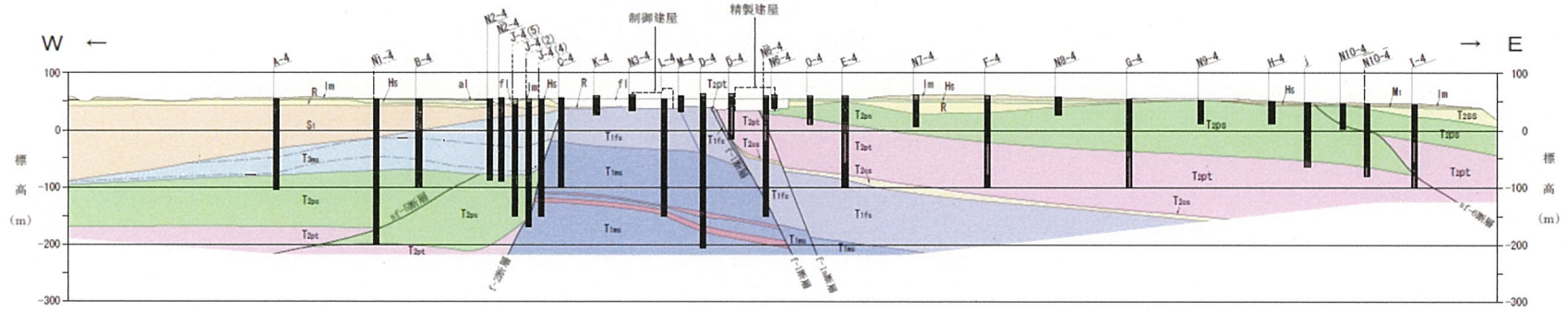
凡 例

- dt 崖堆積層
- al 沖積低地堆積層
- lm 火山灰層
- Mz 中段丘堆積層
- Ml 中段丘堆積層
- Hs 高位段丘堆積層
- R 六ヶ所層
- Si 砂子又層下部層
- Tams 廣架層上部層泥岩層
- Tzss 廣架層中部層礫混り砂岩層
- Tzps 廣架層中部層軽石混り砂岩層
- Tzpt 廣架層中部層軽石凝灰岩層
- Tzcs 廣架層中部層粗粒砂岩層
- Tifs 廣架層下部層細粒砂岩層
- fl 盛土
- 敷地境界
- + 試掘坑
- 断面位置
- 地層の走向・傾斜
- 断層の走向・傾斜

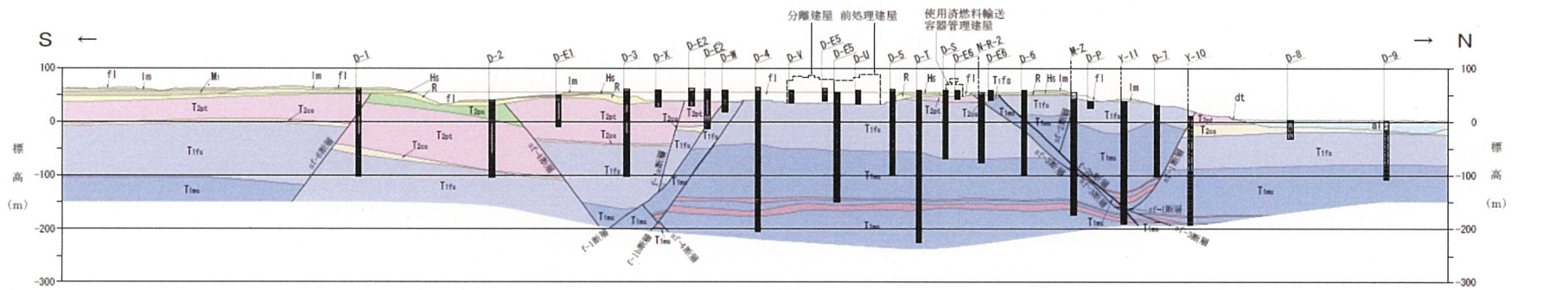
0 100 200 300 400 500m
(原縮尺 1/5,000)

第 5-1 図 敷地内地質平面図

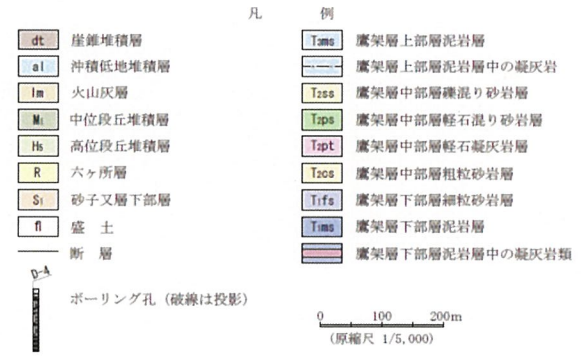
4 測線沿い地質断面図〔東-西方向の断面図〕



D 測線沿い地質断面図〔南-北方向の断面図〕



8



第 5-2 図 敷地内地質断面図

IV-1-1-3 重要度分類及び 重大事故等対処設備の設備分類の 基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 耐震設計上の重要度分類	1
2.1 耐震重要度による分類	1
2.2 クラス別施設	1
2.3 耐震設計上の留意事項	3
3. 重大事故等対処設備の設備分類	4
3.1 耐震設計上の設備分類	4
3.2 設備分類上の留意事項	4

1. 概要

本資料は、再処理施設の耐震設計上の重要度分類及び重大事故等対処設備の設備分類についての基本方針を示したものである。

2. 耐震設計上の重要度分類

再処理施設の耐震設計上の重要度を、次のように分類する。

2.1 耐震重要度による分類

(1) Sクラスの施設

自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設であって、環境への影響が大きいもの。

(2) Bクラスの施設

安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスに属する施設と比べ小さい施設。

(3) Cクラスの施設

Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。

2.2 クラス別施設

耐震設計上の重要度分類によるクラス別施設を以下に示す。

(1) Sクラスの施設

(a) その破損又は機能喪失により臨界事故を起こすおそれのある施設

i. 形状寸法管理を行う設備のうち、平常運転時その破損又は機能喪失により臨界を起こすおそれのある設備。

(b) 使用済燃料を貯蔵するための施設

i. 使用済燃料受入れ設備の燃料取出し設備、使用済燃料貯蔵設備の燃料貯蔵設備、燃料移送設備、燃料送出し設備のプール、ピット、移送水路、ラック、架台。

(c) 高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器並びにその冷却系統

i. 高レベル廃液を内蔵する系統及び機器のうち安全上重要な施設。

(d) プルトニウムを含む溶液を内蔵する系統及び機器

i. プルトニウムを含む溶液を内蔵する系統及び機器のうち安全上重要な施設。

(e) 上記(c)及び(d)の系統及び機器から放射性物質が漏えいした場合に、その影響の拡大を防止するための施設

i. 上記(c)及び(d)のSクラスの設備を収納するセル等及びせん断セル。

(f) 上記(c)、(d)及び(e)に関連する施設で放射性物質の外部への放出を抑制するための施設

- i. 上記(c)及び(d)のSクラスの機器の廃ガス処理設備のうち安全上重要な施設。
 - ii. 上記(e)のSクラスのセル等の換気設備のうち安全上重要な施設。
 - iii. 上記(e)のSクラスのセル等を収納する構築物の換気設備のうち安全上重要な施設。
- (g) 上記(a)～(f)の施設の機能を確保するために必要な施設
- i. 非常用所内電源系統, 安全圧縮空気系及び安全蒸気系。
 - ii. 安全冷却水系及び使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料の貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備のプール水浄化・冷却設備のプール水冷却系(以下「プール水冷却系」という。)
 - iii. 安全保護回路及び保護動作を行う機器。
 - iv. 安全上重要な施設の漏えい液を受ける漏えい液受皿の集液溝の液位警報及び漏えい液受皿から漏えい液を回収するための系統のうち安全上重要な施設。
 - v. 計測制御系統施設等に係る安全上重要な施設のうち, 地震後においても, その機能が継続して必要な施設。
- (h) その他の施設
- i. 固化セル移送台車。
 - ii. ガラス固化体貯蔵設備の収納管, 通風管。
 - iii. ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋換気設備のうち貯蔵室から排風機までの範囲。
 - iv. 使用済燃料貯蔵設備の補給水設備。
 - v. その機能喪失により臨界に至る可能性のある計測制御系統施設に係る安全上重要な施設は, Sクラスとするか又は検出器の故障を検知し警報を発する故障警報及び工程停止のための系統をSクラスとする。
 - vi. 制御建屋中央制御室換気設備。
 - vii. 水素掃気用の安全圧縮空気系はSクラスとする。
また, Sクラスの水素掃気用の安全圧縮空気系が接続されている機器は, 溶液の放射線分解により発生する水素の爆発を適切に防止するため, Sクラスとする。
 - viii. 遮蔽設備のうち安全上重要な施設。

(2) Bクラスの施設

- (a) 放射性物質を内蔵している施設であって, Sクラスに属さない施設(ただし, 内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により, その破損により公衆に与える放射線の影響が十分小さいものは除く。)
- i. 使用済燃料貯蔵設備のプール水浄化系。
 - ii. 高レベル廃液を内蔵する設備のうち, 溶解施設, 分離施設, 高レベル廃液処理設備, 高レベル廃液ガラス固化設備の系統及び機器。
 - iii. プルトニウムを含む溶液を内蔵する設備のうち, 溶解施設, 分離施設, 精製施設, ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の系統及び機器。
 - iv. ウランを内蔵する系統及び機器。
 - v. プルトニウムを含む粉体を内蔵する系統及び機器。
 - vi. 酸回収設備及び溶媒回収設備。

- vii. 低レベル廃液処理設備, ただし, 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設等からの洗濯廃液等, 床ドレンの一部, 試薬ドレン, 手洗いドレン, 空調ドレンに係る設備及び海洋放出管の一部を除く。
 - viii. 低レベル固体廃棄物処理設備。
 - ix. 分析設備。
- (b) 放射性物質の放出を伴うような場合に, その外部放散を抑制するための施設で S クラスに属さない施設
- i. B クラスの設備を収納するセル等。
 - ii. B クラスの機器の廃ガス処理設備のうち, 塔槽類から排風機を経て弁までの範囲。
 - iii. B クラスのセル等の換気設備のうち, セル等から排風機を経てダンパまでの範囲。
- (c) その他の施設
- i. 放射性物質を取り扱う移送機器及び装置類。ただし, 以下の設備を除く。
 - (i) 放射性物質の環境への放出のおそれがない移送機器及び装置類。
 - (ii) 放射性物質の濃度が非常に低いか, 又は内蔵量が非常に小さいものを取り扱う移送機器及び装置類。
 - ii. 主要な遮蔽設備。
- (3) C クラスの施設
- 上記 S, B クラスに属さない施設。

2.3 耐震重要度分類上の留意事項

- (1) 再処理施設の安全機能は, その機能に直接的に関連するもののほか, 補助的な役割をもつもの及び支持構造物等の間接的な施設をも含めた健全性が保たれて初めて維持し得るものであることを考慮し, これらを主要設備等, 補助設備, 直接支持構造物, 間接支持構造物及び波及的影響を検討すべき設備に区分する。
- 安全上要求される同一の機能上の分類に属する主要設備等, 補助設備及び直接支持構造物については同一の耐震重要度とするが, 間接支持構造物の支持機能及び波及的影響の評価については, それぞれ関連する設備の耐震設計に適用される地震動に対して安全上支障がないことを確認する。
- (2) ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵設備の貯蔵ホールは, 基準地震動にて臨界安全が確保されていることの確認を行う。
- (3) 上位の分類に属する設備と下位の分類に属する設備間で液体状の放射性物質を移送するための配管及びサンプリング配管のうち, 明らかに取扱い量が少ない配管は, 設備のバウンダリを構成している範囲を除き, 下位の分類とする。
- (4) ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の定量ポット, 中間ポット及び脱硝装置のグローブボックスは, 収納する S クラスの機器へ波及的影響を及ぼさない設計とする。
- (5) 分離施設の補助抽出器中性子検出器の計数率高による工程停止回路及び遮断弁, 抽出塔供給溶解液流量高による送液停止回路及び遮断弁, 抽出塔供給有機溶媒液流量低による工程停止回路及び遮断弁, 第 1 洗浄塔洗浄廃液密度高による工程停止回路及び遮断弁, 精製施設のプルトニウム濃縮缶に係る注水槽の液位低による警報及び注水槽は, 上位の分類に

属するものへ波及的影響を及ぼさない設計とする。

- (6) 竜巻防護対策設備は、竜巻防護施設に波及的影響を及ぼさない設計とする。
- (7) 溢水防護設備は、地震及び地震を起因として発生する溢水によって安全機能が損なわれない設計とする。
- (8) 化学薬品防護設備は、地震及び地震を起因として発生する化学薬品の漏えいによって安全機能が損なわれない設計とする。
- (9) 主排気筒及びその排気筒モニタのSクラスとBクラス以下の配管又はダクトの取合いは、Bクラス以下の廃ガス処理設備又は換気設備の機能が喪失したとしても、Sクラスの廃ガス処理設備又は換気設備に影響を与えないようにする。

事業変更許可申請書に基づく再処理施設の耐震設計上の重要度分類を第 2.3-1 表に示す。
なお、第 2.3-1 表には、当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する地震動(以下「検討用地震動」という。)についても併記する。

3. 重大事故等対処設備の設備分類

3.1 耐震設計上の設備分類

施設の各設備が有する重大事故等に対処するために必要な機能及び設置状態を踏まえて、以下の区分に分類する。

(1) 常設重大事故等対処設備

重大事故に至るおそれがある事故及び重大事故(以下「重大事故等」という。)が発生した場合において、対処するために必要な機能を有する設備であって常設のもの。

a. 常設耐震重要重大事故等対処設備

常設重大事故等対処設備であって、耐震重要施設に属する設計基準事故に対処するための設備が有する機能を代替するもの。

b. 常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備

常設重大事故等対処設備であって、上記 a. 以外のもの。

3.2 設備分類上の留意事項

- (1) 重大事故等対処設備の設計においては、重大事故等対処施設が代替する機能を有する安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震力を適用するが、適用に当たっては以下を考慮する。
- (2) 常設耐震重要重大事故等対処設備については、耐震重要施設に属する安全機能を有する施設の安全機能を代替する設備であることから、耐震重要施設の耐震設計に適用する基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれない設計とする。
- (3) 常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備については、代替する安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震力に対して、重大事故等に対処するため

に必要な機能が損なわれない設計とする。

具体的には、安全機能を有する施設の耐震重要度がBクラス又はCクラスの施設については、それぞれの重要度に応じた地震力に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれない設計とする。

事業変更許可申請書に基づく重大事故等対処設備の耐震設計上の設備分類を第3.2-1表に示す。

なお、第3.2-1表には、当該設備を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する検討用地震動についても併記する。

第 2.3-1 表 耐震設計上の重要度分類

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注 1)			補助設備 (注 2)		直接支持構造物 (注 3)		間接支持造物 (注 4) (注 5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注 6)		
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注 7)	適用範囲	検討用 地震動 (注 7)	
S	(a) その破損又は機能喪失により臨界事故を起こすおそれのある施設		溶解槽 (連続式) 抽出塔 プルトニウム濃縮液一時貯槽等 (注 8)	S S S				機器等の支持構造物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	S _s S _s S _s S _s		
	(b) 使用済燃料を貯蔵するための施設	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	燃料取出しピット 燃料仮置きピット 燃料仮置きラック 燃料貯蔵プール 燃料貯蔵ラック 燃料送出しピット バスケット仮置き架台 プール水冷却系 補給水設備	S S S S S S S S	冷却水設備安全冷却水系 第 1 非常用ディーゼル発電機 第 1 非常用蓄電池	S S S	機器等の支持構造物	S	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	S _s	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン 燃料取出し装置 燃料移送水中台車 燃料取扱装置 バスケット取扱装置 バスケット搬送機 第 1 切断装置 (注 9)	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s	
	(c) 高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器並びにその冷却系統	溶解施設	不溶解残渣回収槽	S	冷却水設備安全冷却水系 第 2 非常用ディーゼル発電機 第 2 非常用蓄電池	S S S	機器等の支持構造物	S	前処理建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s			
		分離施設	TBP 洗浄塔 抽出廃液受槽 抽出廃液中間貯槽 抽出廃液供給槽 第 4 一時貯留処理槽 第 6 一時貯留処理槽	S S S S S S	冷却水設備安全冷却水系 第 2 非常用ディーゼル発電機 第 2 非常用蓄電池	S S S	機器等の支持構造物	S	分離建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s			

新 R ① JN 機 G IV 00509 B

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(c) 高レベル放射性 液体廃棄物を内蔵す る系統及び機器並び にその冷却系統 (つづき)	液体廃棄物の廃棄施設	高レベル廃液供給槽 高レベル廃液濃縮缶 高レベル濃縮廃液貯槽 不溶解残渣廃液貯槽 高レベル廃液共用貯槽 高レベル濃縮廃液一時貯槽 不溶解残渣廃液一時貯槽	S S S S S S S	冷却水設備安全冷却水系 (中間熱交換器を含む)	S	機器等の支持構造物	S	分離建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s		
		固体廃棄物の廃棄施設	ガラス溶融炉 高レベル廃液混合槽 供給液槽 供給槽 固化セル移送台車	S S S S S	冷却水設備安全冷却水系 第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 固化セル移送台車上の質量高によるガラス流下停止回路 結合装置圧力信号による流下ノズル加熱停止回路 ガラス溶融炉の流下停止系	S S S S S S S	機器等の支持構造物	S	高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		
		収納管, 通風管		S				機器等の支持構造物	S	高レベル廃液ガラス固化建屋 第1ガラス固化体貯蔵建屋	S _s S _s	

新 R ① JN 機 G IV 00510 B

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持造物		波及的影響を考慮すべき設備	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4) (注5)		(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(d) プルトニウムを 含む溶液を内蔵する 系統及び機器	溶解施設	溶解槽 (連続式) 第1よう素追出し槽 第2よう素追出し槽 中間ポット 消澄機 (遠心式) 中継槽 リサイクル槽 計量前中間貯槽 計量・調整槽 計量補助槽 計量後中間貯槽 ハル洗浄槽 (注10) 水パッファ槽 (注10)	S S S S S S S S S S S S S	冷却水設備安全冷 却水系 第2非常用ディー ゼル発電機 第2非常用蓄電池 可溶性中性子吸収 材緊急供給回路及 びせん断停止回路 可溶性中性子吸収 材緊急供給系	S S S S S	機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		
		分離施設	抽出塔 第1洗浄塔 第2洗浄塔 溶解液中間貯槽 溶解液供給槽 プルトニウム分配塔 ウラン洗浄塔 プルトニウム溶液 T B P 洗浄器 プルトニウム溶液受槽 プルトニウム溶液中間 貯槽 第1一時貯留処理槽 第2一時貯留処理槽 第3一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽 第8一時貯留処理槽 プルトニウム洗浄器 (注10) 第5一時貯留処理槽 (注10) 第9一時貯留処理槽 (注10) 第10一時貯留処理槽 (注10)	S S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	冷却水設備安全冷 却水系 第2非常用ディー ゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S S S	機器等の支持構造 物	S	分離建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		

新 R ① JN 機 G IV 00511 B

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)					
		(注1)			(注2)		(注3)		(注5)		(注6)					
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)				
S	(d) プルトニウムを 含む溶液を内蔵する 系統及び機器 (つづき)	精製施設	第1酸化塔	S	冷却水設備安全冷 却水系 第2非常用ディー ゼル発電機 第2非常用蓄電池 プルトニウム濃縮 缶加熱蒸気温度高 による加熱停止回 路及び遮断弁	S	機器等の支持構造 物	S	精製建屋	S _s						
			第2酸化塔	S									非常用電源建屋	S _s		
			第1脱ガ斯塔	S											制御建屋	S _s
			第2脱ガ斯塔	S												
			抽出塔	S												
			核分裂生成物洗浄塔	S												
			プルトニウム溶液供給 槽	S												
			逆抽出塔	S												
			TBP洗浄器	S												
			ウラン洗浄塔	S												
			補助油水分離槽	S												
			プルトニウム溶液受槽	S												
			油水分離槽	S												
			プルトニウム溶液一時 貯槽	S												
			プルトニウム濃縮缶供 給槽	S												
			プルトニウム濃縮缶	S												
			プルトニウム濃縮液受 槽	S												
			プルトニウム濃縮液一 時貯槽	S												
			プルトニウム濃縮液計 量槽	S												
			プルトニウム濃縮液中 間貯槽	S												
			リサイクル槽	S												
			希釈槽	S												
			第1一時貯留処理槽	S												
			第2一時貯留処理槽	S												
第3一時貯留処理槽	S															
第7一時貯留処理槽	S															
第4一時貯留処理槽 (注10)	S															

新 R ① JN 機 G IV 00512 B

(つづき)

耐震クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(d) プルトニウムを含む溶液を内蔵する系統及び機器 (つづき)	脱硝施設	硝酸プルトニウム貯槽	S	冷却水設備安全冷却水系 第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池	S	機器等の支持構造物	S	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s	グローブボックス (定量ポット、中間ポット及び脱硝装置) (注11)	S _s
			混合槽	S								
		一時貯槽	S									
		定量ポット	S									
	中間ポット	S										
	脱硝装置	S										
	酸及び溶媒の回収施設	溶媒回収設備第1洗浄器 (注10)	S				機器等の支持構造物	S	分離建屋	S _s		
	(c) 上記(c)及び(d)の系統及び機器から放射性物質が漏えいした場合に、その影響の拡大を防止するための施設	セル等	高レベル放射性液体廃棄物又はプルトニウムを含む溶液を内蔵するSクラスの系統及び機器を収納するセル、グローブボックス及び配管収納容器並びにせん断セル (注11)	S								
	その他再処理設備の附属施設	蒸気供給設備安全蒸気系	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S	機器等の支持構造物	S	前処理建屋 分離建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s S _s			

新 R ① JN 機 G IV 00513 B

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(f) 上記(c)、(d)及び(e)に関連する施設で放射性物質の外部への放出を抑制するための施設	気体廃棄物の廃棄施設	せん断処理・溶解廃ガス処理設備	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 せん断処理・溶解廃ガス処理設備の系統の圧力警報	S S S	機器等の支持構造物	S	前処理建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		
			Sクラスの塔槽類の塔槽類廃ガス処理設備	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 Sクラスの廃ガス処理設備の系統の圧力警報 高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気出口 温度高による加熱停止回路	S S S S	機器等の支持構造物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋 洞道	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s		
			高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の系統の圧力警報	S S S	機器等の支持構造物	S	高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		

新 R ① JN 機 G IV 00514 B

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)					
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)				
S	(f) 上記 (c) , (d) 及び (e) に関連する施設で放射性物質の外部への放出を抑制するための施設 (つづき)	気体廃棄物の廃棄施設	Sクラスのセル等の排気系及び建屋排気フィルタユニットから建屋排風機を経てダンパまでの範囲	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備のセル内クーラ	S	機器等の支持構造物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋 洞道	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s						
			ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋換気設備 (貯蔵室から排風機までの範囲)	S		第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池		S			機器等の支持構造物	S	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		
			主排気筒	S									支持鉄塔, 基礎	S _s		
		液体廃棄物の廃棄施設	高レベル廃液濃縮缶凝縮器 減衰器	S S			機器等の支持構造物	S	分離建屋	S _s						
		放射線管理施設	主排気筒の排気筒モニタ	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S	機器等の支持構造物	S	主排気筒管理建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s						

新 R ① JN 機 G IV 00515 B

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記 (a) ~ (f) の施設の機能を 確保するための設備 (非常用所内電源系 統, 安全圧縮空気 系, 安全蒸気系及び 安全冷却水系)	その他再 処理設備 の附属施 設	非常用所内電源系統 第1非常用ディーゼル 発電機 第1非常用蓄電池 重油タンク 第2非常用ディーゼル 発電機 第2非常用蓄電池 燃料油貯蔵タンク 安全圧縮空気系 空気圧縮機 空気貯槽 安全蒸気系 ボイラ 安全冷却水系 冷却塔 冷却水循環ポンプ	S S S S S S S S S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	使用済燃料受入 れ・貯蔵建屋 前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋 洞道	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s	北換気筒 (注12)	S _s

新 R ① JN 機 G IV 00516 B

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記 (a) ~ (i) の施設の機能を 確保するための設備 (安全保護回路及び 保護動作を行う機 器)	—	高レベル廃液濃縮缶加 熱蒸気温度高による加 熱停止回路及び遮断弁 逆抽出塔溶液温度高に よる加熱停止回路及び 遮断弁 分離施設のウラン濃縮 缶加熱蒸気温度高によ る加熱停止回路及び遮 断弁 プルトニウム濃縮缶加 熱蒸気温度高による加 熱停止回路及び遮断弁 第2酸回収系の蒸発缶 加熱蒸気温度高による 加熱停止回路及び遮断 弁 可溶性中性子吸収材緊 急供給回路及びせん断 停止回路並びに可溶性 中性子吸収材緊急供給 系 固化セル移送台車上の 質量高によるガラス流 下停止回路及びガラス 溶融炉の流下停止系 プルトニウム洗浄器中 性子検出器の計数率高 による工程停止回路及 び遮断弁 高レベル廃液濃縮缶凝 縮器排気出口温度高に よる加熱停止回路 固化セル圧力高による 固化セル隔離ダンパの 閉止回路及び固化セル 隔離ダンパ	S S S S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s S _s		

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注5)		(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記 (a) ~ (f) の施設の機能を 確保するための設備 (安全上重要な施設 の漏えい液を受ける 漏えい液受皿の集液 槽の液位警報及び漏 えい液受皿から漏え い液を回収するた めの系統のうち安全 上重要な施設)	-	以下のセルの漏えい液受 皿の集液槽の液位警報及 び漏えい液受皿から漏え い液を回収するための系 統 前処理建屋 溶解槽セル 中継槽セル 清澄機セル 計量・調整槽セル 計量後中間貯槽セル 放射性配管分岐第1セル 放射性配管分岐第4セル 分離建屋 溶解液中間貯槽セル 溶解液供給槽セル 抽出塔セル プルトニウム洗浄器セル 抽出廃液受槽セル 抽出廃液供給槽セル 分離建屋一時貯留処理槽 第1セル 分離建屋一時貯留処理槽 第2セル 放射性配管分岐第2セル 高レベル廃液供給槽セル 精製建屋 プルトニウム濃縮液受槽 セル プルトニウム濃縮液一時 貯槽セル プルトニウム濃縮液計量 槽セル	S			機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s		

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持造物		波及的影響を考慮すべき設備	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4)	(注5)	(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記 (a) ~ (l) の施設の機能を 確保するための設備 (安全上重要な施設 の漏えい液を受ける 漏えい液受皿の集液 溝の液位警報及び漏 えい液受皿から漏え い液を回収するた めの系統のうち安全 上重要な施設) (つづき)	-	以下のセルの漏えい液 受皿の集液溝の液位警 報及び漏えい液受皿か ら漏えい液を回収する ための系統 ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋 硝酸プルトニウム貯槽 セル 混合槽セル 一時貯槽セル 高レベル廃液ガラス固 化建屋 高レベル濃縮廃液貯槽 セル 不溶解残渣廃液貯槽セ ル 高レベル廃液共用貯槽 セル 高レベル濃縮廃液一時 貯槽セル 不溶解残渣廃液一時貯 槽セル 高レベル廃液混合槽セ ル 固化セル 以下のセルの漏えい液 受皿の集液溝の液位警 報 精製建屋 プルトニウム精製塔セ ル プルトニウム濃縮供給 槽セル 油水分離槽セル 放射性配管分岐第1セ ル	S			機器等の支持構造 物	S	精製建屋 ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s		
					S							

新 R ① JN 機 G IV 00519 D

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持造物		波及的影響を考慮すべき設備	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4)	(注5)	(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記 (a) ~ (i) の施設の機能を 確保するための設備 (地震後において、 その機能が継続して 必要な計測制御施設 等)	-	プルトニウム濃縮缶加 熱蒸気温度高による加 熱停止回路及び遮断弁 せん断処理・溶解廃ガ ス処理設備の系統の圧 力警報 塔槽類廃ガス処理設備 のうち、下記の系統の 圧力警報 前処理建屋塔槽類廃ガ ス処理設備 分離建屋塔槽類廃ガス 処理設備 塔槽類廃ガ ス処理系 精製建屋塔槽類廃ガス 処理設備 塔槽類廃ガ ス処理系 (Pu系) ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋塔槽類廃 ガス処理設備 高レベル廃液ガラス固 化建屋塔槽類廃ガス処 理設備 高レベル廃液ガラス固 化廃ガス処理設備の系 統の圧力警報 結合装置圧力信号によ る流下ノズル加熱停止 回路 制御建屋中央制御室換 気設備	S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s S _s S _s		

新 R ① JN 機 G IV 00520 D

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(h) その他の施設 (機能喪失により臨 界に至る可能性のある計測制御系統施設 に係る安全上重要な施設)	-	燃料せん断長位置異常 によるせん断停止回路 エンドピースせん断位 置異常によるせん断停 止回路 溶解槽溶解液密度高に よるせん断停止回路 第1よう素追出し槽及 び第2よう素追出し槽 の溶解液密度高による 警報 エンドピース酸洗浄槽 洗浄液密度高によるせん 断停止回路 プルトニウム洗浄器アル ファ線検出器の故障 警報及び工程停止回路 (分離施設) プルトニ ウム洗浄器 アルファ線検出器の故 障警報及び工程停止回 路(精製施設)	S S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s		

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(h) その他の施設 (機能喪失により臨 界に至る可能性のある計測制御系統施設 に係る安全上重要な施設) (つづき)	-	せん断刃位置異常によるせん断停止回路 溶解槽溶解液温度低によるせん断停止回路 硝酸供給槽硝酸密度低によるせん断停止回路 可溶性中性子吸収材緊急供給槽液位低によるせん断停止回路 エンドピース酸洗浄槽洗浄液温度低によるせん断停止回路 エンドピース酸洗浄槽供給硝酸密度低によるせん断停止回路 エンドピース酸洗浄槽供給硝酸流量低によるせん断停止回路	S S S S S S S			機器等の支持構造物	S	前処理建屋 制御建屋	S _s S _s		

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持造物		波及的影響を考慮すべき設備	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4)	(注5)	(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(h) その他の施設 (遮蔽設備)	—	高レベル廃液ガラス固 化建屋のガラス固化体 除染室の遮蔽設備 高レベル廃液ガラス固 化建屋のガラス固化体 検査室の遮蔽設備 高レベル廃液ガラス固 化建屋の貯蔵区域の遮 蔽設備 第1ガラス固化体貯蔵 建屋の貯蔵区域の遮蔽 設備 第1ガラス固化体貯蔵 建屋の受入れ室の遮蔽 設備 第1ガラス固化体貯蔵 建屋床面走行クレーン の遮蔽設備 第1ガラス固化体貯蔵 建屋のトレンチ移送台 車の遮蔽設備 チャンネルボックス・ バーナブルポイズン処 理建屋の貯蔵室の遮蔽 設備 ハル・エンドピース貯 蔵建屋の貯蔵プールの 遮蔽設備 分離建屋と高レベル廃 液ガラス固化建屋を接 続する洞道の遮蔽設備	S S S S S S S S S S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	チャンネルボック ス・バーナブルポ イズン処理建屋 ハル・エンドピー ス貯蔵建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 第1ガラス固化体 貯蔵建屋 洞道	S _s S _s S _s S _s S _s		

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(a) 放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設	気体廃棄物の廃棄施設	Bクラスの塔槽類の塔槽類廃ガス処理設備 Bクラスの塔槽類から排風機を経て弁までの範囲	B			機器等の支持構造物	B	前処理建屋	S _B		
									分離建屋	S _B		
									精製建屋	S _B		
		ウラン脱硝建屋	S _B									
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	S _B											
高レベル廃液ガラス固化建屋	S _B											
低レベル廃液処理建屋	S _B											
低レベル廃棄物処理建屋	S _B											
チャンネルボックス・バーナブルボイゾン処理建屋	S _B											
ハル・エンドピース貯蔵建屋	S _B											
分析建屋	S _B											
		高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の廃ガス洗浄液槽	B			機器等の支持構造物	B	高レベル廃液ガラス固化建屋	S _B			
		Bクラスのセル等の換気設備 Bクラスのセル等から排風機を経てダンパまでの範囲	B			機器等の支持構造物	B	前処理建屋	S _B			
								分離建屋	S _B			
								精製建屋	S _B			
								ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	S _B			
								高レベル廃液ガラス固化建屋	S _B			
								分析建屋	S _B			
		セル等	Bクラスの設備を収納するセル等	B								

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持造物		波及的影響を考慮すべき設備	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4)	(注5)	(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(b) 放射性物質を内蔵している施設であって、Sクラスに属さない施設 (ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が十分小さいものは除く)	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン 燃料取出し装置 燃料移送水中台車 燃料取扱装置 バスケット取扱装置 バスケット搬送機 プール水浄化系	B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	S _B		
		せん断処理施設	燃料横転クレーン せん断機	B B			機器等の支持構造物	B	前処理建屋	S _B		
		溶解施設	エンドピース酸洗浄槽	B			機器等の支持構造物	B	前処理建屋	S _B		
		分離施設	ウラン逆抽出器 ウラン溶液TBP洗浄器 ウラン濃縮缶	B B B			機器等の支持構造物	B	分離建屋	S _B		
		精製施設	抽出器 核分裂生成物洗浄器 逆抽出器 抽出廃液TBP洗浄器 ウラン溶液TBP洗浄器	B B B B B			機器等の支持構造物	B	精製建屋	S _B		

新 R ① JN 機 G IV 00525 D

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持造物		波及的影響を考慮すべき設備	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4)	(注5)	(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(b) 放射性物質を内蔵している施設であって、Sクラスに属さない施設 (ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が十分小さいものは除く) (つづき)	精製施設	ウラン濃縮缶 TBP洗浄塔 プルトニウム洗浄器 ウラン逆抽出器 逆抽出液TBP洗浄器 第5一時貯留処理槽 第8一時貯留処理槽 第9一時貯留処理槽	B B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	精製建屋	S _B		
		脱硝施設	濃縮缶 脱硝塔 硝酸ウラニル貯槽 焙焼炉 還元炉 混合機 粉末充てん機	B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	ウラン脱硝建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	S _B S _B		
		酸及び溶媒の回収施設	酸回収設備 蒸発缶 精留塔 溶媒回収設備 第1洗浄器 第2洗浄器 第3洗浄器 蒸発缶 溶媒蒸留塔	B B B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	分離建屋 精製建屋	S _B S _B		
		製品貯蔵施設	貯蔵室クレーン 貯蔵台車 洞道搬送台車	B B B					ウラン酸化物貯蔵建屋 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	S _B S _B		

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物		波及的影響を考慮すべき設備	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4) (注5)		(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(b) 放射性物質を内蔵している施設であって、Sクラスに属さない施設 (ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が十分小さいものは除く) (つづき)	液体廃棄物の廃棄施設	アルカリ廃液濃縮缶 アルカリ濃縮廃液貯槽 低レベル廃液蒸発缶 第1放出前貯槽 第1海洋放出ポンプ 海洋放出管 第2海洋放出ポンプを経て第1海洋放出ポンプから導かれる海洋放出管との合流点までの範囲を除く 除染ピット	B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	分離建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 低レベル廃液処理建屋 使用済燃料輸送容器管理建屋の除染エリア 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	S _B S _B S _B S _B S _B		
		固体廃棄物の廃棄施設	アルカリ濃縮廃液中和槽 ガラス固化体検査室天井クレーン 第1ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーン (注13) 乾燥装置 熱分解装置 焼却装置 固化装置 第1切断装置 第2切断装置 低レベル固体廃棄物貯蔵設備	B B B B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	高レベル廃液ガラス固化建屋 第1ガラス固化体貯蔵建屋 低レベル廃棄物処理建屋 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 チャンネルボックス・バーナブルボイラー処理建屋 ハル・エンドピース貯蔵建屋	S _B S _B S _B S _B S _B S _B		
		その他再処理設備の附属施設	分析設備	B			機器等の支持構造物	B	分析建屋	S _B		

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(c) その他の施設 (主要な遮蔽設備)	—	分離建屋と精製建屋を 接続する洞道の遮蔽設 備 精製建屋とウラン・プ ルトニウム混合脱硝建 屋を接続する洞道の遮 蔽設備 高レベル廃液ガラス固 化建屋と第1ガラス固 体化貯蔵建屋を接続す る洞道の遮蔽設備	B B B								

新 R ① JN 機 G IV 00528 D

(つづき)

耐震クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用地震動 (注7)	適用範囲	検討用地震動 (注7)
C	S, Bクラスに属さない施設	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	使用済燃料輸送容器管理建屋天井クレーン 使用済燃料輸送容器移送台車 使用済燃料輸送容器保守設備	C C C			機器等の支持構造物	C	使用済燃料輸送容器管理建屋(注14) 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	S _c S _c		
		気体廃棄物の廃棄施設	S及びBクラス以外の塔槽類廃ガス処理設備及び換気設備	C			機器等の支持構造物	C				
		液体廃棄物の廃棄施設	第2放出前貯槽 第2海洋放出ポンプ 海洋放出管 (第2海洋放出ポンプを経て第1海洋放出ポンプから導かれる海洋放出管との合流点までの範囲) 低レベル廃液処理設備 (MOX燃料加工施設との取合いに係る配管)	C C C C			機器等の支持構造物	C	使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋 低レベル廃液処理建屋	S _c S _c		

(つづき)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき設備 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
C	S、Bクラスに属さない施設 (つづき)	固体廃棄物の廃棄施設	ガラス固化体検査装置 低レベル固体廃棄物貯蔵設備	C C			機器等の支持構造物	C	高レベル廃液ガラス固化建屋 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 ハル・エンドピース貯蔵建屋 第1低レベル廃棄物貯蔵建屋 第2低レベル廃棄物貯蔵建屋 第4低レベル廃棄物貯蔵建屋	Sc Sc Sc Sc Sc Sc		
		放射線管理施設	Sクラスの6)に該当する以外の放射線管理施設	C			機器等の支持構造物	C				
		その他再処理設備の附属施設	受電開閉設備 給水処理設備 蒸気供給設備 分析設備 火災防護設備 溢水防護設備 化学薬品防護設備 竜巻防護対策設備	C C C C C C C			機器等の支持構造物	C				

- (注1) 主要設備等とは、当該機能に直接的に関連する設備及び構築物をいう。
- (注2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備等の補助的役割を持つ設備をいう。
- (注3) 直接支持構造物とは、主要設備等、補助設備に直接取り付けられる支持構造物、又はこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
- (注4) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。
- (注5) 使用済燃料輸送容器管理建屋の除染エリア、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋、前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン脱硝建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、ウラン酸化物貯蔵建屋、ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋、第1ガラス固化体貯蔵建屋、低レベル廃液処理建屋、低レベル廃棄物処理建屋、チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋、ハル・エンドピース貯蔵建屋、第2低レベル廃棄物貯蔵建屋及び分析建屋の遮蔽設備はBクラスとする。
- (注6) 波及的影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備であり、主要設備等に適用される地震力により、上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼさないように設計する。
- (注7) S_s ：基準地震動 S_s により定まる地震力。
 S_B ：耐震Bクラス施設に適用される地震力。
 S_C ：耐震Cクラス施設に適用される静的地震力。
- (注8) プルトニウムを含む溶液を内蔵する系統及び機器でSクラスとする設備のうち、臨界の発生防止の観点で形状寸法管理を行う設備は、溶解設備の溶解槽（連続式）からウラン・プルトニウム混合脱硝設備の混合槽に至るプルトニウム溶液の主要な流れに位置する設備並びにプルトニウム精製設備のプルトニウム溶液一時貯槽、プルトニウム濃縮液一時貯槽、リサイクル槽、希釈槽、分離建屋一時貯留処理設備の第1一時貯留処理槽、第2一時貯留処理槽、第7一時貯留処理槽、第8一時貯留処理槽、精製建屋一時貯留処理設備の第1一時貯留処理槽、第2一時貯留処理槽、第3一時貯留処理槽及びウラン・プルトニウム混合脱硝設備の一時貯槽とする。また、これらの設備はプルトニウムを含む溶液を内蔵する機器としてもSクラスに属する設備であり、これらを収納するセル等もSクラスとする。
- (注9) 第1切断装置は、固体廃棄物の廃棄施設であるが、燃料貯蔵設備のチャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピットに設置しているため、当該ピットへの波及的影響を考慮すべき設備として、本欄に記載するものとする。
- (注10) 溶解設備のハル洗浄槽、水バッファ槽、分配設備のプルトニウム洗浄器、分離建屋一時貯留処理設備の第5一時貯留処理槽、第9一時貯留処理槽、第10一時貯留処理槽、精製建屋一時貯留処理設備の第4一時貯留処理槽及び溶媒回収設備の溶媒再生系分離・分配系の第1洗浄器はBクラスであるが、溶液の放射線分解により発生する水素の爆発を適切に防止するため、Sクラスとする。
- (注11) ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の定量ポット、中間ポット及び脱硝装置のグローブボックスは、損傷により公衆に与える放射線の影響が十分小さいためBクラスとする。ただし、収納するSクラスの機器へ波及的影響を与えないようSクラス施設に適用される地震力に対し、耐えるように設計する。
- (注12) 北換気筒はCクラスであるが、Sクラスの冷却塔へ波及的影響を与えないようSクラス施設に適用される地震力に対し、耐えるように設計する。
- (注13) 第1ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンはBクラスであるが、Sクラスの遮蔽容器と一体構造のため、Sクラス施設に適用される地震力に対し、耐えるように設計する。
- (注14) 使用済燃料輸送容器管理建屋の使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫及びトレイエリアは、輸送容器に波及的破損を与えないよう設計する。

第3.2-1表 重大事故等対処設備（主要設備）の設備分類

第34条 臨界事故の拡大を防止するための設備																		
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔（）内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物								
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度分類	分類													
可溶性中性子吸収材の自動供給	代替可溶性中性子吸収材緊急供給回路	緊急停止系（前処理建屋用、電路含む）	安全保護回路の可溶性中性子吸収材緊急供給回路及びせん断停止回路	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋	Ss	—								
	代替可溶性中性子吸収材緊急供給系	代替可溶性中性子吸収材緊急供給槽	溶解設備の可溶性中性子吸収材緊急供給系	—	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋	Ss	—							
		代替可溶性中性子吸収材緊急供給弁									—							
		代替可溶性中性子吸収材緊急供給系主配管・弁 安全圧縮空気系									—							
	重大事故時可溶性中性子吸収材供給回路	緊急停止系（前処理建屋用、電路含む）	—	—	C	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	前処理建屋	静的地震力	—							
		緊急停止系（精製建屋用、電路含む）	—	S	精製建屋				Ss	—								
	重大事故時可溶性中性子吸収材供給系	重大事故時可溶性中性子吸収材供給槽（ハル洗浄槽用）	—	—	B	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	前処理建屋	静的地震力	—							
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁（ハル洗浄槽用）									—							
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給系配管・弁（ハル洗浄槽用）									—							
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給槽（エンドピース酸洗浄槽用）									—							
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁（エンドピース酸洗浄槽用）									—							
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給系配管・弁（エンドピース酸洗浄槽用）									—							
		一般圧縮空気系									（一般圧縮空気系）	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	前処理建屋	静的地震力	—
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給槽（第7一時貯留処理槽用）									—	S	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	精製建屋	Ss	—
		重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁（第7一時貯留処理槽用）																—
重大事故時可溶性中性子吸収材供給系配管・弁（第7一時貯留処理槽用）		—																
安全圧縮空気系	（安全圧縮空気系）	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	—												
重大事故時可溶性中性子吸収材供給槽（第5一時貯留処理槽用）	—	B	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	精製建屋	静的地震力	—										
重大事故時可溶性中性子吸収材供給弁（第5一時貯留処理槽用）								—										
重大事故時可溶性中性子吸収材供給系配管・弁（第5一時貯留処理槽用）								—										
一般圧縮空気系	（一般圧縮空気系）	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	精製建屋	静的地震力	—										

(つづき)

系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設 備及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物	間接支持構造物		建物・構築物	
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類			分類			
臨界事故により発生する放射線分解水素の掃気	臨界事故時水素掃気系	安全圧縮空気系	(安全圧縮空気系)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、 精製建屋	Ss	—
		機器圧縮空気供給配管・弁 一般圧縮空気系	安全圧縮空気系 (一般圧縮空気系)	S (C)				常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備
貯留設備による放射性物質の貯留	廃ガス貯留設備	廃ガス貯留設備の隔離弁	—	S	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	前処理建屋、 精製建屋	Ss	—
		廃ガス貯留設備の逆止弁	—							—
		廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽	—							—
		廃ガス貯留設備の配管・弁	—							—
		廃ガス貯留設備の空気圧縮機	—	C	—	静的地震力	—			
		凝縮器	(せん断処理・溶解廃ガス処 理設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋	Ss	—
		高性能粒子フィルタ								—
		排風機								—
		隔離弁								—
		せん断処理・溶解廃ガス処理設備主配 管・弁	前処理建屋塔槽類廃ガス処 理設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、 洞道	Ss	—
		前処理建屋塔槽類廃ガス処理設備主 配管	(高レベル廃液ガラス固化建 屋塔槽類廃ガス処理設備)	(S)						—
		高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃 ガス処理設備 高レベル濃縮廃液廃 ガス処理系主配管	(高レベル廃液ガラス固化建 屋塔槽類廃ガス処理設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	精製建屋	Ss	—
		凝縮器	(精製建屋塔槽類廃ガス処 理設備)	(S)						—
		高性能粒子フィルタ								—
		排風機								—
		隔離弁			—					
精製建屋塔槽類廃ガス処理設備塔槽 類廃ガス処理系 (プルトニウム系) 主 配管・弁	(ウラン・プルトニウム混合 脱硝建屋塔槽類廃ガス処 理設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	精製建屋、 洞道	Ss	—		
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔 槽類廃ガス処理設備主配管								—		
安全圧縮空気系	(安全圧縮空気系)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、 精製建屋	Ss	—		
一般圧縮空気系	(一般圧縮空気系)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	前処理建屋、 精製建屋	静的地震力	—		
一般冷却水系	(一般冷却水系)							—		
第1低レベル廃液処理系	(第1低レベル廃液処理系)							—		
主排気筒	(主排気筒)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	—	—	支持鉄塔、基礎	Ss	—		

(つづき)

第35条 冷却機能の喪失による蒸発乾固の拡大の防止のための設備										
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物	建物・構築物	
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類					
内部ループ通水 による冷却	代替安全冷却水系	内部ループ配管・弁	安全冷却水系	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋, 分離建屋, 精製 建屋, ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋, 高レベル廃液 ガラス固化建屋	Ss	-
		冷却コイル配管・弁								-
		冷却ジャケット配管・弁								-
		冷却水給排水配管・弁								-
水供給設備	第1貯水槽	第41条に記載								
貯槽等への注水	代替安全冷却水系	機器注水配管・弁	安全冷却水系	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋, 分離建屋, 精製 建屋, ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋, 高レベル廃液 ガラス固化建屋	Ss	-
		冷却水注水配管・弁								-
	水供給設備	第1貯水槽	第41条に記載							
冷却コイル等へ の通水による冷 却	代替安全冷却水系	冷却コイル配管・弁	安全冷却水系	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋, 分離建屋, 精製 建屋, ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋, 高レベル廃液 ガラス固化建屋	Ss	-
		冷却ジャケット配管・弁								-
		冷却水給排水配管・弁								-
	水供給設備	第1貯水槽	第41条に記載							
セルへの導出経 路の構築及び代 替セル排気系に よる対応	セル導出設備	配管・弁	塔槽類廃ガス処理設備	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋, 分離建屋, 精製 建屋, ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋, 高レベル廃液 ガラス固化建屋	Ss	-
		隔離弁								-
		塔槽類廃ガス処理設備からセルに導 出するユニット								-
		セル導出ユニットフィルタ								-
		凝縮器								-
		予備凝縮器								-
		高レベル廃液濃縮倍凝縮器								-
		第1エジェクタ凝縮器								-
		気液分離器								-
		凝縮液回収系								-
	ダクト・ダンパ	-								
代替安全冷却水系	凝縮器冷却水給排水配管・弁 冷却水配管・弁(凝縮器)	安全冷却水系	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋, 分離建屋, 精製 建屋, ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋, 高レベル廃液 ガラス固化建屋	Ss	-	
水供給設備	第1貯水槽	第41条に記載								
代替セル排気系	ダクト・ダンパ	主排気筒へ排出するユニット	建屋換気設備	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋, 分離建屋, 精製 建屋, ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋, 高レベル廃液 ガラス固化建屋, 河道	Ss	-
		主排気筒	(主排気筒)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	-	-	支持鉄塔, 基礎	Ss	-

(つづき)

第36条 放射線分解により発生する水素による爆発の発生防止のための設備										
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔（）内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類					
水素爆発を未然に防止するための空気の供給	代替安全圧縮空気系	水素前気配管・弁	安全圧縮空気系	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋	Ss	-
		機器圧縮空気供給配管・弁								-
		建屋内空空中継配管								-
		圧縮空気自動供給貯槽								-
		圧縮空気自動供給ユニット								-
		機器圧縮空気自動供給ユニット								-
水素爆発の再発を防止するための空気の供給	代替安全圧縮空気系	機器圧縮空気供給配管・弁	安全圧縮空気系	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋	Ss	-
		建屋内空空中継配管								-
		圧縮空気手動供給ユニット								-
セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応	セル導出設備	配管・弁	塔槽類廃ガス処理設備	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋	Ss	-
		隔離弁								-
		水封安全器								-
		塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット								-
		セル導出ユニットフィルタ								-
		ダクト・ダンパ								-
	代替セル排気系	ダクト・ダンパ	建屋換気設備	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋、洞道	Ss	-
										主排気筒へ排出するユニット
		主排気筒	(主排気筒)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	-	-	支持鉄塔、基礎	Ss	-
										-

(つづき)

第37条 有機溶媒等による火災又は爆発の拡大防止のための設備											
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔 () 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物	
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類						
プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止	重大事故時供給停止回路	緊急停止系（精製建屋用、電路含む）	安全保護回路のプルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度高による加熱停止回路	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	設耐震重要重大事故等対処設備	精製建屋	Ss	-	
			プルトニウム濃縮缶加熱停止設備	一次蒸気停止弁	プルトニウム精製設備	C	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	精製建屋	静的地震力
廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留	廃ガス貯留設備	廃ガス貯留設備の隔離弁 廃ガス貯留設備の逆止弁 廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽 廃ガス貯留設備の配管・弁 廃ガス貯留設備の空気圧縮機 高性能粒子フィルタ 隔離弁 排風機 廃ガスボット 精製建屋塔槽類廃ガス処理設備塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）主配管・弁 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備主配管 高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備 高レベル濃縮廃液廃ガス処理系主配管 セル排気フィルタユニット グローブボックス・セル排風機 精製建屋換気設備ダクト・ダンパ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備ダクト・ダンパ 安全圧縮空気系 一般圧縮空気系 一般冷却水系 第1低レベル廃液処理系 主排気筒	-	-	S	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	精製建屋	Ss	-
			-	-	C	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	精製建屋	静的地震力	-
			(塔槽類廃ガス処理設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	設耐震重要重大事故等対処設備	精製建屋	Ss	-	
			(建屋換気設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	設耐震重要重大事故等対処設備	精製建屋	Ss	-	
			(安全圧縮空気系)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	設耐震重要重大事故等対処設備	精製建屋	Ss	-	
			(一般圧縮空気系)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	精製建屋	静的地震力	-	
			(第1低レベル廃液処理系)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	-	-	支持鉄塔、基礎	Ss	-	

新 R ① JN 機 G IV 00536 D

(つづき)

第38条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等の機能喪失の発生防止のための設備										
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔 () 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物	間接支持構造物	建物・構築物		
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類					
燃料貯蔵プール 等への注水	水供給設備	第1貯水槽	第41条に記載							
燃料貯蔵プール 等へのスプレイ	水供給設備	第1貯水槽	第41条に記載							
燃料貯蔵プール 等の水の漏えい 抑制	漏えい抑制設備	サイフォンブレーカ	プール水浄化・冷却設備 プール水冷却系（プール・ピットへの戻りの配管の逆止弁）	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	Ss	-
		止水板及び蓋								-
燃料貯蔵プール 等における臨界 防止	臨界防止設備	燃料仮置きラック	(燃料取出し設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	Ss	-
		燃料貯蔵ラック	(燃料貯蔵設備)							-
		バスケット仮置き架台（実入り用）								-

新 R ① JN 機 G IV 00537 D

(つづき)

第40条 工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備								
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔（ ）内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物	間接支持構造物	建物・構造物
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類			
燃料貯蔵プール 等への大容量の 注水/建物放水 /航空機衝突に よる航空機燃料 火災及び化学火 災に係る措置	水供給設備	第1貯水槽				第41条に記載		

(つづき)

第41条 重大事故等への対処に必要なとなる水の供給設備										
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔（ ）内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類					
各重大事故等対 処のための水源 確保/工場等外 への放射性物質 等の放出の抑制 に係る対応のた めの水源確保/ 第2貯水槽から 第1貯水槽への 水の補給/敷地 外水源から第1 貯水槽への水の 補給	水供給設備	第1貯水槽	給水処理設備	C	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	-	-	第1保管庫・貯水所	静的地震力	○
第2貯水槽から 第1貯水槽への 水の補給	水供給設備	第2貯水槽	給水処理設備	C	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	-	-	第2保管庫・貯水所	静的地震力	○

新 R ① JN 機 G IV 00539 D

(つづき)

第42条 電源設備											
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物	
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類						
常設重大事故等 対処設備による 給電	受電開閉設備	受電開閉設備	(受電開閉設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	ユーティリティ建屋、第2 ユーティリティ建屋	静的地震力	-	
		受電変圧器								-	
所内高圧系統	(非常用所内高圧系統)	非常用電源建屋の6.9kV非常用主母線	(非常用所内高圧系統)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、ウラン・プルト ニウム混合脱硝建屋、使用済 燃料受入れ・貯蔵建屋、制御 建屋、非常用電源建屋、洞道	Ss	-	
		前処理建屋の6.9kV非常用母線								-	
		制御建屋の6.9kV非常用母線								-	
		ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 の6.9kV非常用母線								-	
		使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施 設の6.9kV非常用母線								-	
	(常用所内高圧系統)	(C)	ユーティリティ建屋の6.9kV運転予 備用主母線	(常用所内高圧系統)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	ユーティリティ建屋、第2ユ ーティリティ建屋、前処理 建屋、分離建屋、精製建屋、 ウラン・プルトニウム混合脱 硝建屋、高レベル廃液ガラス 固化建屋、低レベル廃棄物処 理建屋、使用済燃料受入れ・ 貯蔵建屋、制御建屋、洞道	静的地震力	-
			ユーティリティ建屋の6.9kV常用主 母線								-
			ユーティリティ建屋の6.9kV運転予 備用母線								-
			第2ユーティリティ建屋の6.9kV 運転予備用主母線								-
			第2ユーティリティ建屋の6.9kV 常用主母線								-
			前処理建屋の6.9kV運転予備用母線								-
			分離建屋の6.9kV運転予備用母線								-
			精製建屋の6.9kV運転予備用母線								-
			制御建屋の6.9kV運転予備用母線								-
			ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 の6.9kV運転予備用母線								-
			高レベル廃液ガラス固化建屋の6.9k V運転予備用母線								-
			低レベル廃棄物処理建屋の6.9kV 運転予備用母線								-
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施 設の6.9kV常用母線	-										

(つづき)

第42条 電源設備										
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物	建物・構築物	
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類					
常設重大事故等 対処設備による 給電	所内低圧系統	非常用電源建屋の460V非常用母線	(非常用所内低圧系統)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、分離建屋、精製 建屋、ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋、高レベル廃 液ガラス固化建屋、使用済 燃料受入れ・貯蔵建屋、非常 用電源建屋、制御建屋、河 道	Ss	-
		前処理建屋の460V非常用母線								-
		分離建屋の460V非常用母線								-
		精製建屋の460V非常用母線								-
		制御建屋の460V非常用母線								-
		ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 の460V非常用母線								-
		高レベル廃液ガラス固化建屋の460V 非常用母線								-
		使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施 設の460V非常用母線								-
		ユーティリティ建屋の460V運転予備 母線								-
		第2ユーティリティ建屋の460V 運 転予備母線								-
	前処理建屋の460V運転予備母線	-								
	分離建屋の460V運転予備母線	-								
	精製建屋の460V運転予備母線	-								
	制御建屋の460V運転予備母線	-								
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 の460V運転予備母線	(常用所内低圧系統)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	ユーティリティ建屋、第2ユ ーティリティ建屋、前処理 建屋、分離建屋、精製建屋、 ウラン・プルトニウム混合脱 硝建屋、高レベル廃液ガラス 固化建屋、低レベル廃棄物処 理建屋、低レベル廃液処理建 屋、ハル・エンドピース貯蔵 建屋、ウラン脱硝建屋、制御 建屋、河道	静的地震力	-	
	第2ユーティリティ建屋の460V 運 転予備母線								-	
	前処理建屋の460V運転予備母線								-	
	分離建屋の460V運転予備母線								-	
	精製建屋の460V運転予備母線								-	
	制御建屋の460V運転予備母線								-	
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 の460V運転予備母線	-									
高レベル廃液ガラス固化建屋の460V 運転予備母線	-									
低レベル廃棄物処理建屋の460V 運 転予備母線	-									
低レベル廃液処理建屋の460V運転予 備母線	-									
ハル・エンドピース貯蔵建屋の460V 運転予備母線	-									
ウラン脱硝建屋の460V運転予備母 線	-									

(つづき)

第42条 電源設備												
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物	建物・構築物			
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類							
常設重大事故対 処設備による給 電	直流電源設備	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の第1非常用直流電源設備	(非常用直流電源設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	使用済燃料受入れ・貯蔵施設、非常用電源建屋、前処理建屋、分離建屋、精製建屋、制御建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋、洞道	Ss	-		
		非常用電源建屋の第2非常用直流電源設備								-		
		前処理建屋の第2非常用直流電源設備								-		
		分離建屋の第2非常用直流電源設備								-		
		精製建屋の第2非常用直流電源設備								-		
		制御建屋の第2非常用直流電源設備								-		
		ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の第2非常用直流電源設備								-		
		高レベル廃液ガラス固化建屋の第2非常用直流電源設備								-		
		ユーティリティ建屋の直流電源設備								-		
	直流電源設備	(常用直流電源設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	ユーティリティ建屋、第2ユーティリティ建屋、前処理建屋、低レベル廃棄物処理建屋、低レベル廃液処理建屋、ハル・エンドピース貯蔵建屋、ウラン脱硝建屋、制御建屋、洞道	静的地盤力	-	
											第2ユーティリティ建屋の直流電源設備	-
											前処理建屋の直流電源設備	-
											制御建屋の直流電源設備	-
											低レベル廃棄物処理建屋の直流電源設備	-
											低レベル廃液処理建屋の直流電源設備	-
											ハル・エンドピース貯蔵建屋の直流電源設備	-
											ウラン脱硝建屋の直流電源設備	-

(つぎ)

第42条 電源設備																			
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔 () 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物									
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類														
常設重大事故等 対処設備による 給電	計測制御用交流電源設備	前処理建屋の非常用計測制御用交流 電源設備	(非常用計測制御用交流電源設 備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋, 分離建屋, 精 製建屋, ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋, 高レベ ル廃液ガラス固化建屋, 使 用済燃料受入れ・貯蔵建屋, 制御建屋, 洞道	Ss	-									
		分離建屋の非常用計測制御用交流電 源設備								-									
		精製建屋の非常用計測制御用交流電 源設備								-									
		制御建屋の非常用計測制御用交流電 源設備								-									
		ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の 非常用計測制御用交流電源設備								-									
		高レベル廃液ガラス固化建屋の非常 用計測制御用交流電源設備								-									
		使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設 の非常用計測制御用交流電源設備								-									
		ユーティリティ建屋の計測制御用交 流電源設備								(常用計測制御用交流電源設 備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	ユーティリティ建屋, 第2ユ ーティリティ建屋, 前処理 建屋, 分離建屋, 精製建屋, 制御建屋, ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋, 高レベ ル廃液ガラス固化建屋, 使用済 燃料受入れ・貯蔵建屋, 洞 道	静的地震力	-		
		第2ユーティリティ建屋の計測制御用 交流電源設備															-		
		前処理建屋の計測制御用交流電源設 備															-		
		分離建屋の計測制御用交流電源設備															-		
		精製建屋の計測制御用交流電源設備															-		
		制御建屋の計測制御用交流電源設備															-		
		ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 の計測制御用交流電源設備															-		
		高レベル廃液ガラス固化建屋の計測 制御用交流電源設備															-		
		使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施 設の計測制御用交流電源設備															-		
		使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施 設の計測制御用交流電源設備															-		
		可搬型重大事故 等対処設備による 給電								代替所内電気設備	前処理建屋の重大事故対処用母線 (常設分電盤, 常設電源ケーブル)	電気設備	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋, 分離建屋, 精 製建屋, ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋, 高レベ ル廃液ガラス固化建屋	Ss	-
											分離建屋の重大事故対処用母線 (常設分電盤, 常設電源ケーブル)								-
精製建屋の重大事故対処用母線 (常設分電盤, 常設電源ケーブル)	-																		
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の 重大事故対処用母線 (常設分電盤, 常設電源ケーブル)	-																		
高レベル廃液ガラス固化建屋の重大事 故対処用母線 (常設分電盤, 常設電 源ケーブル)	-																		
補機駆動用燃料 補給設備による 給油	補機駆動用燃料補給設備	第1 軽油貯槽	燃料貯蔵設備	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	-	-	基礎	Ss	-									
		第2 軽油貯槽								-									

(つづき)

第43条 計装設備																	
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物							
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類												
共通	圧縮空気設備	安全圧縮空気系	(安全圧縮空気系)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋	Ss	-							
		一般圧縮空気系	(一般圧縮空気系)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備						機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	静的地震力	-			
臨界事故の拡大を防止するための設備の監視パラメータ	計装設備	臨界検知用放射線検出器	-	C	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	前処理建屋、精製建屋	静的地震力	-							
		廃ガス貯留設備の圧力計								-							
		廃ガス貯留設備の流量計								-							
		廃ガス貯留設備の放射線モニタ								-							
		溶解槽圧力計								-							
		廃ガス洗浄塔入口圧力計								(計測制御設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	前処理建屋 精製建屋	Ss	-
有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備の監視パラメータ	計装設備	プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度計	(計測制御設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	精製建屋	Ss	-							
		廃ガス洗浄塔入口圧力								-							
		プルトニウム濃縮缶供給槽液位計								(計測制御設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	精製建屋	静的地震力	-
		供給槽ゲデオン流量計															-
		プルトニウム濃縮缶圧力計															-
		プルトニウム濃縮缶気相部温度計															-
		プルトニウム濃縮缶液相部温度計															-

(つづき)

第43条 計装設備											
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔（ ）内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物	
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類						
有機溶媒等による 火災又は爆発 に対処するための 設備の監視パ ラメータ	計装設備	廃ガス貯留設備の圧力計	—	C	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	精製建屋	静的地震力	—	
		廃ガス貯留設備の流量計								—	
監視・記録設備	計測制御装置	監視制御盤	(制御室)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	制御建屋	静的地震力	—	
		安全系監視制御盤	(制御室)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	制御建屋	Ss	—	
	情報把握計装設備	情報把握計装設備用屋内伝送系統	計測制御設備	—	C	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	前処理建屋, 分譲建屋, 精製 建屋, ウラン・プルトニウ ム混合酸燐建屋, 高レベル廃 液ガラス固化建屋, 制御建 屋, 使用済燃料受入れ・貯蔵 建屋, 第1保管庫・貯水所, 第2保管庫・貯水所	静的地震力	—
		建屋間伝送用無線装置									—

(つづき)

第44条 制御室										
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類					
制御室換気設備	制御建屋中央制御室換気設備	中央制御室送風機	(制御建屋中央制御室換気設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	制御建屋	Ss	-
		制御建屋の換気ダクト								-
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋制御室換気設備	制御室送風機	(使用済燃料受入れ・貯蔵建屋制御室換気設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	静的地震力	-
		使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の換気ダクト								-
	計測制御装置	制御建屋安全系監視制御盤	(制御室)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	制御建屋	Ss	-
		使用済燃料受入れ・貯蔵建屋安全系監視制御盤						使用済燃料受入れ・貯蔵建屋		-
制御室遮蔽設備	中央制御室遮蔽	中央制御室遮蔽	(中央制御室遮蔽)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	-	-	制御建屋	静的地震力	○
	制御室遮蔽	制御室遮蔽	(制御室遮蔽)					使用済燃料受入れ・貯蔵建屋		○

(つづき)

第45条 監視測定設備										
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物		建物・構築物
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類					
放射性物質の濃度及び線量の測定	放射線監視設備	主排気筒の排気モニタリング設備排気筒モニタ	(放射線監視設備)	(S)	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	主排気筒管理建屋	Ss	—
		主排気筒の排気モニタリング設備排気サンプリング設備	(放射線監視設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備		静的地震力	—
		北換気筒(使用済燃料受入れ・貯蔵建屋換気筒)の排気モニタリング設備 排気筒モニタ	(放射線監視設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	北換気筒管理建屋	静的地震力	—
		北換気筒(使用済燃料受入れ・貯蔵建屋換気筒)の排気モニタリング設備 排気サンプリング設備							—	—
		使用済燃料受入れ・貯蔵建屋換気設備(建屋排風機から北換気筒までのダクト)	(使用済燃料受入れ・貯蔵建屋制御室換気設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋、洞道	静的地震力	—
		北換気筒(使用済燃料受入れ・貯蔵建屋換気筒)	(北換気筒)					—	—	支持鉄塔、基礎
		環境モニタリング設備モニタリングポスト	(放射線監視設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	—	—	—	—	—
	環境モニタリング設備ダスト モニタ	—								—
	代替モニタリング設備	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋換気設備(ダクトの一部)	(使用済燃料受入れ・貯蔵建屋換気設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	静的地震力	—
	試料分析関係設備	放出管理分析設備 放射能測定装置(ガスフロー カウンタ)	(試料分析関係設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	分析建屋	静的地震力	—
放出管理分析設備 放射能測定装置(液体シンチレーション カウンタ)										—
放出管理分析設備 核種分析装置										—
環境試料測定設備 核種分析装置										—
風向、風速その他の気象条件の測定	環境管理設備	気象観測設備	(環境管理設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備	環境管理建屋	静的地震力	—

新 R ① JN 機 G IV 00547 D

(つづき)

第46条 緊急時対策所											
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物	間接支持構造物	建物・構築物			
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類						分類	
居住性を確保するための設備	緊急時対策建屋	緊急時対策建屋の遮蔽設備	—	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	—	—	緊急時対策建屋	Ss	○	
	緊急時対策建屋換気設備	緊急時対策建屋送風機	—	—	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	緊急時対策建屋	Ss	—
		緊急時対策建屋排風機	—								—
		緊急時対策建屋フィルタユニット	—								—
		緊急時対策建屋加圧ユニット	—								—
		緊急時対策建屋換気設備ダクト・ダンパ	—								—
		緊急時対策建屋加圧ユニット配管・弁	—								—
		対策本部室差圧計	—								—
待機室差圧計	—	—									
監視制御盤	—	—									
必要な指示及び通信連絡に関わる設備	緊急時対策建屋情報把握設備	情報収集装置	—	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	緊急時対策建屋	Ss	—	
		情報表示装置	—	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	緊急時対策建屋	静的地震力	—	
		データ収集装置	(データ収集装置)							—	
		データ表示装置	(データ表示装置)							—	
	再処理事業所外への通信連絡設備	一般加入電話	第47条に記載				第47条に記載				
再処理事業所外への通信連絡設備	一般携帯電話										
再処理事業所外への通信連絡設備	衛星携帯電話										
再処理事業所外への通信連絡設備	ファクシミリ										
再処理事業所外への通信連絡設備	統合原子力防災ネットワークIP電話										
再処理事業所外への通信連絡設備	統合原子力防災ネットワークIP-FAK										
再処理事業所外への通信連絡設備	統合原子力防災ネットワークTV会議システム										
再処理事業所内への通信連絡設備	ページング装置	第47条に記載				第47条に記載					
再処理事業所内への通信連絡設備	専用回線電話										
緊急時対策建屋電源設備	緊急時対策建屋代替電源設備	緊急時対策建屋用発電機	—	S	常設耐震重要重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備	緊急時対策建屋	Ss	—	
		緊急時対策建屋高圧系統 6.9kV緊急時対策建屋用母線	—							—	
		緊急時対策建屋低圧系統 460V緊急時対策建屋用母線	—							—	
		燃料油移送ポンプ	—							—	
		燃料油配管・弁	—							—	
	重油貯槽	—	常設耐震重要重大事故等対処設備	—	—	基礎	Ss	—			

(つづき)

第47条 通信連絡を行うために必要な設備										
系統機能	設備		代替する機能を有する安全機能を有する施設 〔() 内は、設計基準対象の設備を兼ねる設備 及びその耐震重要度分類〕		設備分類	直接支持構造物		間接支持構造物	建物・構築物	
	設備名称	構成する機器	設備	耐震重要度 分類	分類					
再処理事業所内 の通信連絡	通信連絡設備	ページング装置	(通信連絡設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	前処理建屋、分離建屋、精製 建屋、ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋、高レベル廃 液ガラス固化建屋、制御建 屋、使用済燃料受入れ・貯蔵 建屋、緊急時対策建屋、ユー ティリティ建屋、洞道	静的地震力	-
		所内携帯電話						制御建屋、低レベル廃棄物 処理建屋、ユーティリティ 建屋、洞道		-
		専用回線電話						制御建屋、使用済燃料受入 れ・貯蔵建屋、緊急時対策 建屋、洞道		-
		一般加入電話						制御建屋、使用済燃料受入 れ・貯蔵建屋		-
		ファクシミリ						制御建屋、使用済燃料受入 れ・貯蔵建屋		-
		プロセスデータ伝送サーバ						制御建屋		-
		放射線管理用計算機						制御建屋		-
		環境中継サーバ						緊急時対策建屋		-
		総合防災盤						制御建屋		-
		代替通信連絡設備						代替通話系統		通信連絡設備
再処理事業所外 への通信連絡	通信連絡設備	一般加入電話	(通信連絡設備)	(C)	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	機器・配管等の支持構造物	常設耐震重要重大事故等対処設備 以外の常設重大事故等対処設備	制御建屋、緊急時対策建屋	静的地震力	-
		一般携帯電話						緊急時対策建屋		-
		衛星携帯電話						制御建屋、緊急時対策建屋		-
		ファクシミリ						制御建屋、緊急時対策建屋		-
		統合原子力防災ネットワークIP電 話						緊急時対策建屋		-
		統合原子力防災ネットワークIP -FAX								-
		統合原子力防災ネットワークTV会 議システム								-
		データ伝送設備								-

IV-1-1-4 波及的影響に係る 基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 基本設計	1
3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針	1
4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設	4
4.1 相対変位又は不等沈下の観点	4
4.2 接続部の観点	4
4.3 建屋内施設の損傷, 転倒及び落下の観点	4
4.4 建屋外施設の損傷, 転倒及び落下の観点	4
5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針	6
5.1 耐震評価部位	6
5.2 地震応答解析	6
5.3 設計用地震動又は地震力	6
5.4 荷重の種類及び荷重の組合せ	6
5.5 許容限界	6
6. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討	7

1. 概要

本資料は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき耐震設計を行うに当たり、波及的影響を考慮した設計の基本的な考え方を説明するものである。

本資料の適用範囲は、安全機能を有する施設のうち耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故等対処施設(以下「上位クラス施設」という。)である。

2. 基本設計

上位クラス施設は、下位のクラスに属する施設(以下「下位クラス施設」という。)の波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。

常設耐震重要重大事故等対処設備が設置される常設重大事故等対処施設(以下「常設重大事故等対処施設」という。)は、安全機能を有する施設のうち、Bクラス及びCクラスに属する施設、常設耐震重要重大事故等対処設備以外の常設重大事故等対処設備、可搬型重大事故等対処設備の波及的影響によって、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないように設計する。

3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針

上位クラス施設の設計においては、「事業指定基準規則の解釈別記2」(以下「別記2」という。)に記載の以下の4つの観点で実施する。

また、本方針における常設重大事故等対処施設の設計においては、別記2における「耐震重要施設」及び「上位クラス施設」を「常設重大事故等対処施設」に、「安全機能」を「重大事故等に対処するために必要な機能」に読み替えて適用する。

- (1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響
- (2) 耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響
- (3) 建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による耐震重要施設への影響
- (4) 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による耐震重要施設への影響

また、上記(1)～(4)以外に設計の観点に含める事項がないかを確認するために原子力施設情報公開ライブラリー(NUCIA:ニューシア)から原子力施設の被害情報、官公庁等の公開情報から化学プラントの被害情報を抽出し、その要因を整理する。地震被害の発生要因が上記(1)～(4)の検討事項に分類されない要因については、その要因も設計の観点に追加する。

上記(1)～(4)に基づき、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設の設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

- (1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響
建屋外に設置する耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設を対象に、安全機能を損なわないように下位クラス施設の設計を行う。
 - ① 建屋間の相対変位による影響

下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位により、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう、以下の通り設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位を想定しても、下位クラス施設が上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設との間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位により、下位クラス施設が上位クラス施設に衝突する位置にある場合には、衝突部分の接触状況の確認、建屋全体評価又は局部評価を実施し、衝突に伴い、上位クラス施設の安全機能が損なわれるおそれのないよう設計する。

以上の設計方針のうち、建屋全体評価又は局部評価を実施して設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

② 地盤の不等沈下による影響

下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下により、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう、以下の通り設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の不等沈下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設との間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、不等沈下を起こさない十分な支持性能をもつ地盤に下位クラス施設を設置する。下位クラス施設を上位クラス施設に要求される支持性能が十分でない地盤に設置する場合は、下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持する設計とする。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持する設計する。

以上の設計方針のうち、不等沈下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

(2) 耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響

建屋内外に設置する耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設を対象に、安全機能を損なわないよう下位クラス施設の設計を行う。

上位クラス施設と下位クラス施設との接続部には、原則、Sクラスの隔離弁等を設置する等により分離し、故障時等に隔離されるよう設計する。隔離されない接続部以降の下位クラス施設については、下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、内部流体の内包機能、構造強度等を確保するよう設計する。又

は、これらが維持されなくなる可能性がある場合は、下位クラス施設の損傷と隔離によるプロセス変化により、上位クラス施設の内部流体の温度、圧力に影響を与えても、支持構造物を含めて系統としての機能が設計の想定範囲内に維持されるよう設計する。

以上の設計方針のうち、内部流体の内包機能、機器・配管系の動的機能、構造強度を確保するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

- (3) 建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による耐震重要施設への影響
建屋内に設置する耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設を対象に、安全機能を損なわないように下位クラス施設の設計を行う。

隔離による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、下位クラス施設が損傷、転倒及び落下に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち、構造強度設計を行う、又は下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

- (4) 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による耐震重要施設への影響
建屋外に設置する耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設を対象に、安全機能を損なわないように下位クラス施設の設計を行う。

隔離による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、下位クラス施設が損傷、転倒及び落下に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち、構造強度設計を行う、又は下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及

的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

「3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針」に基づき構造強度を確保するように設計するものとして選定した下位クラス施設を以下に示す。

4.1 相対変位又は不等沈下の観点

(1) 建屋間相対変位による影響

今回申請する施設については、建屋間相対変位による波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はない。

(2) 地盤の不等沈下による影響

今回申請する施設については、地盤の不等沈下による波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はない。

4.2 接続部の観点

今回申請する施設については、接続部の観点による波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はない。

4.3 建屋内施設の損傷、転倒及び落下の観点

今回申請する施設については、建屋内施設の損傷、転倒及び落下による波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はない。

4.4 建屋外施設の損傷、転倒及び落下の観点

(1) 分析建屋

下位クラス施設である分析建屋は、上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔及び制御建屋に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷により、安全冷却水B冷却塔及び制御建屋に衝突し、波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

(2) 安全冷却水B冷却塔の飛来物防護ネット

下位クラス施設である安全冷却水B冷却塔の飛来物防護ネットは、上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔を覆うように設置していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒又は落下により、安全冷却水B冷却塔に衝突して波及的影響を及ぼすため対象とした。

ここで選定した波及的影響を受けるおそれのある施設を第4.4-1表に示す。

第 4.4-1 表 建屋外下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による耐震重要施設への影響

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
<ul style="list-style-type: none"> ・安全冷却水 B 冷却塔 	<ul style="list-style-type: none"> ・分析建屋
<ul style="list-style-type: none"> ・安全冷却水 B 冷却塔 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全冷却水 B 冷却塔の飛来物防護ネット

5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針

「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」において選定した施設の耐震設計方針を以下に示し、以下の各項目による耐震評価方針を添付書類「IV-2-1-4-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」に示す。

5.1 耐震評価部位

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価対象部位は、それぞれの損傷モードに応じて選定する。

具体的には、評価対象下位クラス施設の不等沈下、相対変位、接続部における相互影響、損傷、転倒及び落下を防止するよう、主要構造部材、支持部等を評価対象として選定する。

また、地盤の不等沈下又は下位クラス施設の転倒を想定して設計する施設については、上位クラス施設の機能に影響がないよう評価部位を選定する。

各施設の耐震評価部位は、添付書類「IV-2-1-4-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」に示す。

5.2 地震応答解析

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計において実施する地震応答解析については、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、既設工認で実績があり、かつ最新の知見に照らしても妥当な手法及び条件を基本として行う。

施設の設計に適用する地震応答解析は、添付書類「IV-2-1-4-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」に示す。

5.3 設計用地震動又は地震力

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設においては、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

施設の設計に適用する地震動又は地震力は、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に示す。

5.4 荷重の種類及び荷重の組合せ

波及的影響の防止を目的とした設計において用いる荷重の種類及び荷重の組合せについては、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設と同じ運転状態において下位クラス施設に発生する荷重を組み合わせる。

また、地盤の不等沈下又は転倒を想定し、上位クラス施設の機能に影響がないよう設計する場合は、転倒等に伴い発生する荷重を組み合わせる。

荷重の設定においては、実運用・実事象上定まる範囲を考慮して設定する。

各施設の設計に適用する荷重の種類及び組み合わせは、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に示す。

5.5 許容限界

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価に用いる許容限界設定の考え方

を、以下建物・構築物及び機器・配管系に分けて示す。

5.5.1 建物・構築物

建物・構築物について、離隔による防護を講じることで、下位クラス施設の相対変位等による波及的影響を防止する場合は、下位クラス施設と上位クラス施設との距離を基本として許容限界を設定する。

また、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を防止する場合は、鉄筋コンクリート造耐震壁の最大せん断ひずみに対してJEAG4601-1987に基づく終局点に対応するせん断ひずみ、部材に発生する応力に対して終局耐力、部材に発生する変形に対して終局耐力時の変形、又は「建築基準法及び同施行令」に基づく層間変形角の評価基準値を基本として許容限界を設定する。

5.5.2 機器・配管系

機器・配管系について、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の接続部における相互影響並びに損傷、転倒及び落下を防止する場合は、評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していることに相当する許容限界を設定するものとし、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に示す基準地震動 S_s との荷重の組合せに適用する許容限界を設定する。

配管については、設置状況に応じて配管耐震評価上影響のある下位クラス配管を上位クラス配管に含めて構造強度設計を行う。

また、地盤の不等沈下又は転倒を想定する場合は、下位クラス施設の転倒等に伴い発生する荷重により、上位クラス施設の評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していること、また転倒した下位クラス施設と上位クラス施設との距離を許容限界として設定する。

なお、重大事故等に対処するために必要な機能が維持されることの確認に当たっては、上記に示す方針の他、塑性変形する場合であっても破断延性限界に至らず、その施設の機能に影響を及ぼすことがないものを許容限界として設定する。

6. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討

工事段階においても、安全機能を有する施設の設計段階の際に検討した配置・補強等が設計どおりに施されていることを、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行うことで確認する。また、仮置資材等、現場の配置状況等の確認を必要とする下位クラス施設についても合わせて確認する。

工事段階における検討は、「3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針」の4つの観点のうち、(3)及び(4)の観点、すなわち下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による影響について、現場調査により実施する。

確認事項としては、設計段階において検討した離隔による防護の観点で行う。すなわち、施設の損傷、転倒及び落下を想定した場合に上位クラス施設に衝突するおそれのある

範囲内に下位クラス施設がないこと,又は間に衝撃に耐えうる障壁,緩衝物等が設置されていること,仮置資材等については固縛など,転倒及び落下を防止する措置が適切に講じられていることを確認する。

ただし,仮置資材等の下位クラス施設自体が,明らかに影響を及ぼさない程度の大きさ,重量等の場合は対象としない。

以上を踏まえて,損傷,転倒及び落下により,上位クラス施設に波及的影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設が抽出されれば,必要に応じて,上記の確認事項と同じ観点で対策・検討を行う。すなわち,下位クラス施設の配置変更,下位クラス施設との間への緩衝物等の設置,固縛等による転倒・落下防止措置等を講じることで対策・検討を行う。

IV-1-1-5 地震応答解析の 基本方針

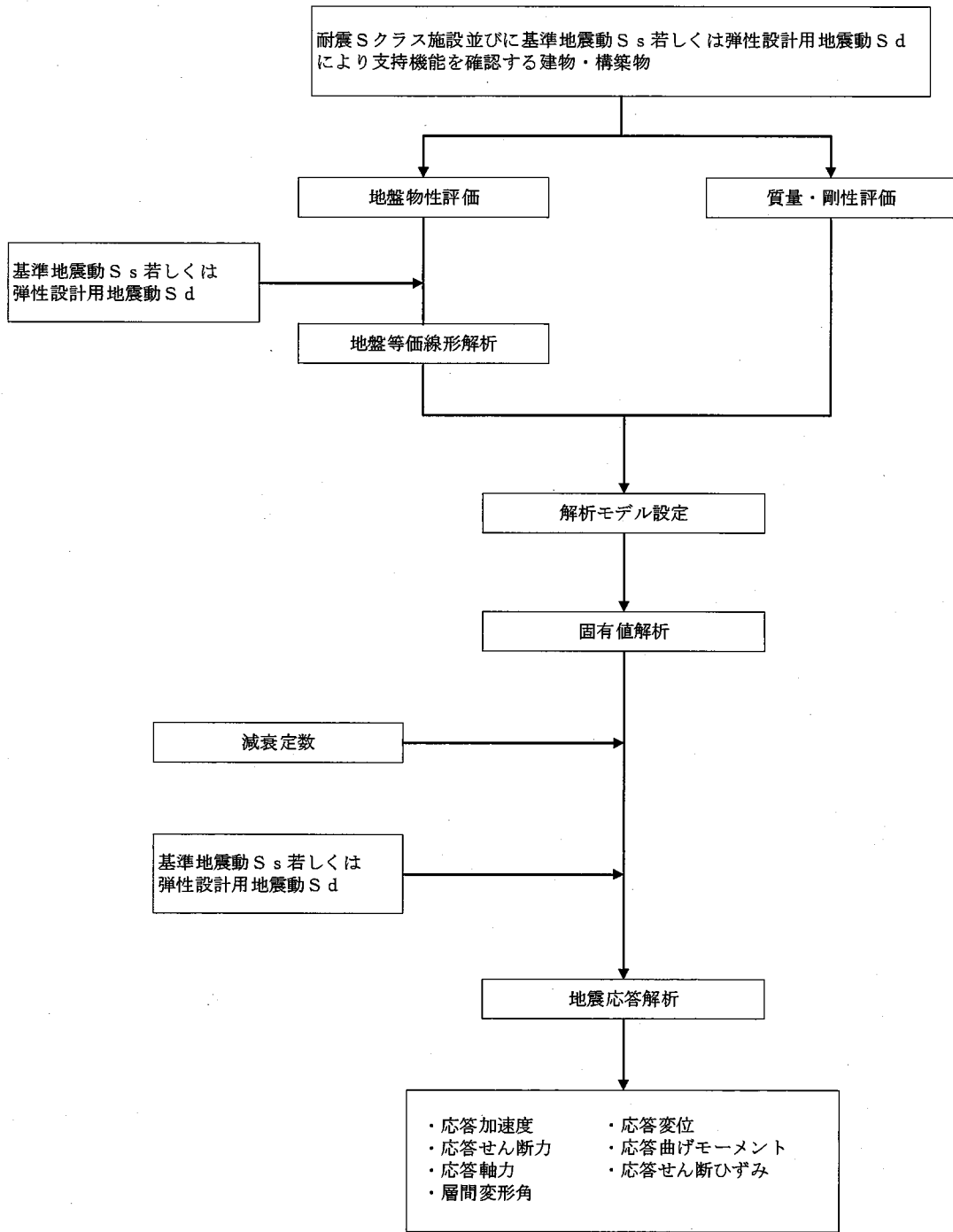
目 次

1. 概要	1
2. 地震応答解析の方針	5
2.1 建物・構築物	5
2.2 機器・配管系	7
3. 設計用減衰定数	9
別紙 地震観測網について	

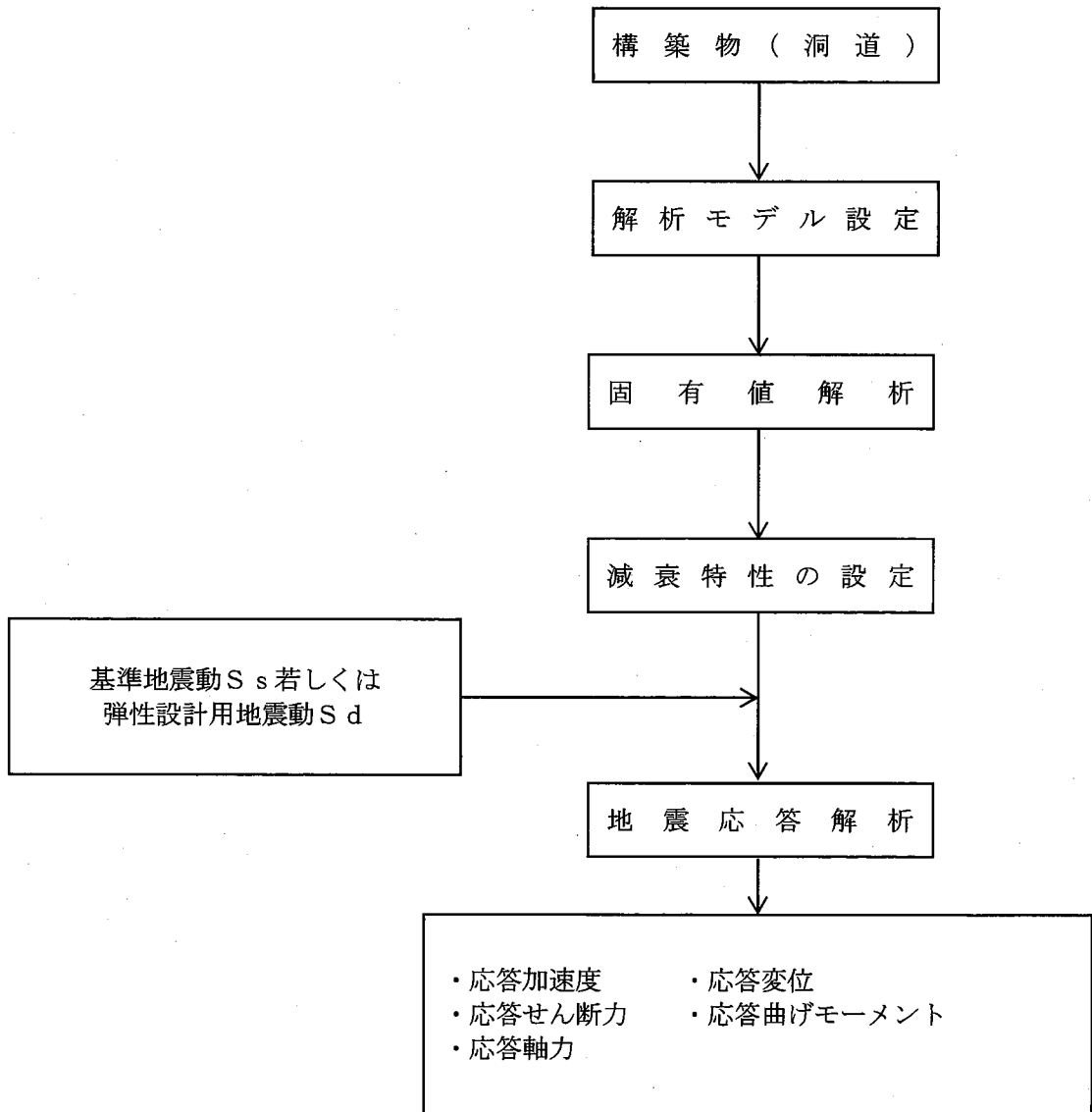
1. 概要

本資料は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に基づき、建物・構築物、機器・配管系の耐震設計を行う際の地震応答解析の基本方針を説明するものである。

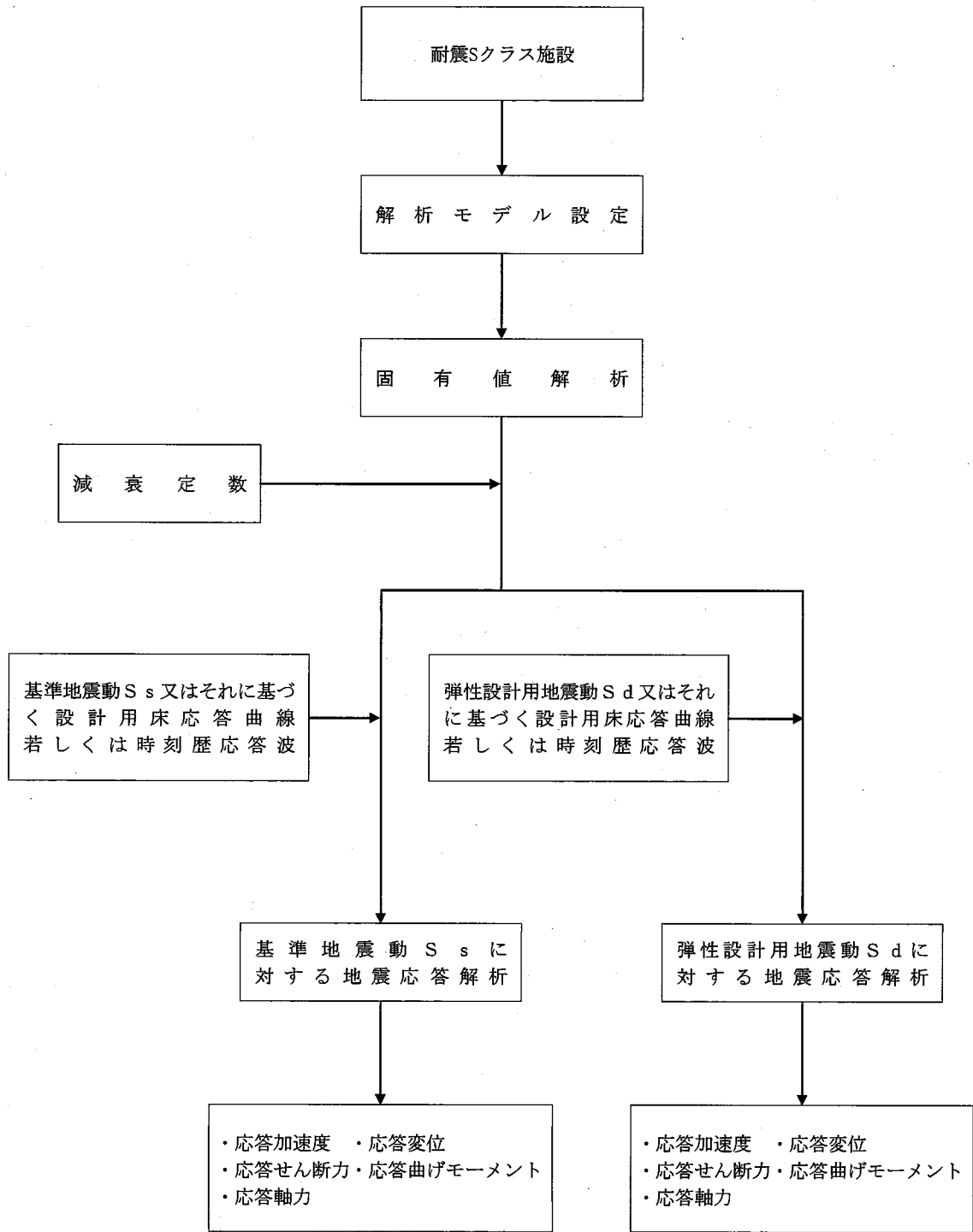
第1.-1図、第1.-2図及び第1.-3図に建物・構築物、構築物(洞道)及び機器・配管系の地震応答解析の手順をそれぞれ示す。



第1.-1図 建物・構築物の地震応答解析の手順



第1.-2図 構築物(洞道)の地震応答解析の手順



第 1.-3 図 機器・配管系の地震応答解析の手順

2. 地震応答解析の方針

2.1 建物・構築物

(1) 入力地震動

解放基盤表面は、S波速度が0.7km/s以上であるT.M.S.L.-70mとしている。

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に設定した上で、解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮して入力地震動を設定する。

また、Bクラスの施設のうち支持構造物の振動と共振のおそれのある施設については、弾性設計用地震動 S_d に2分の1を乗じたものから定める入力地震動を用いる。

地盤条件を考慮する場合には、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。さらに必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的、技術的知見を踏まえ、地質・速度構造等の地盤条件を設定する。

(2) 解析方法及び解析モデル

a. 建物・構築物

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。また、原則として、建物・構築物の地震応答解析及び床応答曲線の作成は、線形解析及び非線形解析に適用可能な時刻歴応答解析法による。

地震応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、実験等の結果に基づき、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

また、Sクラスの施設を支持する建物・構築物の支持機能を検討するための動的解析において、施設を支持する建物・構築物の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

地震応答解析に用いる材料定数については、材料物性のばらつき等を適切に考慮する。また、ばらつきによる変動が建物・構築物の振動性状や応答性状に及ぼす影響として考慮すべきばらつきの要因を選定した上で、選定された要因を考慮した動的解析により設計用地震力を設定する。

建物・構築物の3次元応答性状及び機器・配管系への影響については、建物・構築物の3次元FEMモデルによる解析に基づき、施設の重要性、建屋規模、構造特性を考慮して評価する。3次元応答性状等の評価は、周波数応答解析法等による。解析方法及び解析モデルについては、添付書類「IV-1-1-7 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」に示す。

また、さらなる信頼性の向上を目的として設置した地震観測装置から得られた観測記録により振動性状を把握する。動的解析に用いるモデルについては、地震観測装置により得られた観測記録を用い解析モデルの妥当性確認などを行う。地震観測網の概要は、別紙「地震観測網について」に示す。

(a) 解析方法

建物・構築物の地震応答は、(1)式の高質点系の振動方程式を Newmark- β 法 ($\beta = 1/4$) を用いた直接積分法により求める。

$$[m] \cdot \{\ddot{x}\}_t + [c] \cdot \{\dot{x}\}_t + [k] \cdot \{x\}_t = -[m] \cdot \{\ddot{y}\}_t \quad (1)$$

ここで、

- [m] : 質量マトリックス
- [c] : 減衰マトリックス
- [k] : 剛性マトリックス
- $\{\ddot{x}\}_t$: 時刻 t の加速度ベクトル
- $\{\dot{x}\}_t$: 時刻 t の速度ベクトル
- $\{x\}_t$: 時刻 t の変位ベクトル
- $\{\ddot{y}\}_t$: 時刻 t の入力加速度ベクトル

ここで、時刻 $t + \Delta t$ における解を次のようにして求める。なお、 Δt は時間メッシュを示す。

$$\{x\}_{t+\Delta t} = \{x\}_t + \{\dot{x}\}_t \cdot \Delta t + \left[\left(\frac{1}{2} - \beta \right) \cdot \{\ddot{x}\}_t + \beta \cdot \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} \right] \cdot \Delta t^2 \quad (2)$$

$$\{\dot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\dot{x}\}_t + \frac{1}{2} \cdot [\{\ddot{x}\}_t + \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t}] \cdot \Delta t \quad (3)$$

$$\{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{x}\}_t + \{\Delta \ddot{x}\}_{t+\Delta t} \quad (4)$$

(2)、(3) 及び (4) 式を (1) 式に代入して整理すると、加速度応答増分ベクトルが次のように求められる。

$$\{\Delta \ddot{x}\}_{t+\Delta t} = -[A]^{-1} \cdot ([B] + [m] \cdot \{\Delta \ddot{y}\}_{t+\Delta t}) \quad (5)$$

ここで、

$$[A] = [m] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot [c] + \beta \cdot \Delta t^2 \cdot [k]$$

$$[B] = \left(\Delta t \cdot [c] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t^2 \cdot [k] \right) \cdot \{\ddot{x}\}_t + \Delta t \cdot [k] \cdot \{\dot{x}\}_t$$

$$\{\Delta \ddot{y}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{y}\}_{t+\Delta t} - \{\ddot{y}\}_t$$

(5) 式を (2)、(3) 及び (4) 式に代入することにより、時刻 $t + \Delta t$ の応答が時刻 t の応答から求められる。

建物・構築物の動的解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性、振動特性、減衰特性を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には、建物・構築物と地盤との相互作用及び埋込み効果を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、基礎版の平面形状、基礎側面と地盤の接触状況及び地盤の剛性等を考慮して定める。各入力地震動が接地率に与える影響を踏

また、地盤ばねには必要に応じて、基礎浮上りによる非線形性又は誘発上下動を考慮できる浮上り非線形性を考慮するものとする。また、地盤の剛性等については、必要に応じて地盤の非線形応答を考慮することとし、地盤のひずみに応じた地盤物性値に基づくものとする。

設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験によるものを用いる。

地盤－建物・構築物連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。

(b) 解析モデル

建物・構築物の解析モデルにおいて、水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとする。鉛直方向は、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁及び柱等の軸剛性を評価した多質点系モデルとする。

b. 構築物(洞道)

動的解析による地震力の算定にあたっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、各構築物に応じた適切な解析条件を設定する。地震応答解析は、構築物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし、構築物及び地盤の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形、非線形解析のいずれかに行う。地震応答解析に用いる材料定数については、材料物性のばらつき等による変動が構築物(洞道)の振動性状や応答性状に及ぼす影響を検討し、材料物性のばらつき等を適切に考慮する。

なお、地震応答解析では、水平地震動と鉛直地震動の同時加振とするが、構築物の応答特性により水平2方向の同時性を考慮する必要がある場合は、水平2方向の組合せについて適切に評価する。具体的な方針については添付書類「IV-1-1-7 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」に示す。

また、構築物(洞道)の解析モデルについては、構築物と地盤の相互作用を考慮できる2次元有限要素法を用いた解析モデルを設定する。

2.2 機器・配管系

(1) 入力地震動

機器・配管系の地震応答解析の入力地震動は、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に基づいた当該機器・配管系の設置床における設計用床応答曲線又は時刻歴応答波とする。設計用床応答曲線の作成方法については、添付書類「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。なお、建屋応答解析における各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえ、誘発上下動を考慮するモデルを用いている場合については、鉛直方向の加速度応答時刻歴に、以下のとおり誘発上下動を考慮することとする。

- ・ $V+X_v$
- ・ $V+Y_v$
- ・ $V-X_v$
- ・ $V-Y_v$

ここで、

V:鉛直方向地震力に対する鉛直方向の加速度応答時刻歴

Xv:X方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

Yv:Y方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

また、耐震Bクラスの機器・配管系のうち共振のおそれのある施設の影響検討に当たっては、設計用床応答曲線S_d又は弾性設計用地震動S_dに2分の1を乗じたものから定まる入力地震動又は入力地震力を用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性等の各種物性値は、適切な規格・基準、あるいは実験等の結果に基づき設定する。

機器の解析に当たっては、形状、構造特性等を考慮して、代表的な振動特性を適切に表現できるよう質点系モデル、有限要素モデル等に置換し、当該機器の設置床の設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法又は時刻歴応答波を用いた時刻歴応答解析法により応答を求める。また、応答スペクトル・モーダル解析法又は時刻歴応答解析法を用いる場合は材料物性の不確かさを適切に考慮する。

配管系については、適切なモデルに置換し、設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法(標準支持間隔法を含む)又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

応答スペクトル・モーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては、衝突・すべり等の非線形現象を模擬する観点又は既往研究の知見を取り入れ実機の挙動を模擬する観点で、材料物性の不確かさへの配慮を考慮しつつ時刻歴応答解析法を用いる等、解析対象とする現象、対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。

3次元の広がりを持つ設備については、3次元的な配置を踏まえ、適切にモデル化し、水平2方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。具体的な方針については添付書類「IV-1-1-7 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」に示す。

剛性の高い機器・配管系は、その機器・配管系の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度として作用させて構造強度評価に用いる地震力を算定する。

a. 解析方法

機器・配管系の地震応答解析は、原則として設計用床応答曲線を用いる応答スペクトル・モーダル解析法による。応答スペクトル・モーダル解析法を採用する機器・配管系の応答の最大値は、二乗和平方根法(SRSS)又は絶対値和法により求める。また、当該機器・配管系の設置床における時刻歴応答波を用いる場合は、時刻歴応答解析法による。

b. 解析モデル

機器・配管系の解析には、その形状及び支持方法を考慮して1質点系はり、等分布荷重連続はり、多質点系はり、有限要素モデルを用いる。

3. 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる減衰定数は、JEAG4601に記載されている減衰定数を設備の種類、構造等により適切に選定するとともに、試験等で妥当性が確認された値も用いる。主に用いる値を第3.-1表に示す。

なお、建物・構築物の地震応答解析に用いる鉄筋コンクリートの材料減衰定数の設定については、既往の知見に加え、既設施設の地震観測記録等により、その妥当性を検討する。入力地震動による建物・構築物の応答レベル及び構造形状の複雑さを踏まえ、既往の知見に加え、地震観測記録等による検討を行い、適用性が確認できたことから建物・構築物に対して5%と設定する。

第3.-1表 減衰定数

1. 建物・構築物

使用材料	減衰定数(%)	
	水平	鉛直
鉄筋コンクリート	5	5
鉄骨	2	2

2. 機器・配管系

設備	減衰定数(%)	
	水平	鉛直 ²⁾
溶接構造物	1.0	1.0
ボルト及びリベット構造物	2.0	2.0
配管 ^{1) 2)}	0.5~3.0	0.5~3.0
ポンプ等の機械装置	1.0	1.0

注記 1) : 配管設計用減衰定数は、第 3.-2 表の下に示す適用条件を満たす場合、各振動特性について一律に第 3.-2 表に示す値を用いるものとする。ただし、適用条件を満たさないものについては、一律に 0.5% とする。

注記 2) : 既往の研究等において、設備の地震入力方向の依存性や減衰特性について検討され妥当性が確認された値。

(参考文献)

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価の研究(H12~H13)」

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(H7~H10)」

第 3.-2 表 配管の設計用減衰定数

配管区分		設計用減衰定数 ¹⁾ (%)	
		保温材有 ²⁾	保温材無
I	スナバ及び架構レストレイント支持主体の配管系でその支持具(スナバ又は架構レストレイント)数が4個以上のもの	3.0 ³⁾	2.0
II	スナバ, 架構レストレイント, ハンガ等を有する配管系でその支持具(アンカ及びUボルトを除く)数が4個以上のもの	2.0 ³⁾	1.0
III	Uボルトを有する配管系で, 架構で水平配管の自重を受けるUボルトの数が4個以上 ⁴⁾ のもの	3.0 ³⁾	2.0 ³⁾
IV	配管区分I, II及びIIIに属さないもの	1.0	0.5

注記 1) : 水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用

注記 2) : 金属保温材による付加減衰定数は, 配管全長に対する金属保温材使用割合が40%以下の場合1.0%を適用するが, 金属保温材割合が40%を超える場合は0.5%とする

注記 3) : JEAG4601-1991 追補版で規定されている配管系の設計用減衰定数に, 既往の研究等において妥当性が確認された値を反映

注記 4) : 支持具の種類

解析モデル端からモデル端までの間に, 水平配管の自重を架構で受けるUボルトの支持具の数(解析モデル端は6軸拘束のアンカ若しくは, x, y, zの各方向をそれぞれ2回ずつ拘束するサポート群)

(参考文献)

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価の研究(H12~H13)」

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(H7~H10)」

IV-1-1-5 別紙
地震観測網について

目 次

1. 概要	1
2. 地震観測網の基本方針	1
3. 地震観測網の配置計画	1

1. 概要

再処理施設における主要な建屋には、実地震時の振動特性を把握するために、各建屋に地震計を設置し、継続して地震観測を行う。また、比較的規模の大きい記録が得られた場合は、それらの測定結果に基づく解析等により主要な施設の健全性を確認すること等に活用する。

2. 地震観測網の基本方針

再処理施設における主要な建屋については、地震時の建屋の水平及び鉛直方向の振動特性を把握するため、建屋の基礎上や最上部等の適切な位置に地震計を配置することにより、実地震による建屋の振動を観測する。なお、地震計は、原則として水平2成分と鉛直1成分の計3成分を観測するものとする。

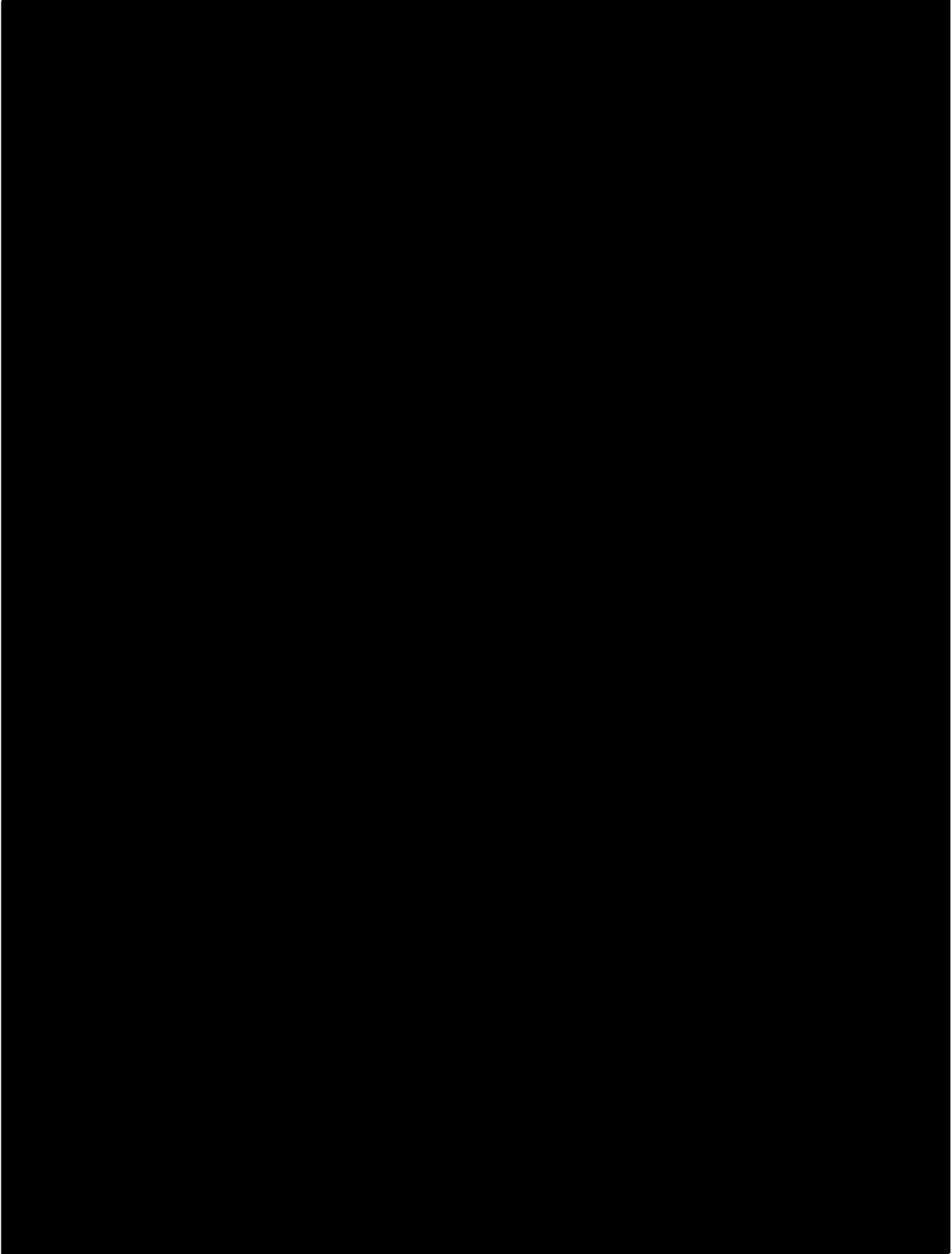
3. 地震観測網の配置計画

地震計を設置している建屋及び設置位置を第3-1表に、各建屋における地震計の配置を第3-1図～第3-30図に示す。

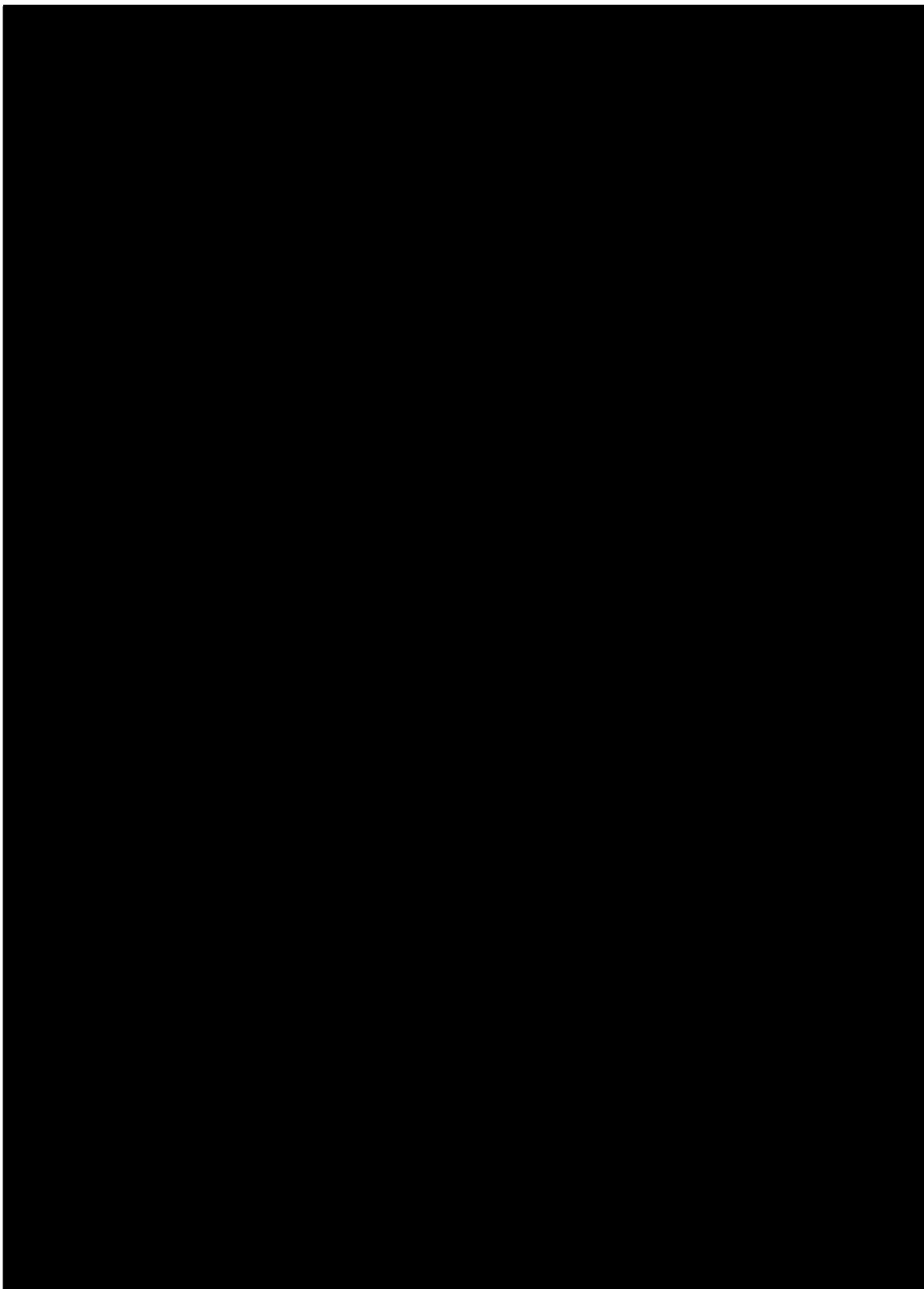
第3-1表 地震計設置建屋及び設置位置

建屋	設置位置	設置方針
分離建屋	地下3階(基礎)	水平方向及び鉛直方向の振動を観測する。
	地上1階	
	地上4階	
精製建屋	地下3階(基礎)	
	地上1階	
	地上4階	
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	地下3階(基礎)	
	地上1階	
	屋上階	
使用済燃料輸送容器管理建屋 (トレーラエリア)	地上1階(基礎)	
使用済燃料輸送容器管理建屋 (使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫)	地上1階(基礎)	
前処理建屋	地下4階(基礎)	
ハル・エンドピース貯蔵建屋	地下4階(基礎)	
制御建屋	地下2階(基礎)	
主排気筒管理建屋	地上1階(基礎)	
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	地下2階(基礎)	
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	地下4階(基礎)	
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	地下1階(基礎)	
非常用電源建屋	地下1階(基礎)	
高レベル廃液ガラス固化建屋	地下4階(基礎)	
第1ガラス固化体貯蔵建屋	地下2階(基礎)	

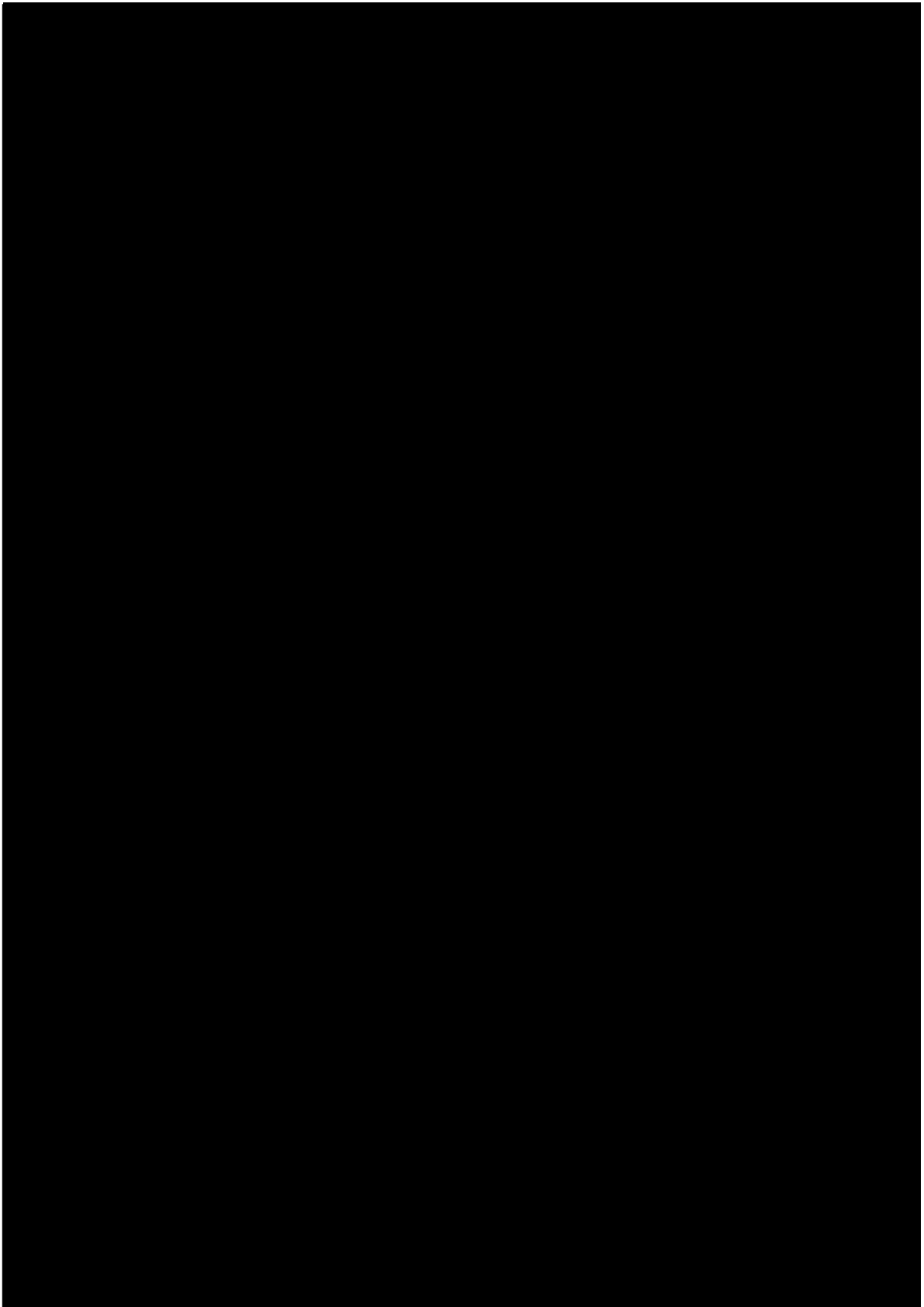
新 R ① JN 耐技 IV 00805 B



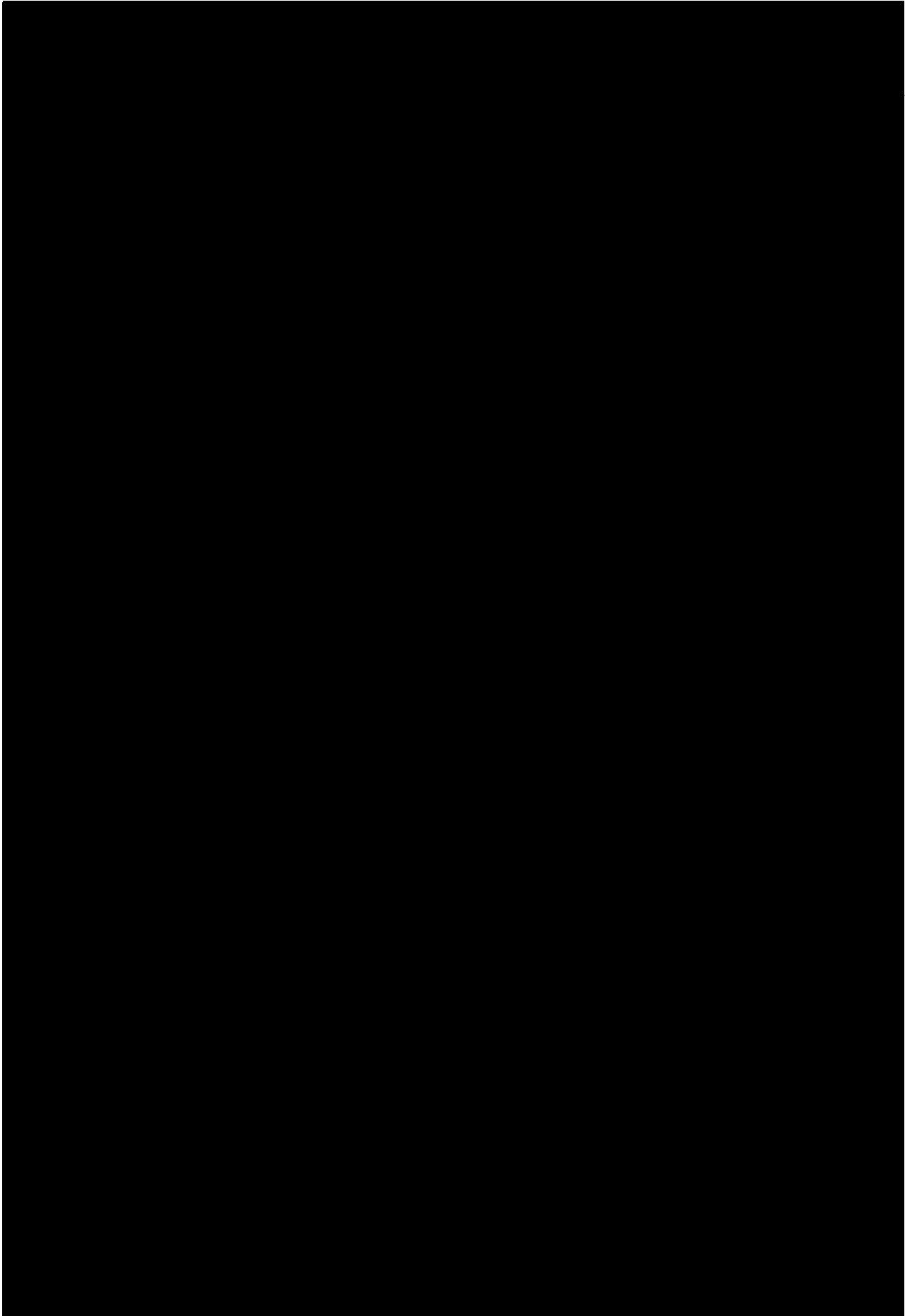
新 R ① JN 耐技 IV 00806 B



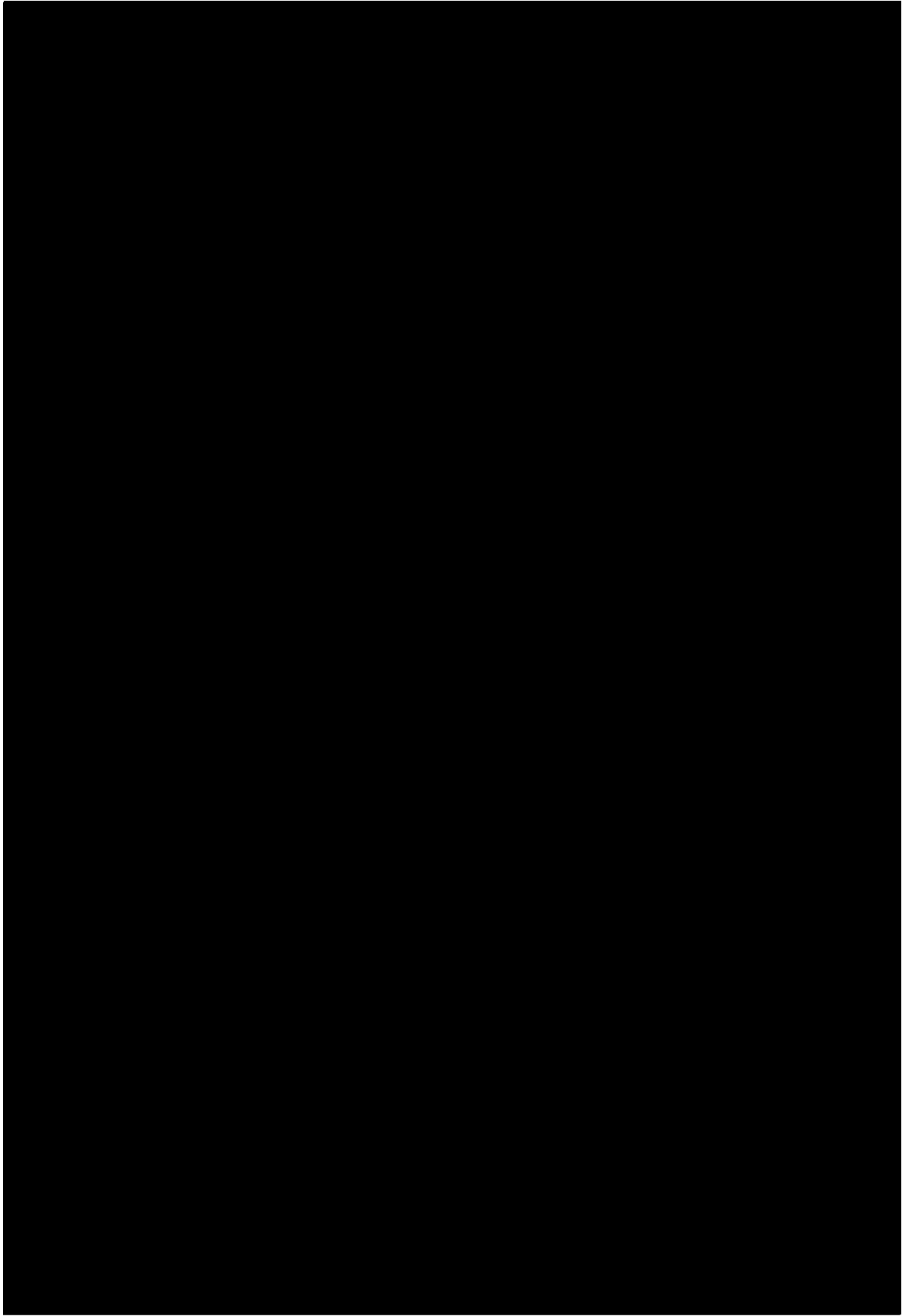
新 R ① JN 耐技 IV 00807 B



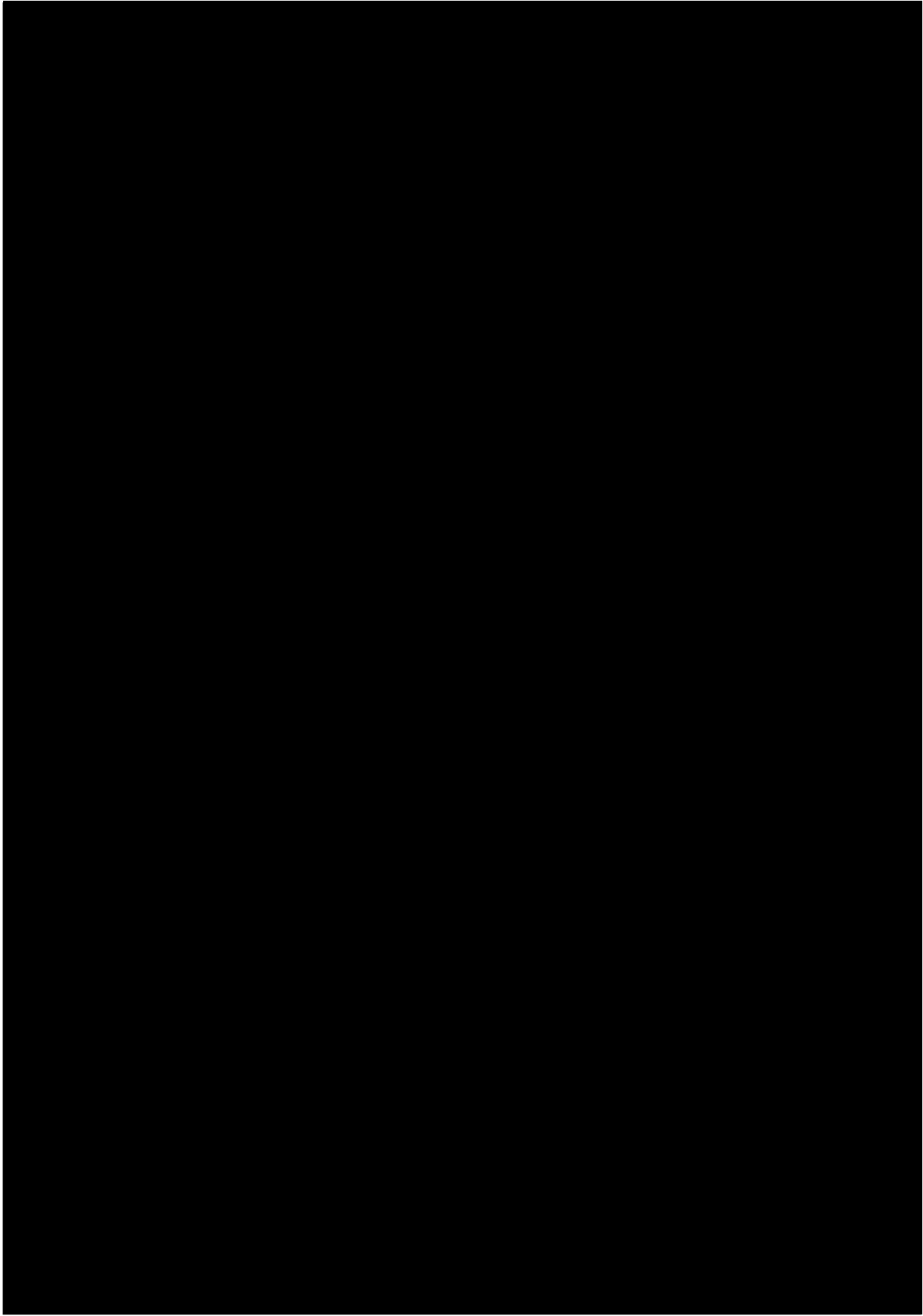
新 R ① JN 耐技 IV 00808 B



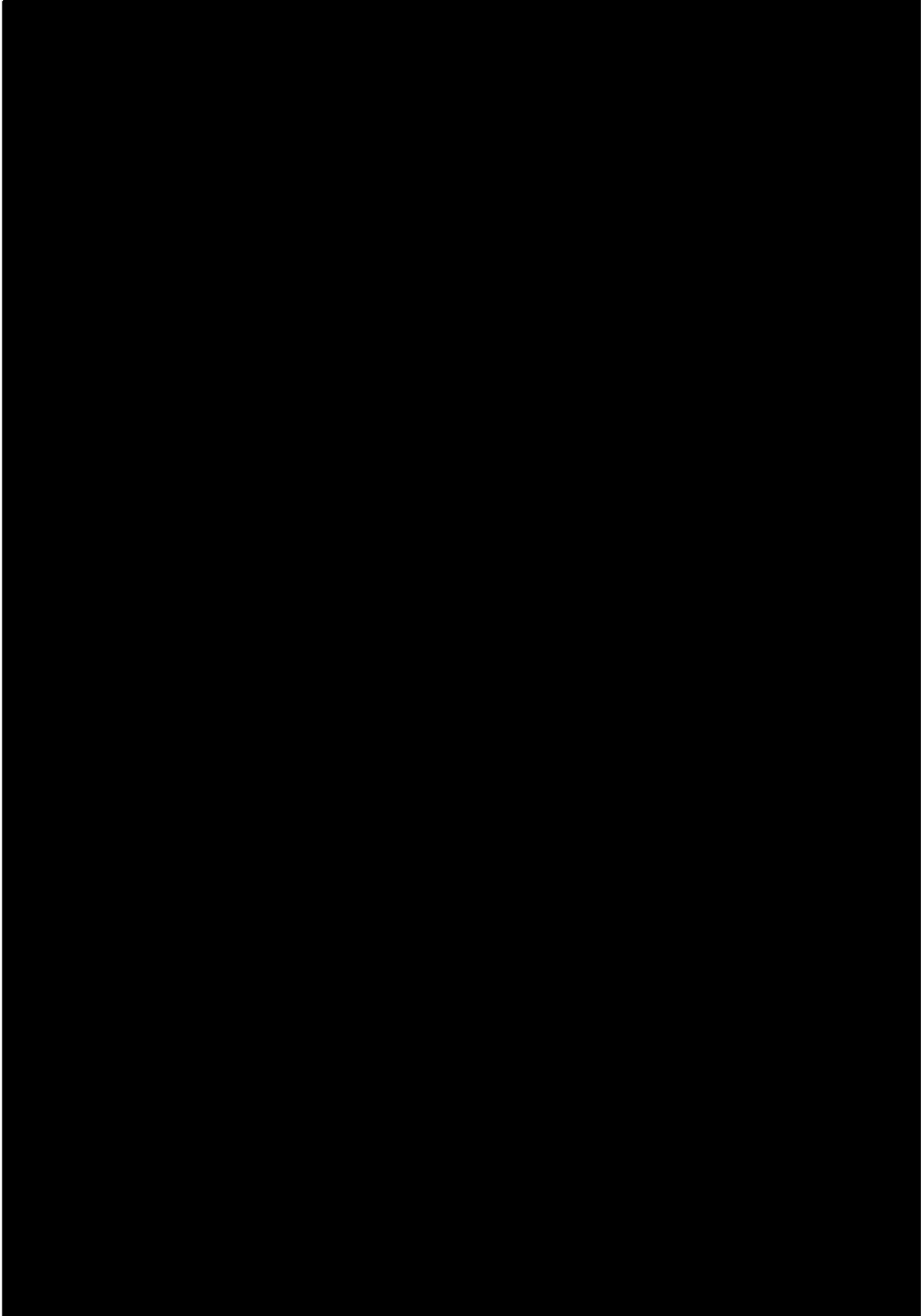
新R ① JN 耐技 IV 00809 B



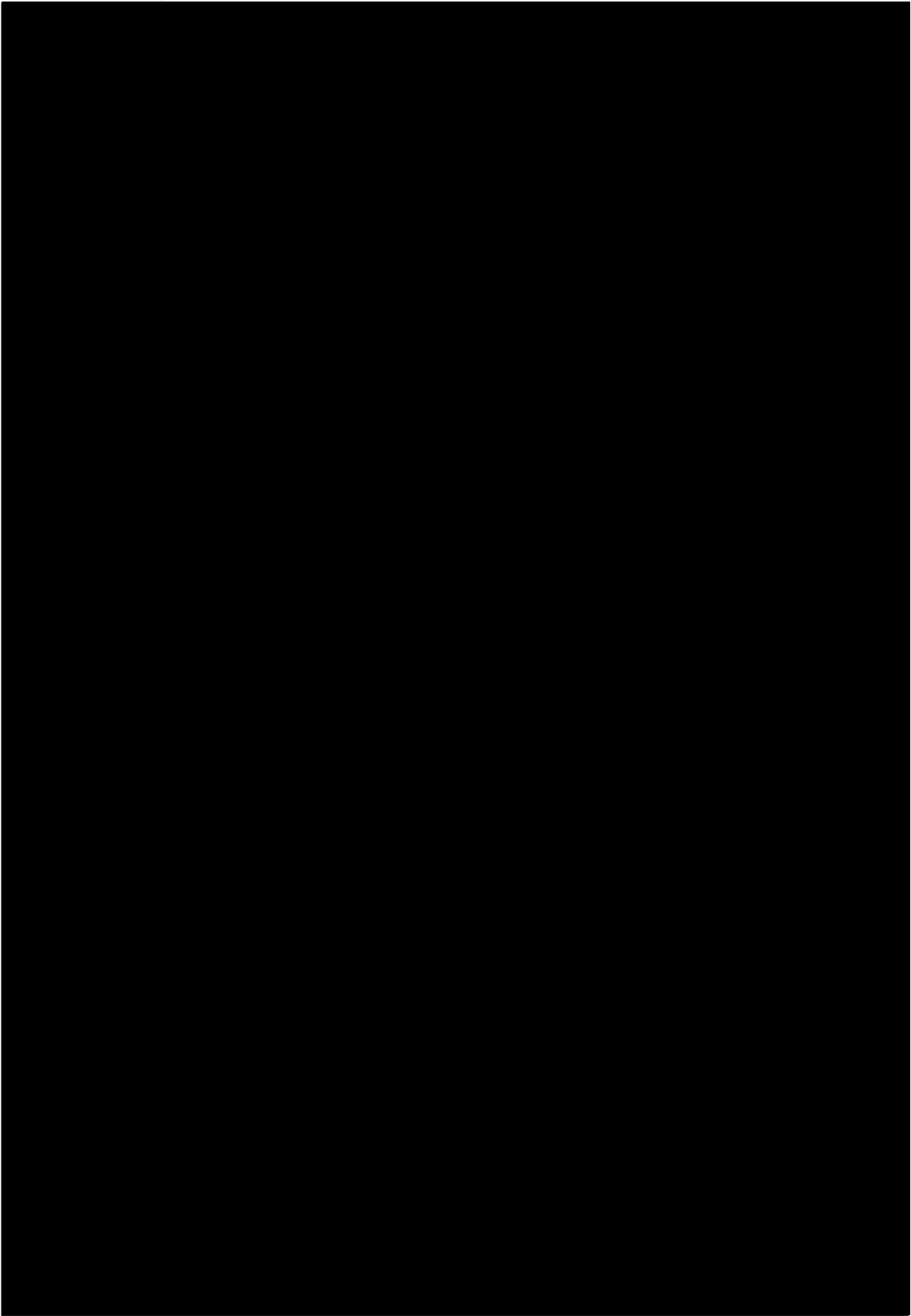
新R ① JN 耐技 IV 00810 B

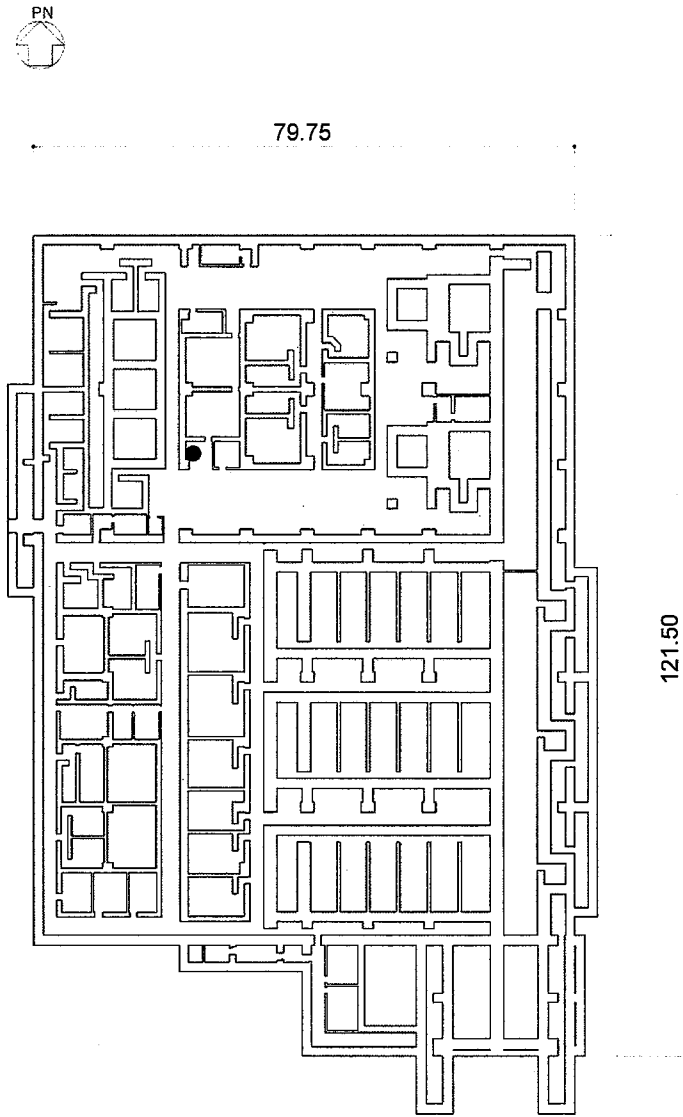


新 R ① JN 耐技 IV 00811 B



新 R ① JN 耐技 IV 00812 B

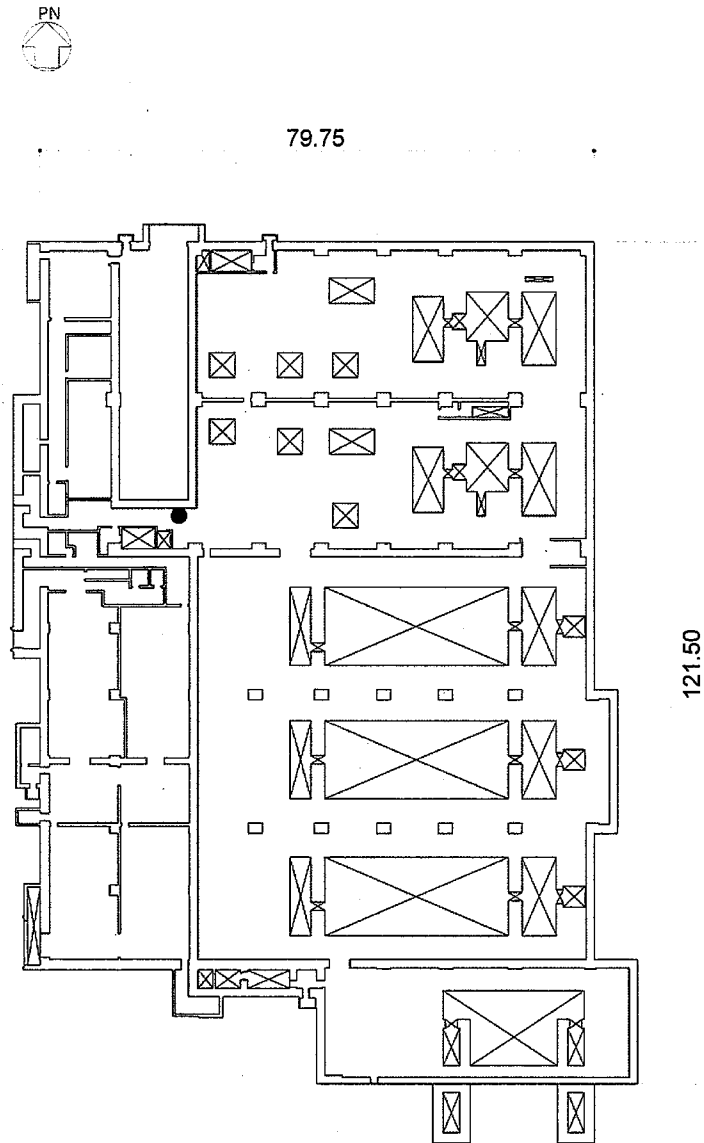




地下 3 階平面図 (T.M.S.L. 40.6 m)

凡例
● : 地震計
(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

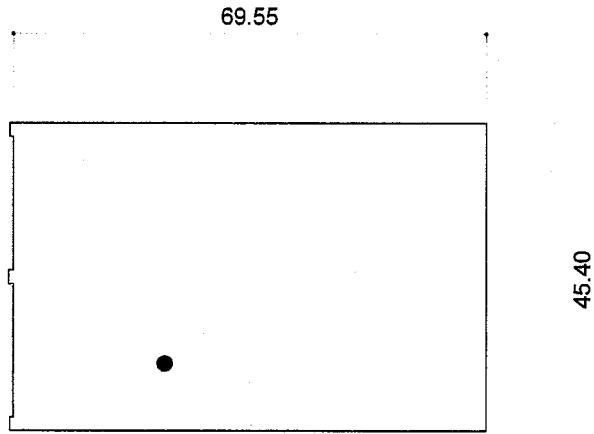
第 3-5 図(1) 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図)



地上 1 階平面図 (T.M.S.L. 55.3 m)

凡例
● : 地震計
(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

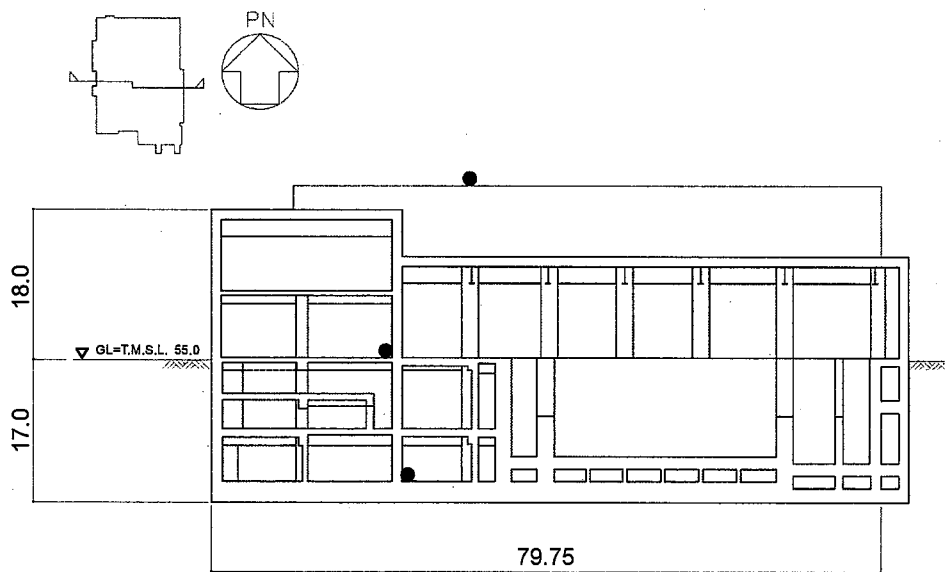
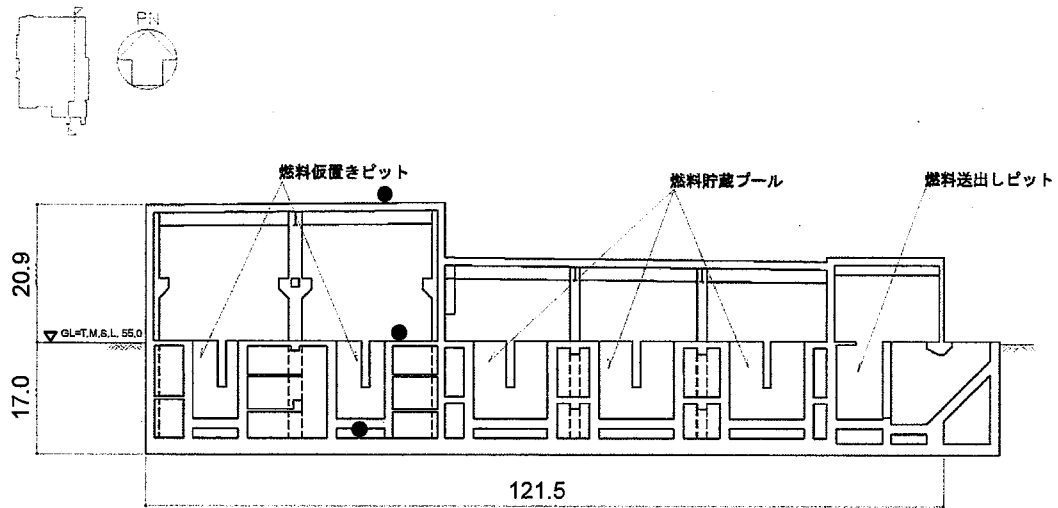
第 3-5 図(2) 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図)



屋上階平面図 (T.M.S.L. 76.9 m)

凡例
● : 地震計
(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-5 図(3) 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図)



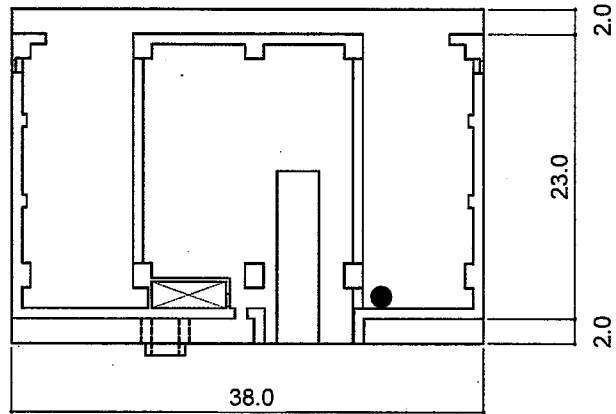
断面図

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-6 図 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 地震計配置図 (断面図)



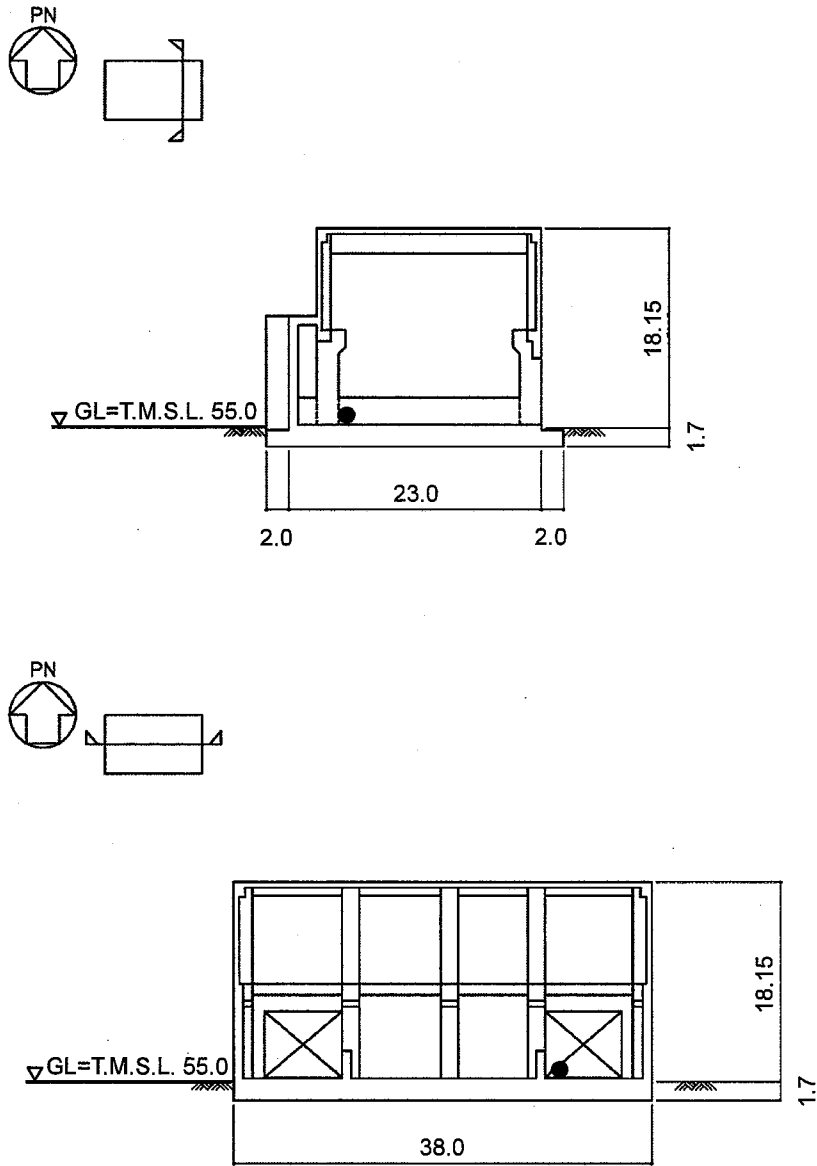
地上 1 階平面図 (T.M.S.L. 55.30 m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

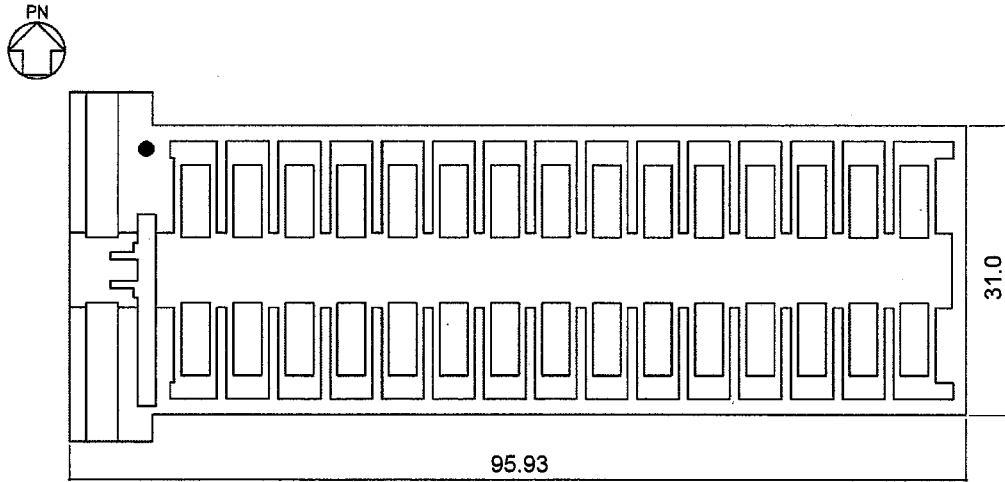
第 3-7 図 使用済燃料輸送容器管理建屋 トレーラエリア 地震計配置図 (平面図)



断面図

凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-8 図 使用済燃料輸送容器管理建屋 トレーラエリア 地震計配置図 (断面図)



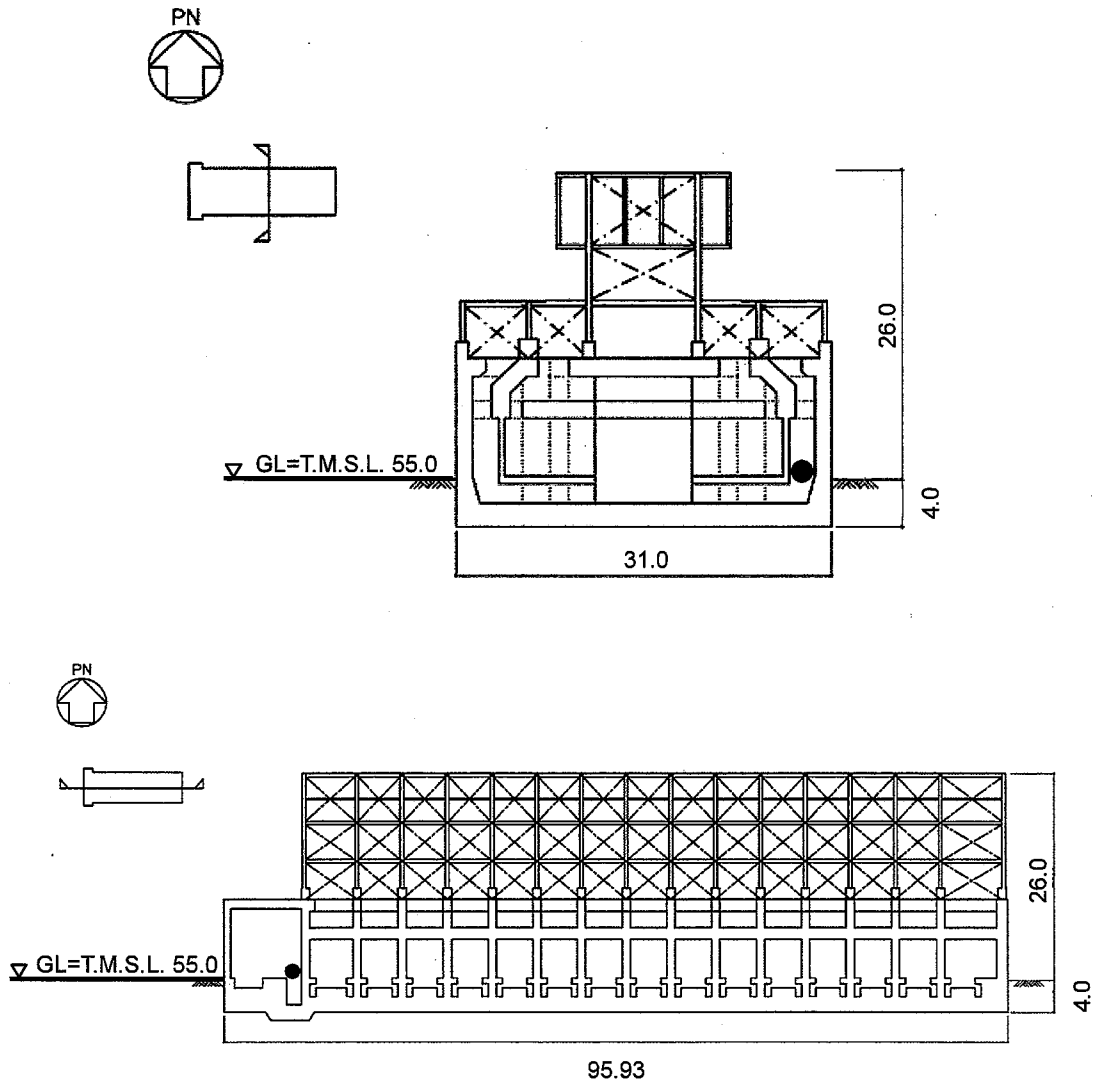
地上 1 階平面図 (T.M.S.L. 55.30 m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-9 図 使用済燃料輸送容器管理建屋 使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫
地震計配置図 (平面図)

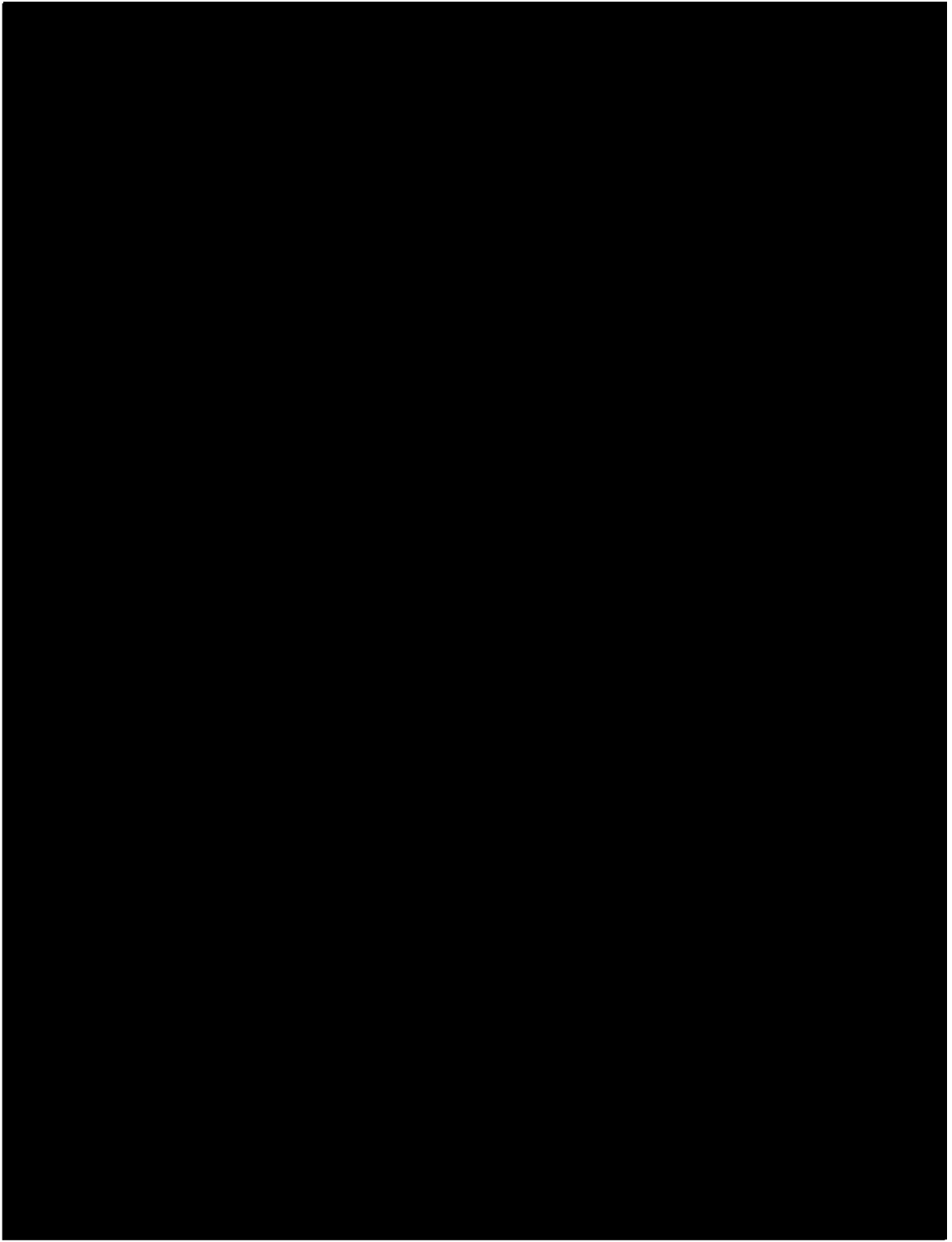


断面図

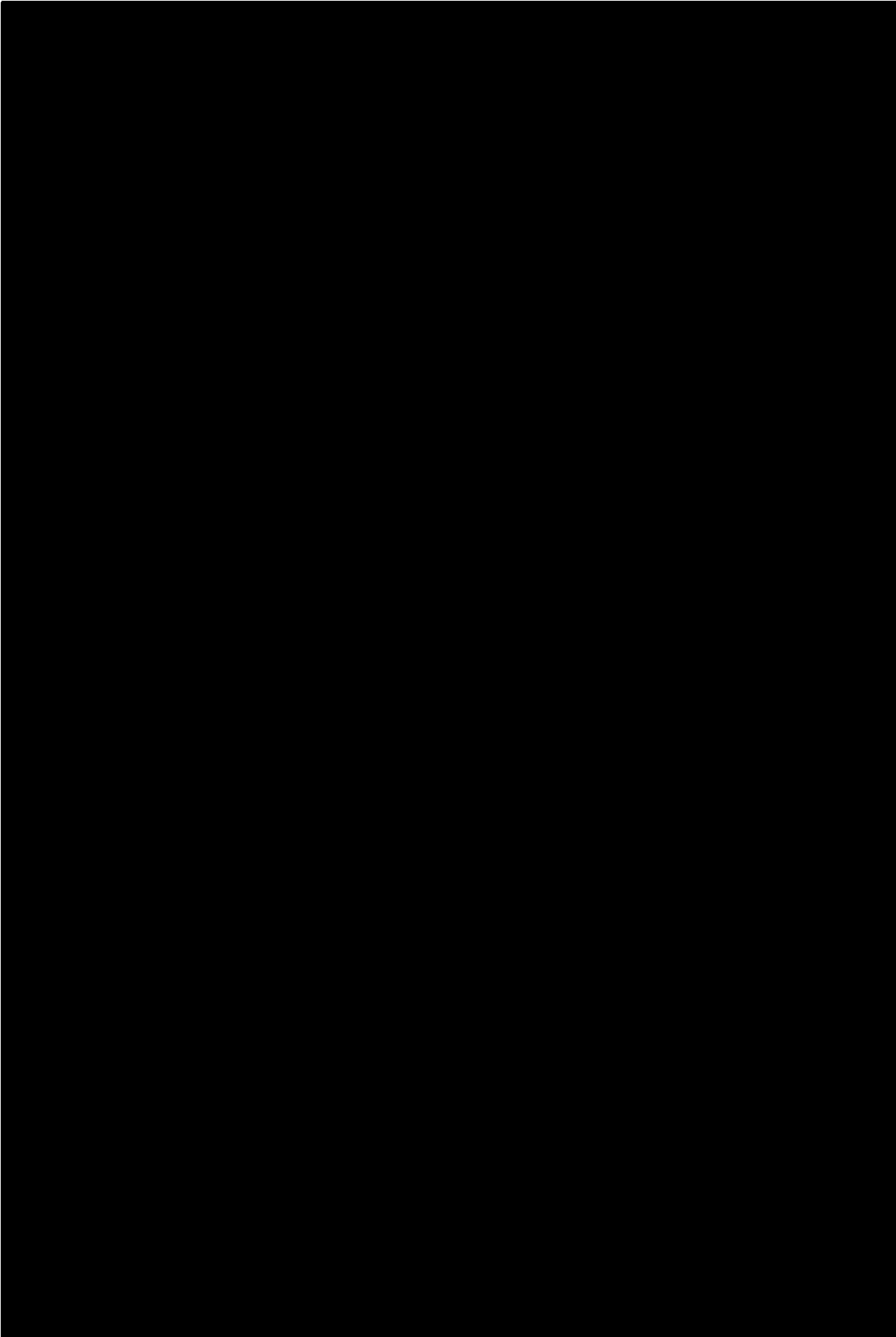
凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-10 図 使用済燃料輸送容器管理建屋 使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫
 地震計配置図 (断面図)

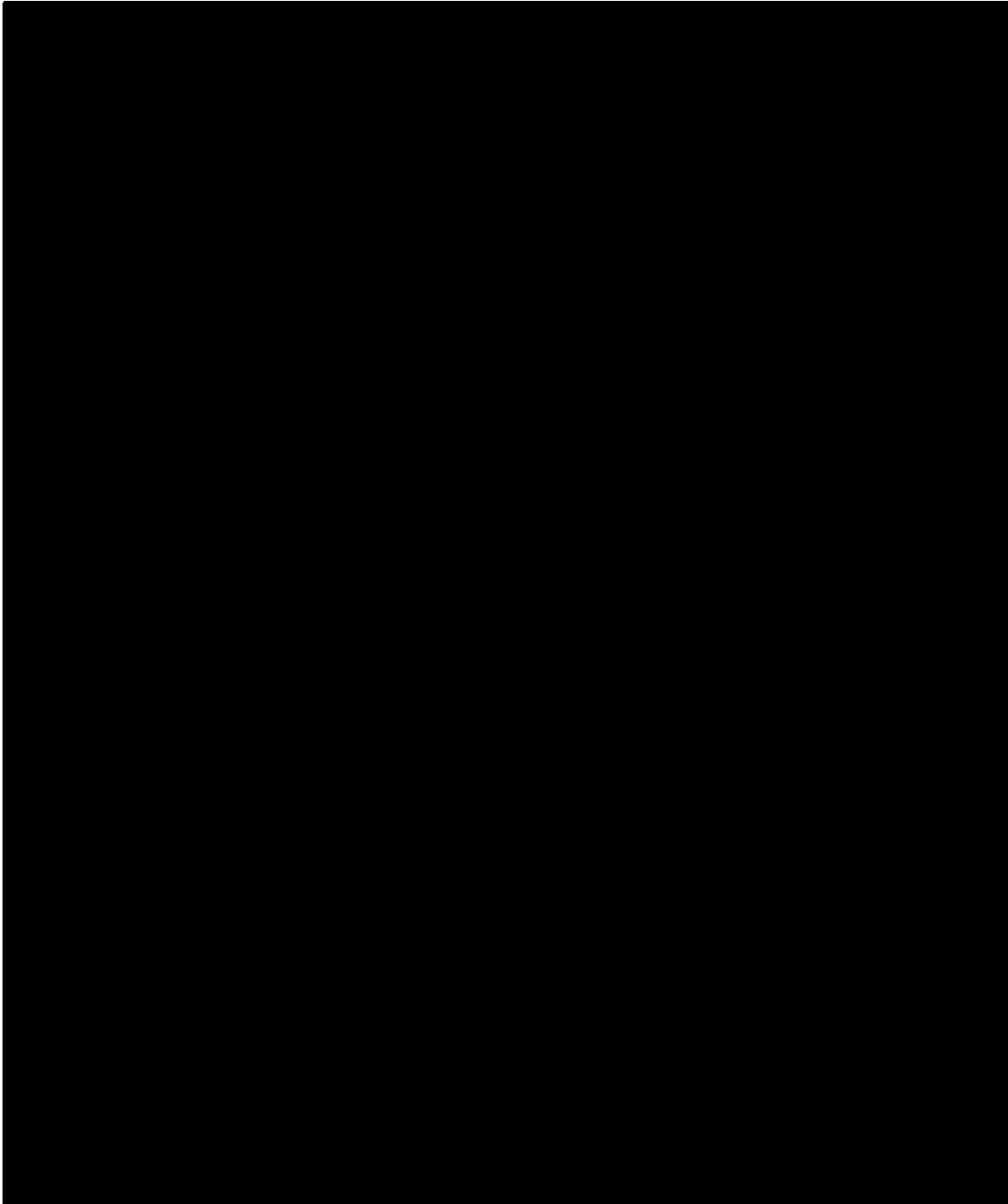
新 R ① JN 耐技 IV 00821 B



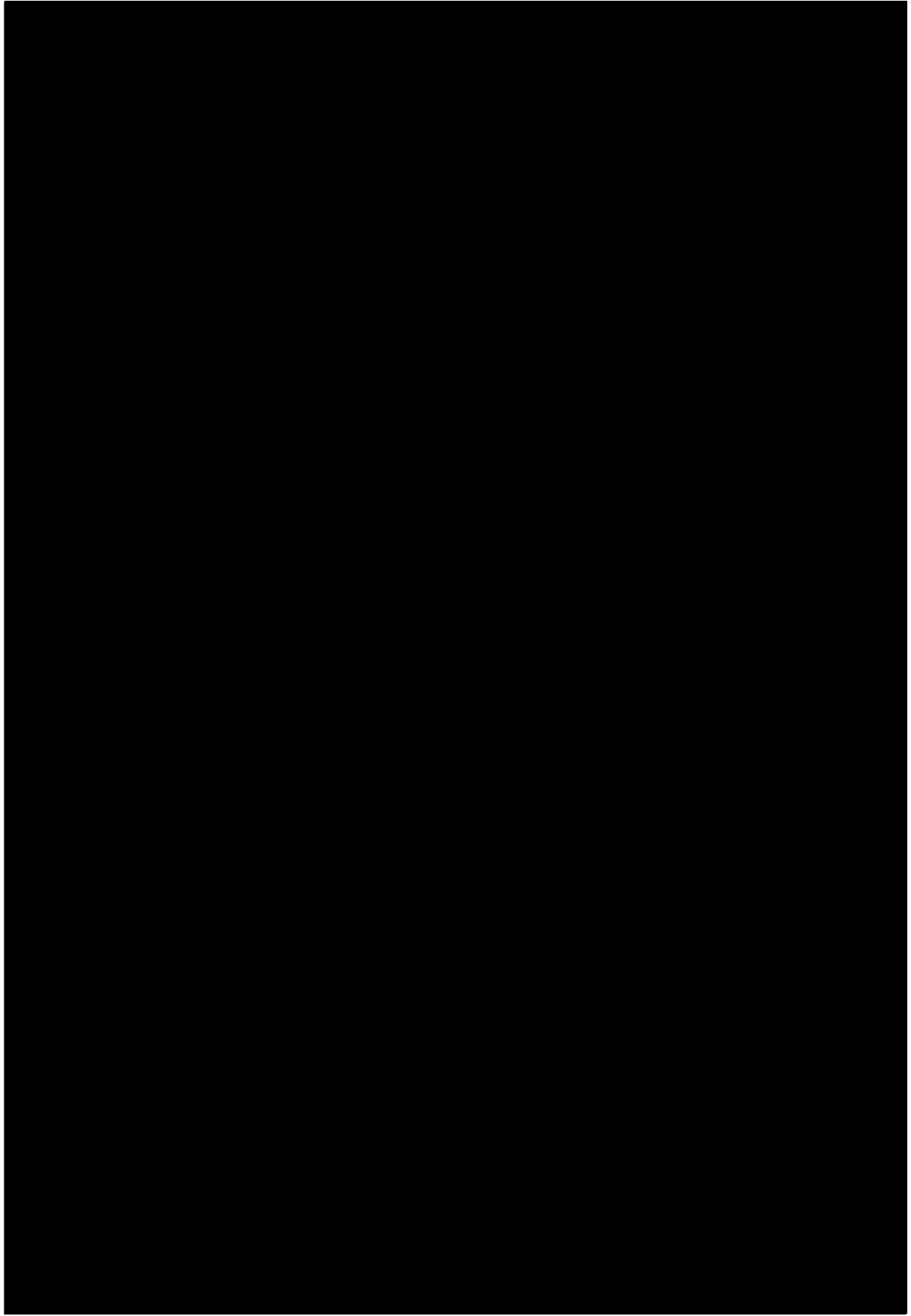
新 R ① JN 耐技 IV 00822 B

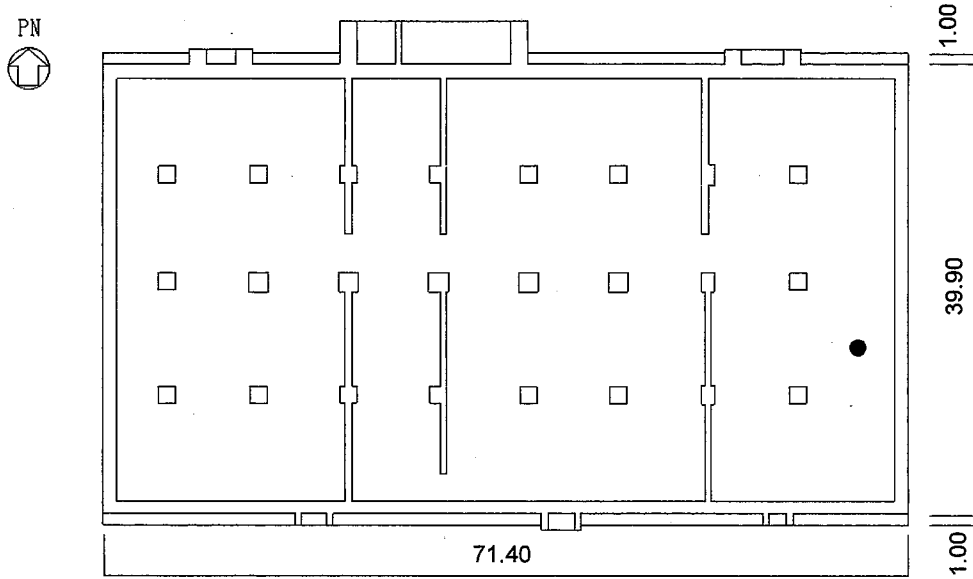


新 R ① JN 耐技 IV 00823 B



新 R ① JN 耐技 IV 00824 B





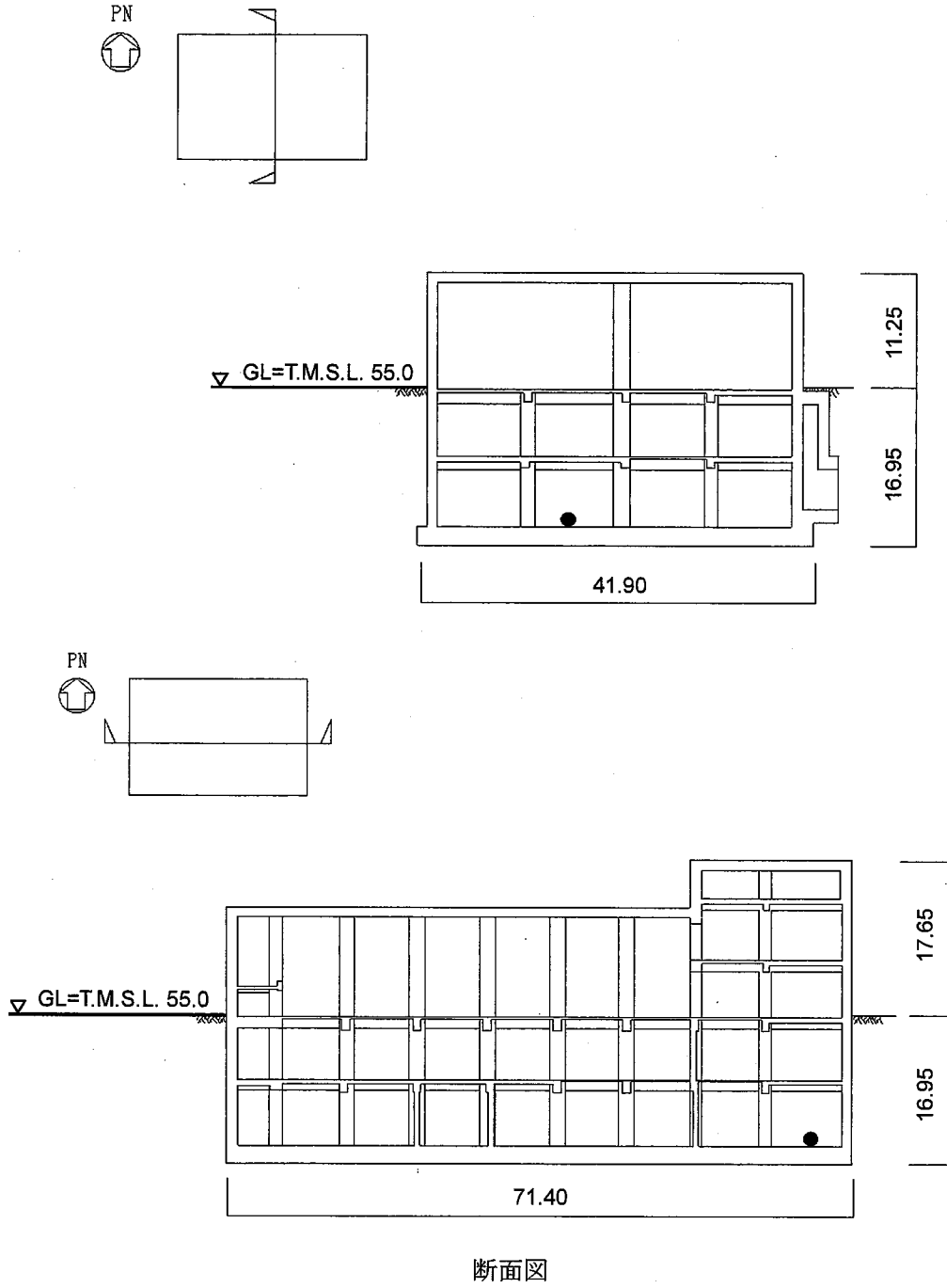
地下 2 階平面図 (T.M.S.L. 40.05 m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-15 図 制御建屋 地震計配置図 (平面図)

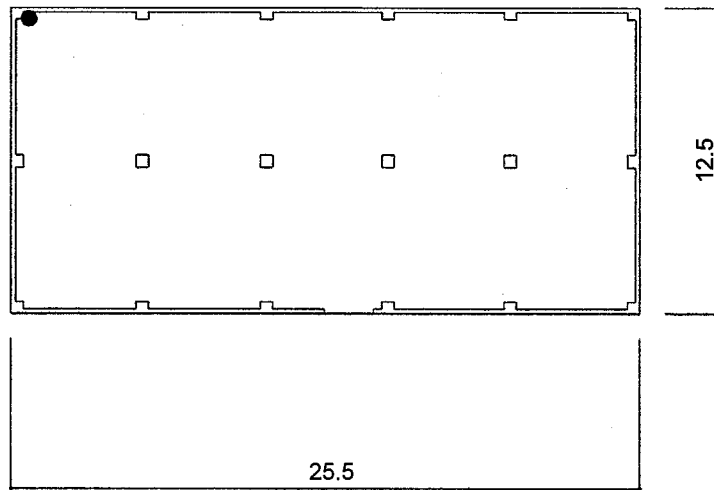


凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

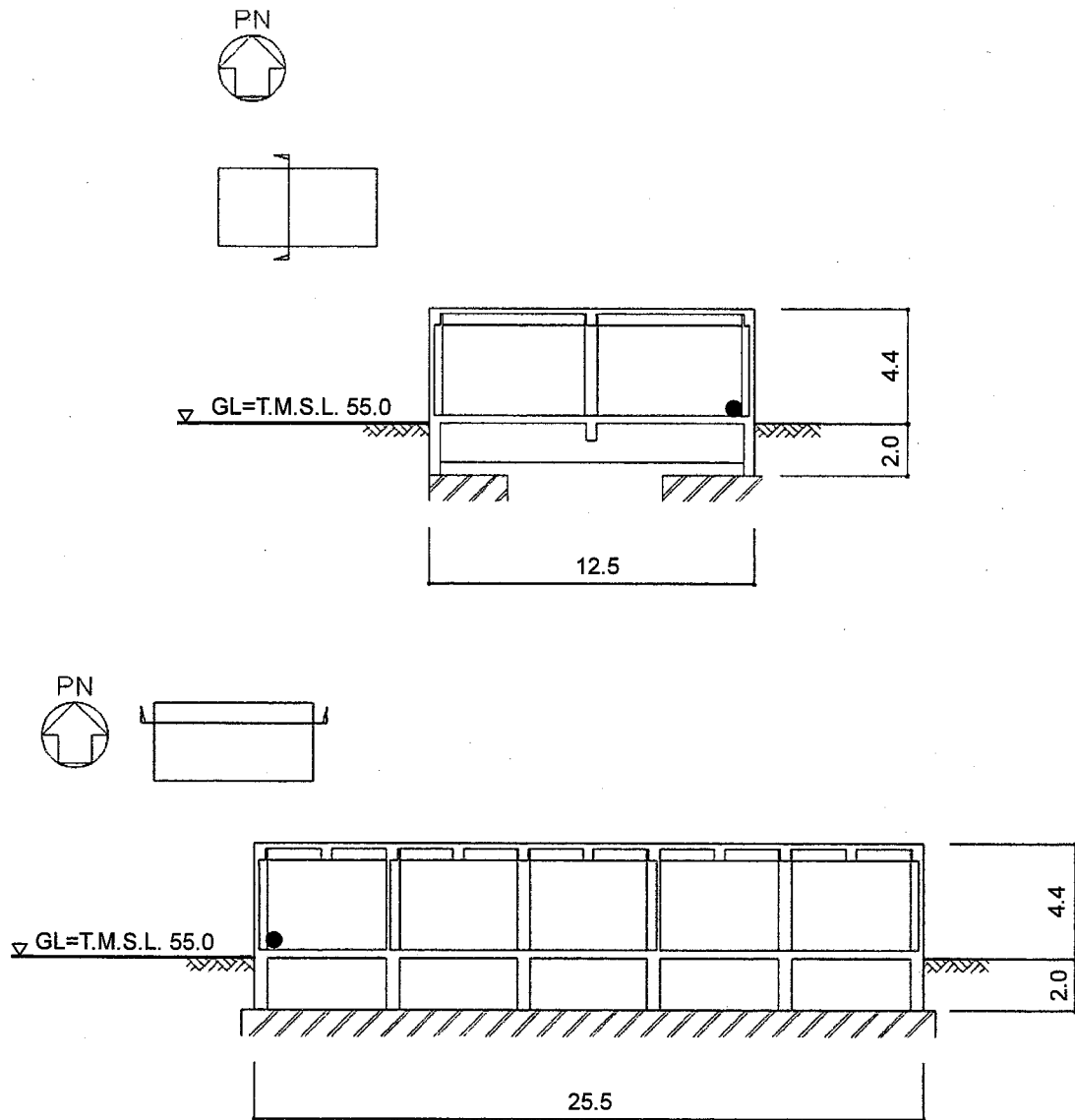
第 3-16 図 制御建屋 地震計配置図 (断面図)



地上 1 階平面図 (T.M.S.L. 55.30 m)

凡例
● : 地震計
(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-17 図 主排気筒管理建屋 地震計配置図 (平面図)

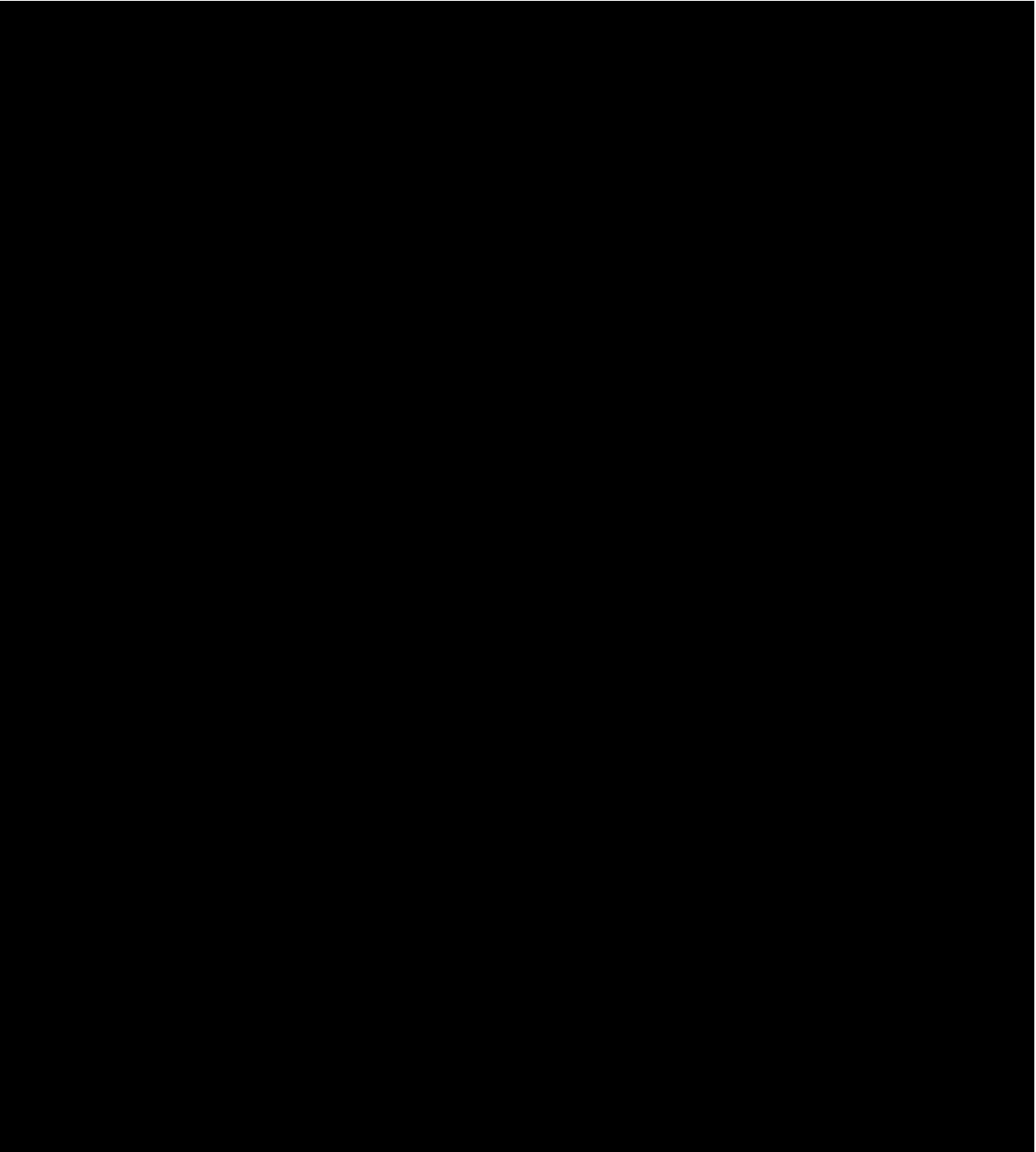


断面図

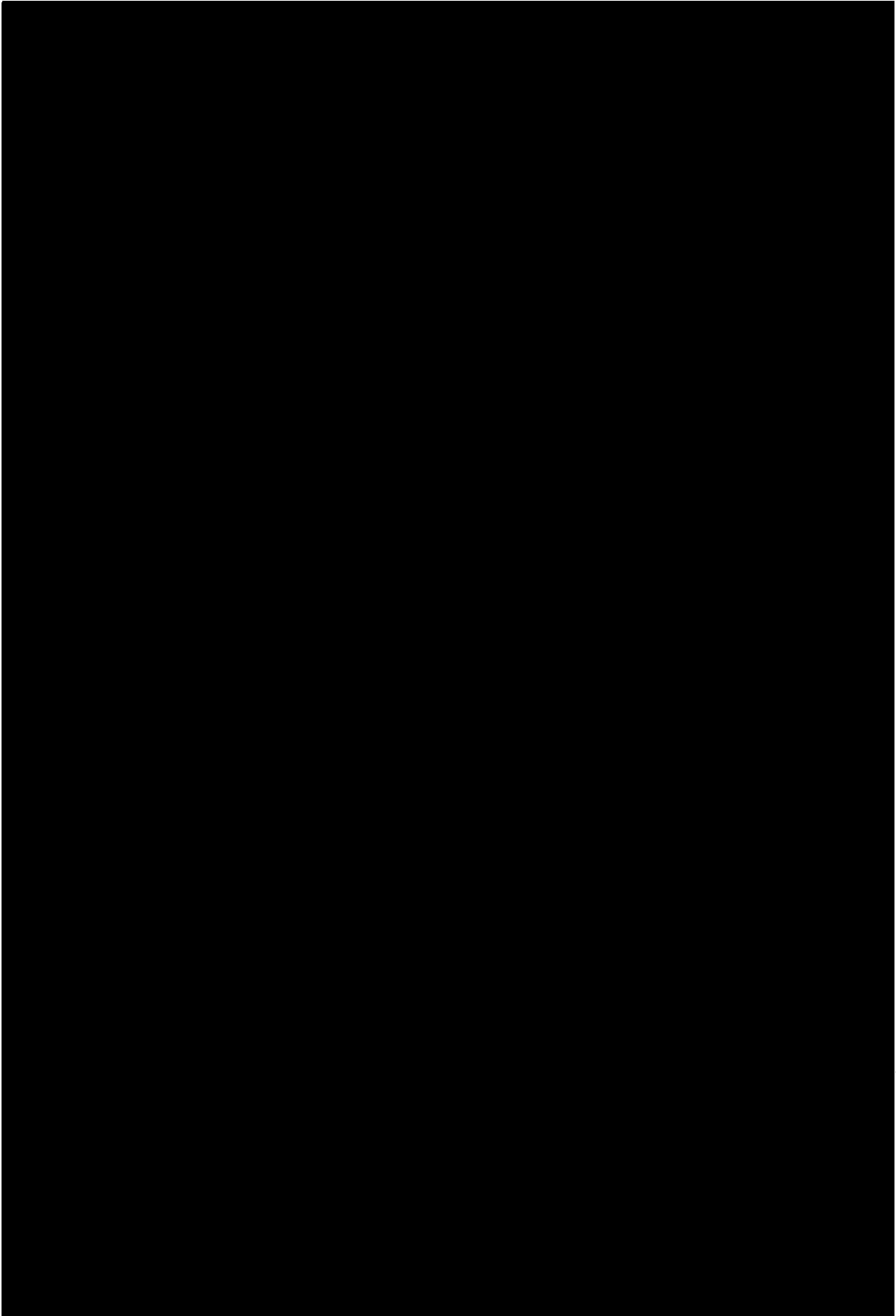
凡例
● : 地震計
(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-18 図 主排気筒管理建屋 地震計配置図 (断面図)

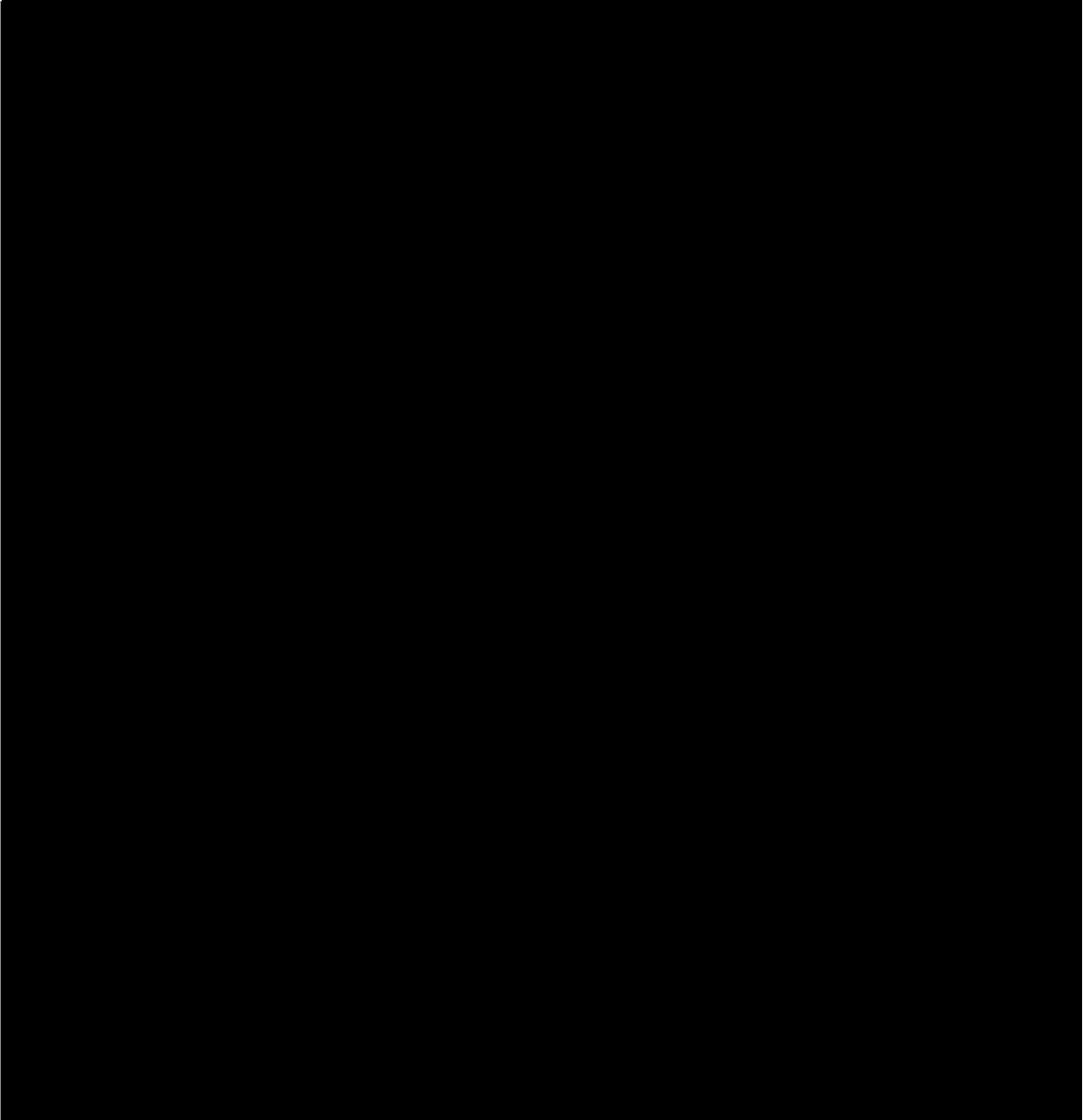
新 R ① JN 耐技 IV 00829 B



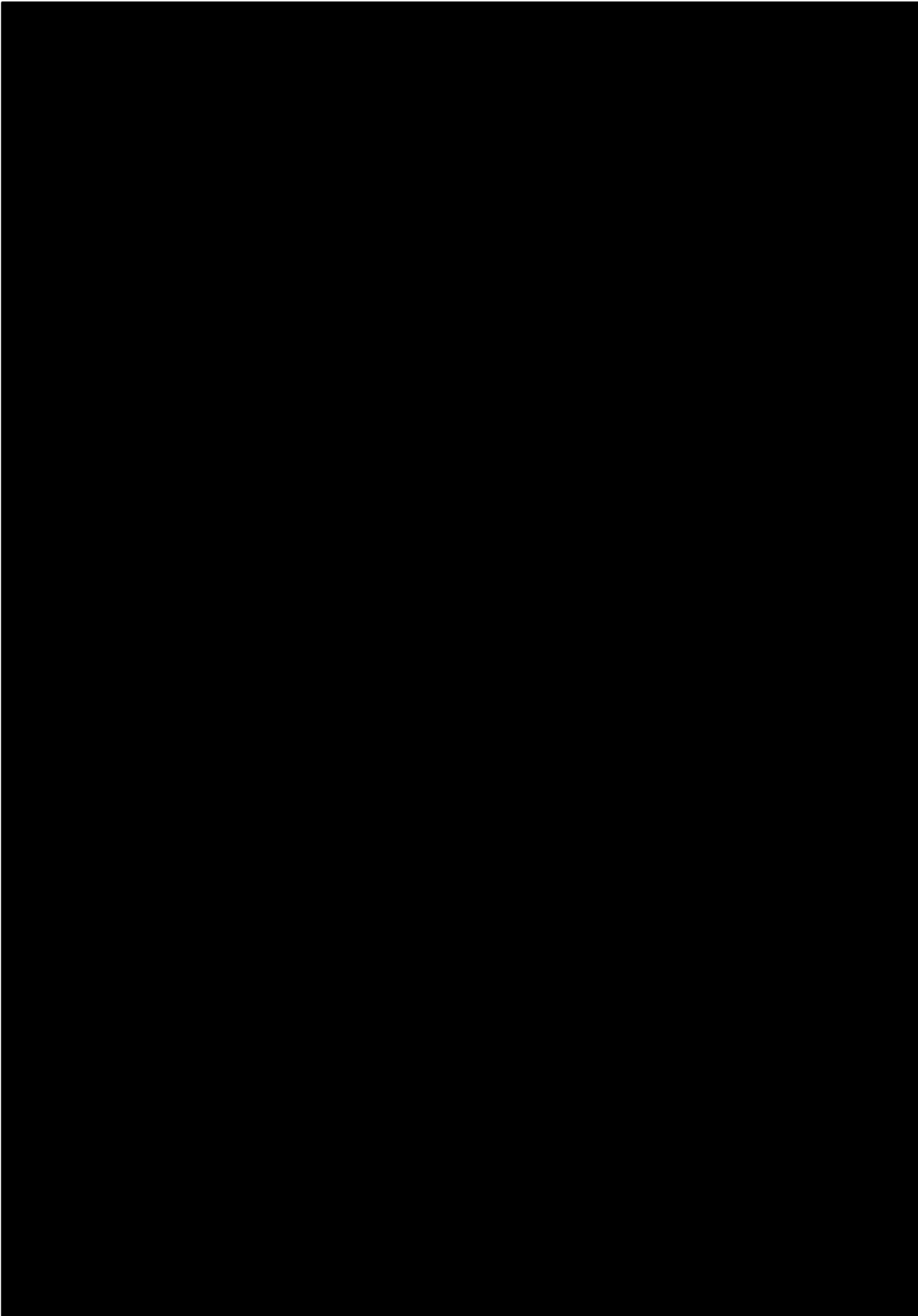
新 R ① JN 耐技 IV 00830 B

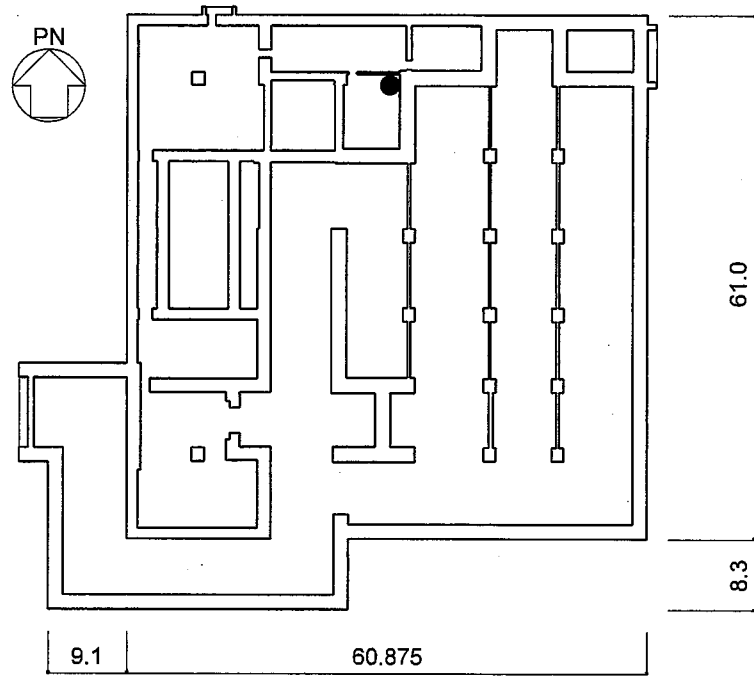


新 R ① JN 耐技 IV 00831 B



新 R ① JN 耐技 IV 00832 B





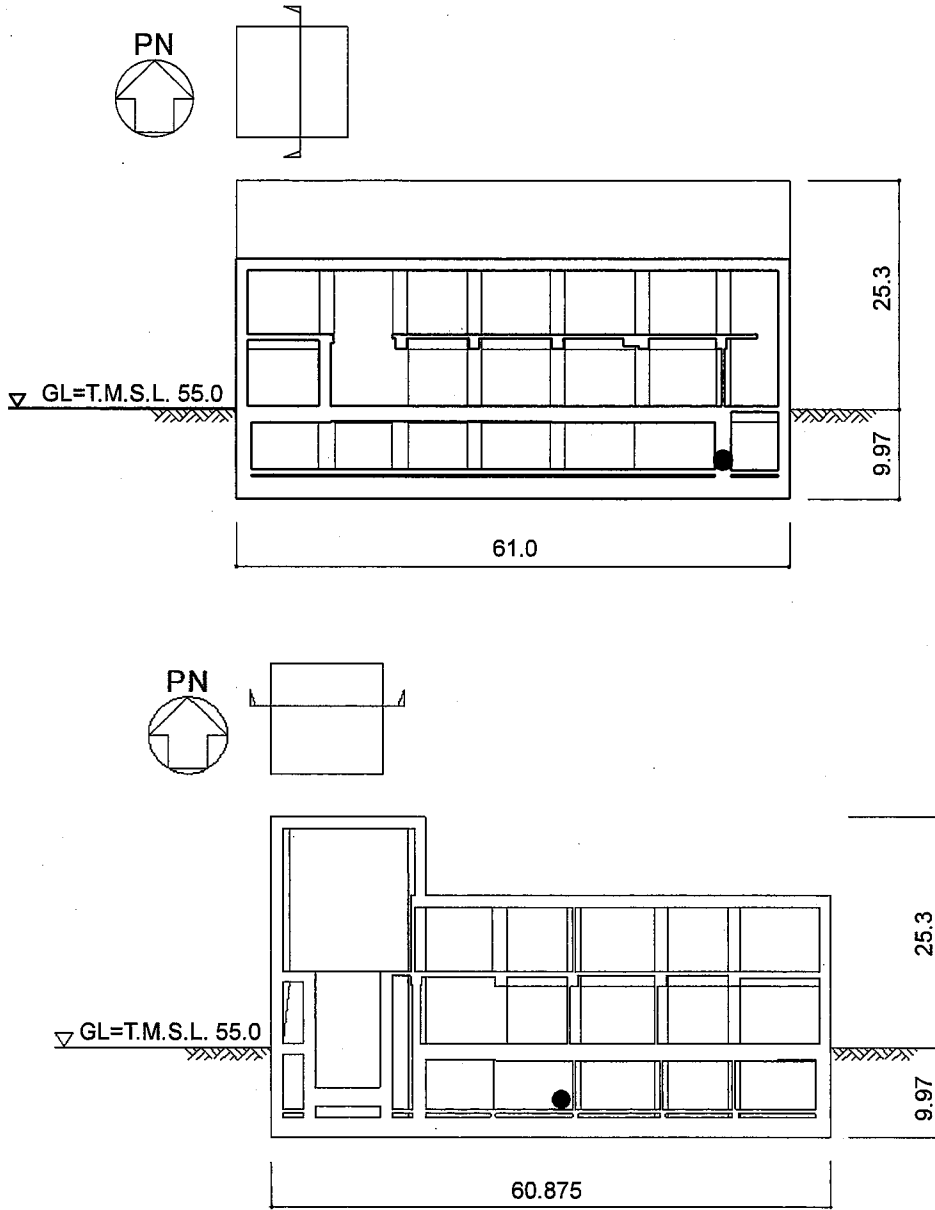
地下 1 階平面図 (T.M.S.L. 48.30 m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-23 図 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋
地震計配置図 (平面図)



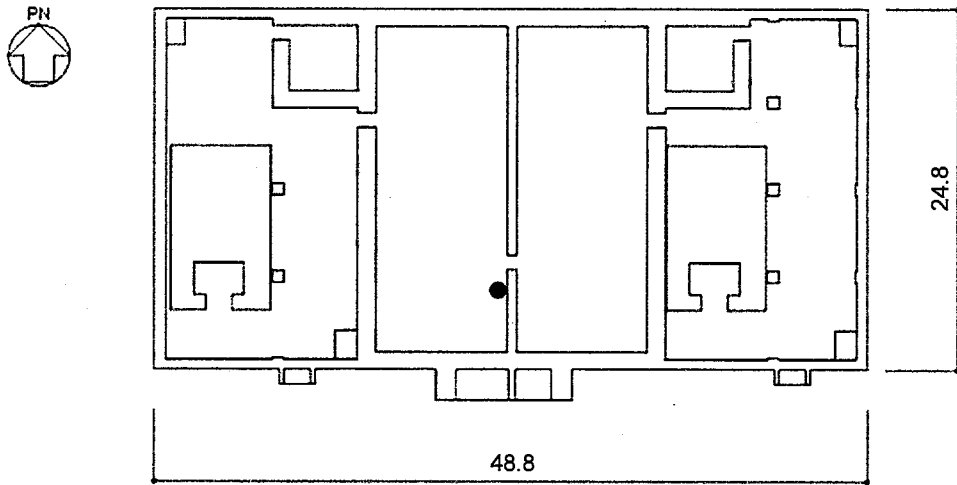
断面図

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-24 図 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋
地震計配置図 (断面図)



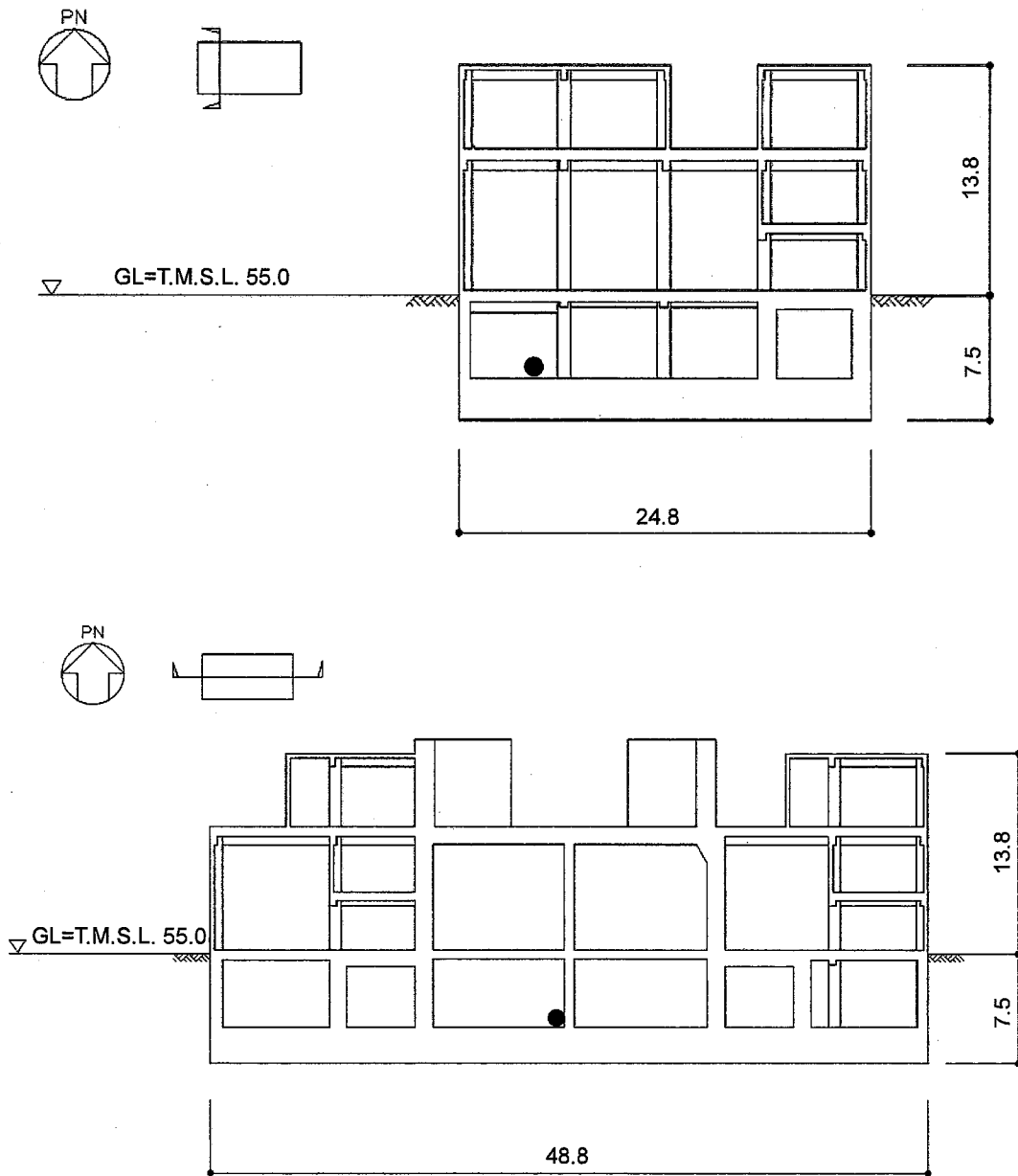
地下 1 階平面図 (T.M.S.L. 50.00 m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-25 図 非常用電源建屋 地震計配置図 (平面図)

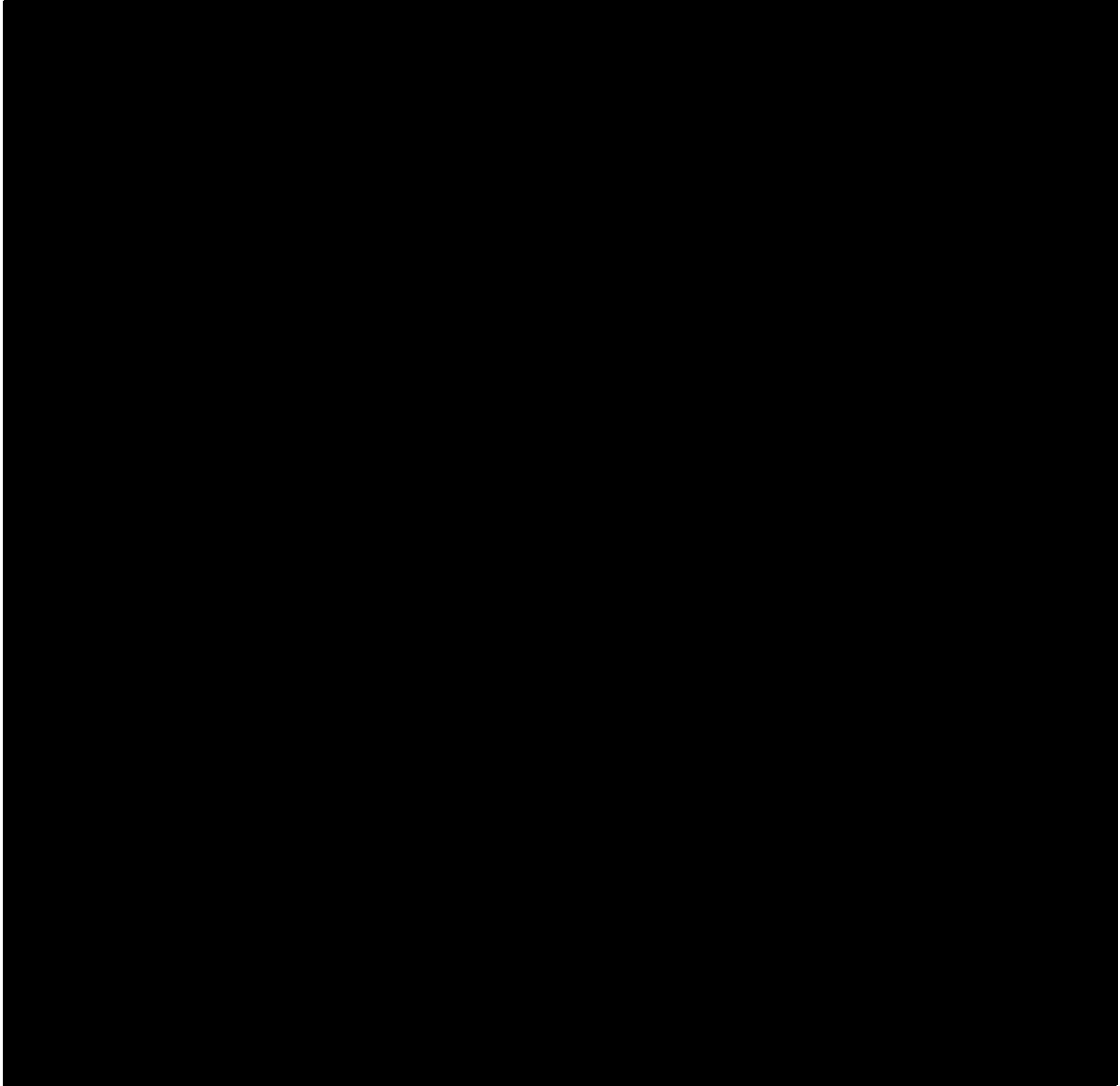


断面図

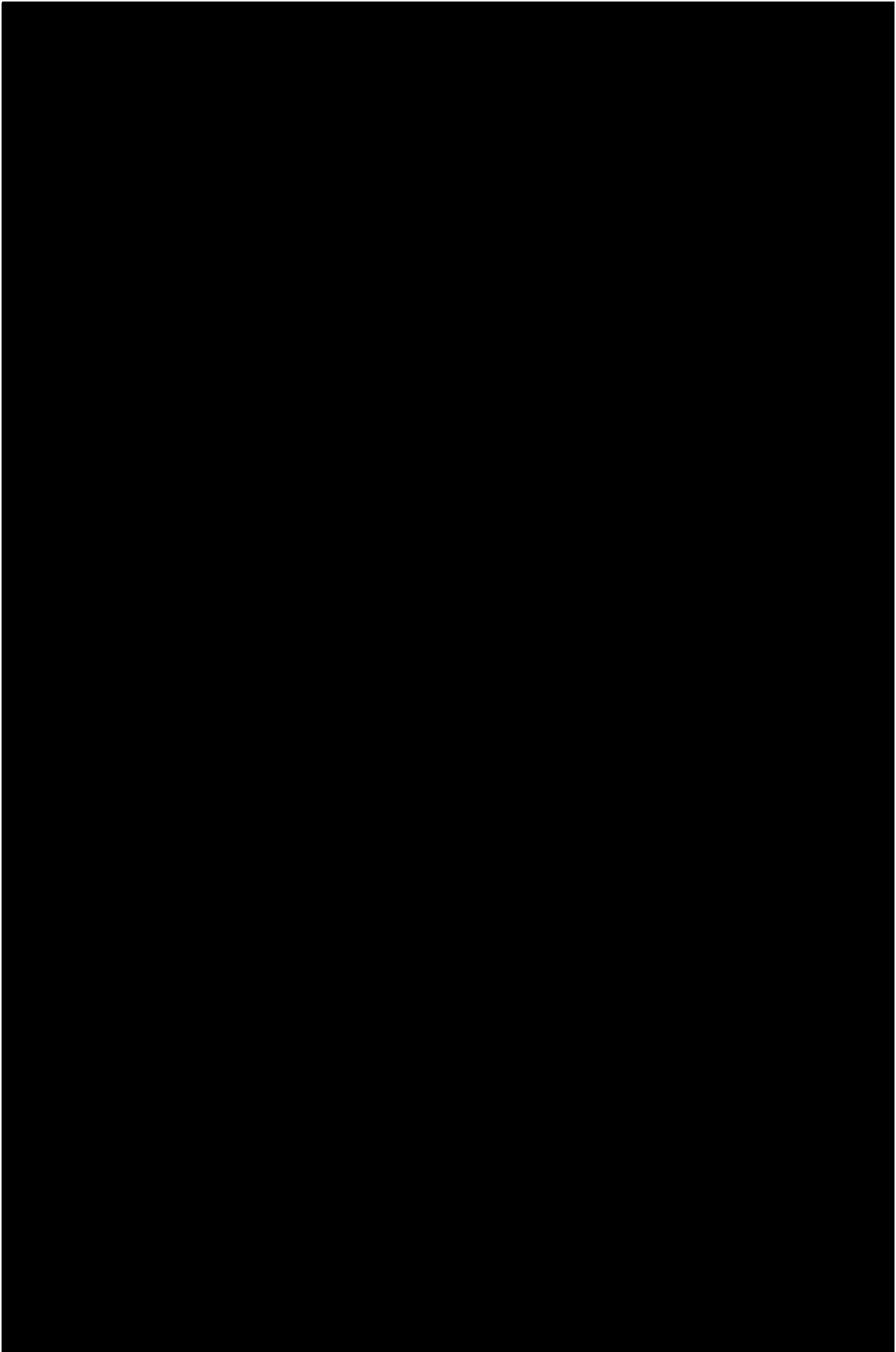
凡例
● : 地震計
(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

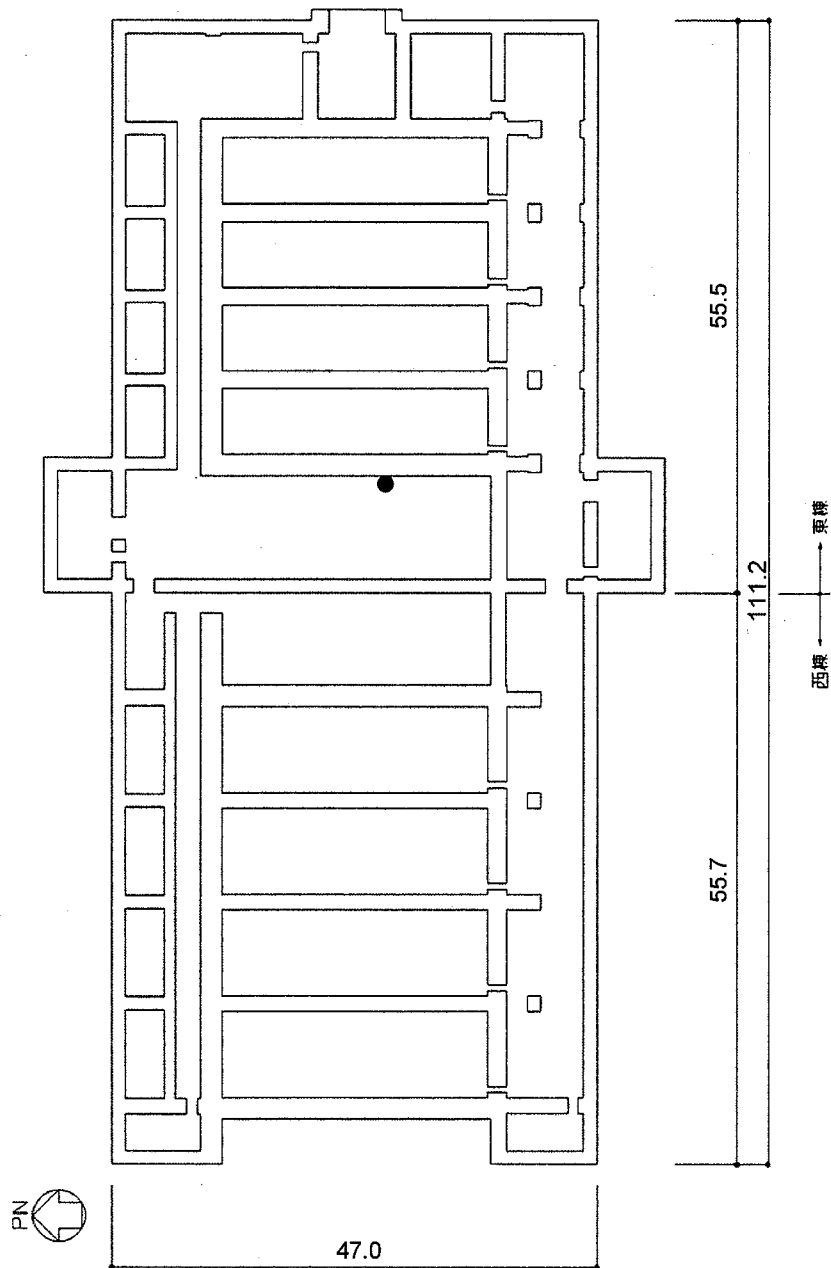
第 3-26 図 非常用電源建屋 地震計配置図 (断面図)

新 R ① JN 耐技 IV 00837 B



新 R ① JN 耐技 IV 00838 B





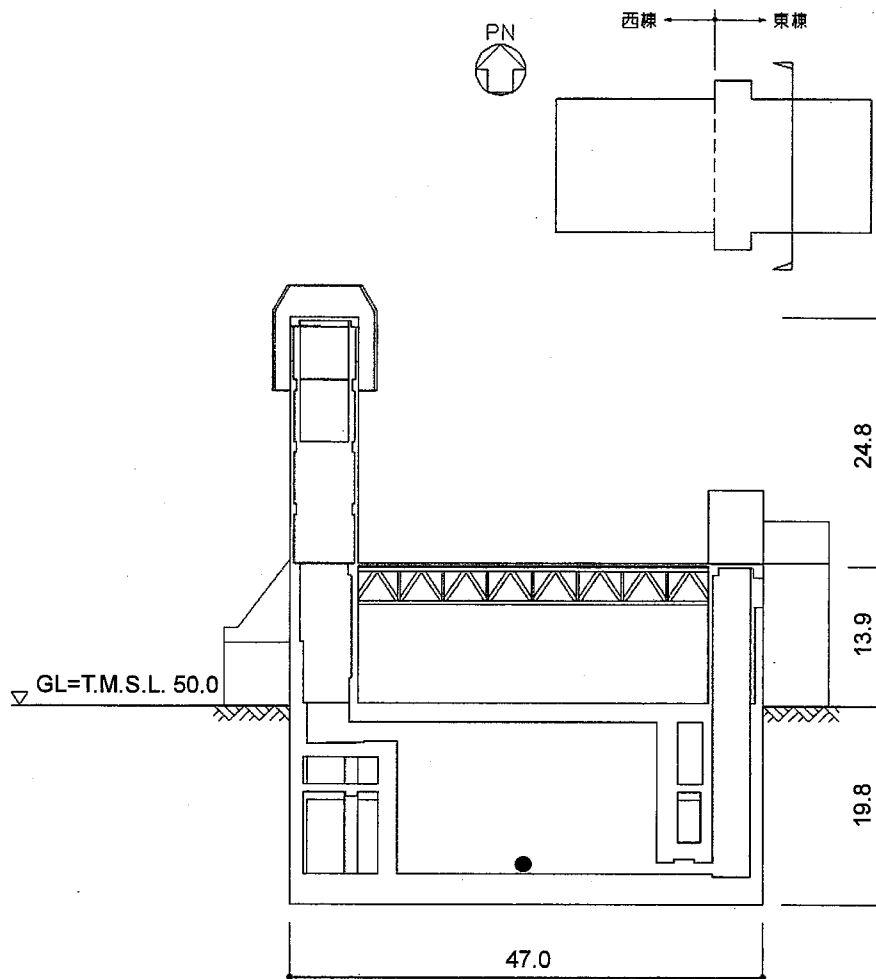
地下 2 階平面図 (T.M.S.L. 38.20 m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

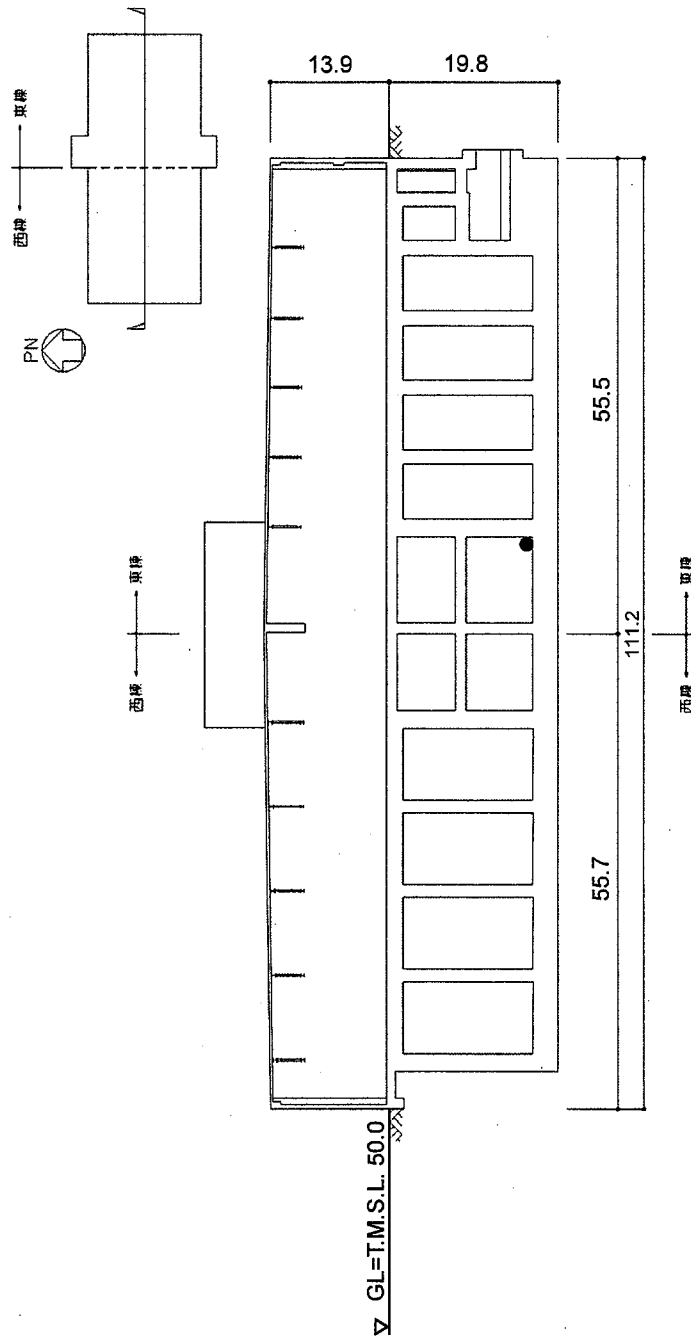
第 3-29 図 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図)



断面図

凡例
● : 地震計
(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-30 図(1) 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地震計配置図 (断面図 (NS 断面))



断面図

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-30 図(2) 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地震計配置図 (断面図 (EW 断面))

IV-1-1-6 設計用床応答曲線の 作成方針

目 次

1. 概要	1
2. 建物・構築物の応答解析	1
2.1 入力地震動	1
2.2 地盤定数	1
2.3 建物・構築物の解析	1
2.4 解析方法	2
3. 床応答曲線	3
3.1 作成手順	3
3.2 床応答曲線の作成	3
3.3 応答スペクトル	5
4. 設計用床応答曲線	5

1. 概要

耐震設計の対象となる機器・配管系の地震力を求めるために、その据付位置における床応答曲線を作成する。

ここでは、建物・構築物の応答解析から床応答曲線の作成に至るまでの作成方針について示す。

2. 建物・構築物の応答解析

床応答曲線を作成するための各階床レベルの加速度時刻歴応答波形の算定には、次の各項を考慮する。

2.1 入力地震動

入力地震動は、弾性設計用地震動 S_d 、基準地震動 S_s を用いるものとし、地盤条件を適切に考慮し設定する。

2.2 地盤定数

地震応答解析に用いる地盤定数については、地盤に関する調査結果に基づき設定する。

2.3 建物・構築物の解析

建物・構築物は、添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づき、その振動性状を適切に表現するばね質点系モデル等に置換して地震応答解析を行う。

2.4 解析方法

単純な1質点系が地震力を受けるときの運動方程式は次式となる。

$$m\ddot{x} + c\dot{u} + ku = 0 \dots\dots\dots (3.2-1)$$

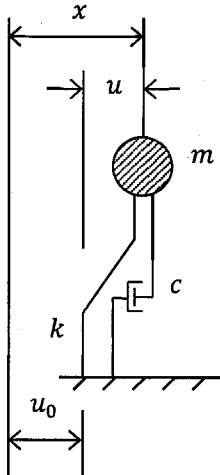
$\ddot{x} = \ddot{u} + \ddot{u}_0$ を代入すれば,

$$m(\ddot{u} + \ddot{u}_0) + c\dot{u} + ku = 0 \dots\dots\dots (3.2-2)$$

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = -m\ddot{u}_0 \dots\dots\dots (3.2-3)$$

となる。
ここに,

- m : 質点の質量
- k : ばね定数
- u_0 : 地震による基礎の変位
- x : 質点の絶対変位
- u : 質点の基礎に対する相対変位
- c : 減衰定数



建物・構築物の解析モデルのような多自由度系のモデルにおいては、各質点の質量、部材定数から(3.2-3)式に相当する多元連立の運動方程式を組み立て、マトリックス表示すると次式となる。

$$[m]\{\ddot{u}\} + [c]\{\dot{u}\} + [k]\{u\} = -[m]\{\alpha\}\ddot{u}_0 \dots\dots\dots (3.2-4)$$

ここに,

- $[m]$: 質量マトリックス
- $[c]$: 減衰マトリックス
- $[k]$: 剛性マトリックス
- $\{u\}$: 変位ベクトル
- $\{\alpha\}$: 入力ベクトル
- \ddot{u}_0 : 入力地震動の加速度

系の応答は(3.2-4)式を解くことによって得られる。

3. 床応答曲線

3.1 作成手順

床応答曲線は第 3.1-1 図に示す手順に従い、各階床レベルの 1 質点系加速度応答曲線を床に設置される機器・配管系の設計用減衰定数について作成する。

なお、最大加速度応答を算出する際の固有周期の刻みは下記のとおりとし、建物・構築物の床応答曲線は、互いに直交する水平方向(NS, EW)及び鉛直方向(UD)について作成する。

固有周期T(秒)	固有周期の刻み
$0.050 \leq T \leq 0.100$	0.002秒
$0.100 < T \leq 0.200$	0.005秒
$0.200 < T \leq 0.300$	0.01 秒
$0.300 < T \leq 0.400$	0.02 秒
$0.400 < T \leq 0.700$	0.05 秒
$0.700 < T \leq 1.000$	0.1 秒

3.2 床応答曲線の作成

建物・構築物の時刻歴応答解析により得られた各床面での加速度時刻歴応答波を入力として、応答曲線を作成する。

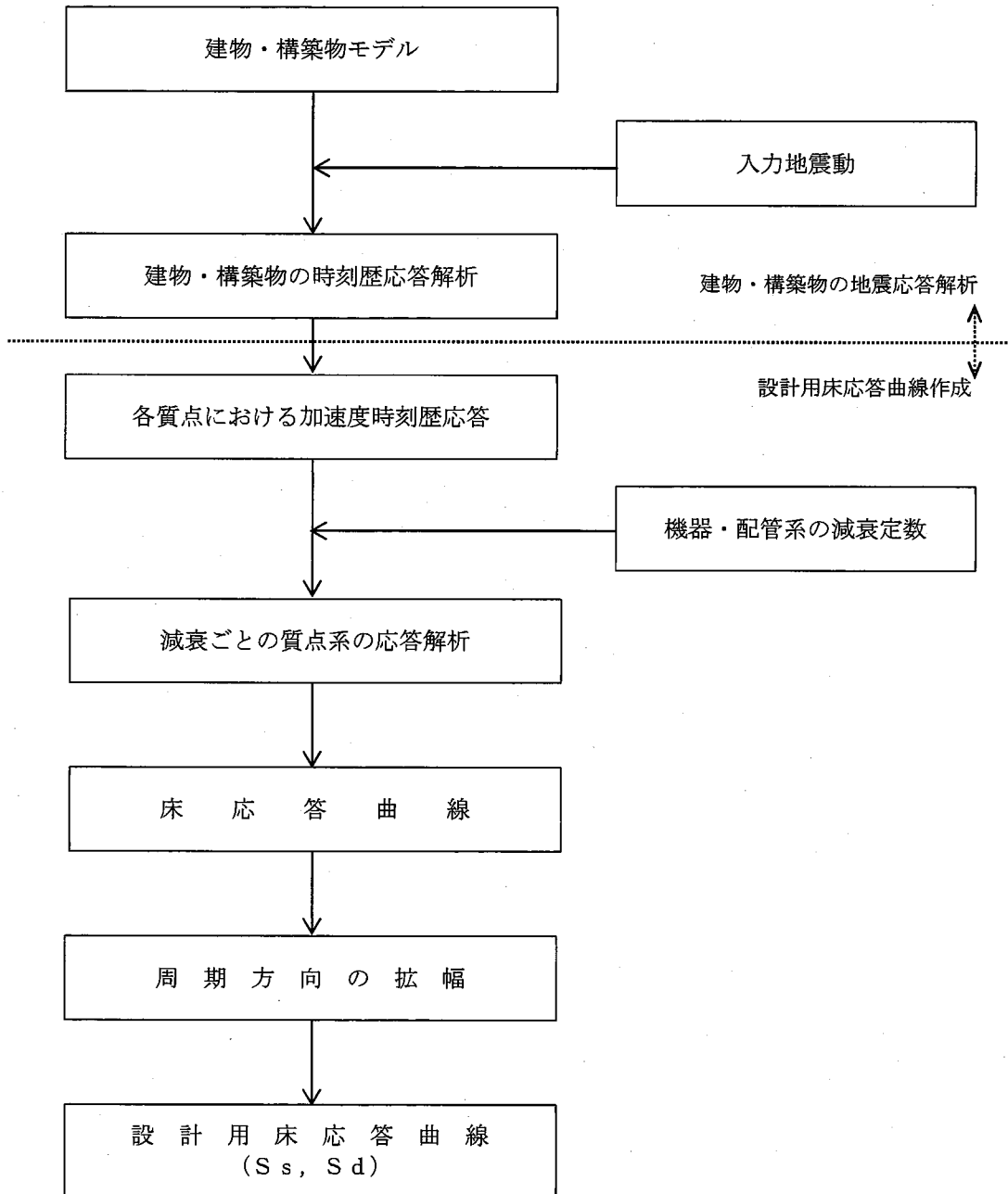
質点系に加速度時刻歴応答波を入力した場合の振動方程式を下記に示す。

$$\ddot{x} + 2h\omega\dot{x} + \omega^2 x = -\ddot{y}$$

ただし、 \ddot{x} : 床に対する相対加速度 \ddot{y} : 床加速度

\dot{x} : 床に対する相対速度 h : 減衰定数

x : 床に対する相対変位 ω : 固有円振動数



第 3.1-1 図 設計用床応答曲線の作成手順

3.3 応答スペクトル

機器・配管系の設計用地震力を動的解析によって求める場合は、それぞれの据付位置における応答スペクトルを使用して設計震度を定める。

4. 設計用床応答曲線

(1) 振動方向に合わせて水平方向(NS, EW)及び鉛直方向の各方向の応答スペクトルを使用する。この場合用いる応答スペクトルは、基準地震動 S_s 又は弾性設計用地震動 S_d による地震応答解析から得られる応答波を用いて作成した応答スペクトルを用い、固有周期の多少のずれにより応答に大幅な変化が生じないように周期軸方向に $\pm 10\%$ の拡幅を行ったものとする。ただし、材料物性のばらつき等を考慮した地震応答解析の応答波を用いて作成する応答スペクトルについては、 $\pm 10\%$ の拡幅は考慮しない。

入力地震動(基準地震動)と設計用床応答曲線における地震波名の一覧を第 4.-1 表に示す。

(2) 評価対象設備の振動方向に合わせて、水平方向(NS, EW)及び鉛直方向(UD)の各方向の応答スペクトルを使用する。

(3) 評価に適用する設計用床応答曲線 S_d については、弾性設計用地震動 S_d から算定した設計用床応答曲線 S_d 、又は設計用床応答曲線 S_s に対して係数*を乗じて算定した評価用床応答曲線 S_d を用いる。また、共振のおそれのある施設に適用する設計用床応答曲線は、設計用床応答曲線 S_d 又は評価用床応答曲線 S_d に対して2分の1乗じたものを用いる。

※添付書類「IV-1-1-1 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」の「7. 弾性設計用地震動 S_d 」と同等の係数を用いる。

(4) 建屋床より自立する機器・配管系については、設置階の応答スペクトルを用い、建屋壁より支持される機器・配管系及び建屋中間階に設置される機器・配管系については、上下階の応答スペクトルのうち安全側のものを用いるものとする。また、建屋上下階を貫通する配管系及び異なる建物、構築物を渡る配管系については、それぞれの据付位置の応答スペクトルのうち安全側のものを用いるものとする。ただし、応答スペクトルの運用において合理性が示される場合には、その方法を採用できるものとする。

第 4. -1 表 基準地震動と設計用床応答曲線における地震波名一覧

基準地震動		設計用床応答曲線における地震波名
S s -A	応答スペクトルに基づく基準地震動	S s 0 1
S s -B 1	出戸西方断層による地震 [短周期レベルの不確かさケース, 破壊開始点 2]	S s 0 2
S s -B 2	出戸西方断層による地震 [短周期レベルと傾斜角の不確かさ重畳ケース, 破壊開始点 1]	S s 0 3
S s -B 3	出戸西方断層による地震 [短周期レベルと傾斜角の不確かさ重畳ケース, 破壊開始点 2]	S s 0 4
S s -B 4	出戸西方断層による地震 [短周期レベルと傾斜角の不確かさ重畳ケース, 破壊開始点 3]	S s 0 5
S s -B 5	出戸西方断層による地震 [短周期レベルと傾斜角の不確かさ重畳ケース, 破壊開始点 4]	S s 0 6
S s -C 1	2004 年北海道留萌支庁南部地震 (K - N E T 港町)	S s 0 7
S s -C 2	2008 年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム [右岸地山]) ^{※1}	S s 0 8, S s 1 1
S s -C 3	2008 年岩手・宮城内陸地震 (K i K - n e t 金ヶ崎) ^{※1}	S s 0 9, S s 1 2
S s -C 4	2008 年岩手・宮城内陸地震 (K i K - n e t - 関東) ^{※1}	S s 1 0, S s 1 3

※1 : S s -C 2, C 3 及び C 4 については, 入力方向が特定されていない地震動であるため, NS・EW を入れ替えた設計用床応答曲線についても作成する。

IV-1-1-7 水平2方向及び鉛直方
向地震力の組み合わせに関する
影響評価方針

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動	1
4. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針	1
4.1 建物・構築物(洞道以外)	1
4.2 構築物(洞道)	6
4.3 機器・配管系	9

1. 概要

本資料は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち、「4.1 地震力の算定方法 4.1.2 動的地震力」に基づき、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価の方針について説明するものである。

2. 基本方針

施設の耐震設計では、設備の構造から地震力の方向に対して弱軸、強軸を明確にし、地震力に対して配慮した構造としている。

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」別記2において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せが示されたことから、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組み合わせ合わせた耐震計算(以下「従来設計手法」という。)に対して、施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性がある施設を評価対象施設として抽出し、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

評価対象は「再処理施設の技術基準に関する規則」の第6条及び第33条に規定されている耐震重要施設及びその間接支持構造物、重大事故等対処施設並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設、設備の部位とする。なお、耐震Bクラスの施設については共振のおそれのある施設を評価対象とする。

評価に当たっては、施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける部位を抽出し、その部位について水平2方向及び鉛直方向の荷重や応力を算出し、施設が有する耐震性への影響を確認する。

施設が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講ずる。

3. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価には、基準地震動 S_s を用いる。基準地震動 S_s は、添付書類「IV-1-1-1 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」による。

ここで、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動 S_s は、複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係を、施設の特性による影響も考慮した上で確認し、本影響評価に用いる。

4. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針

4.1 建物・構築物(洞道以外)

4.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

従来設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、各水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれの方向ごとに入力し解析を行っている。また、再処理施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

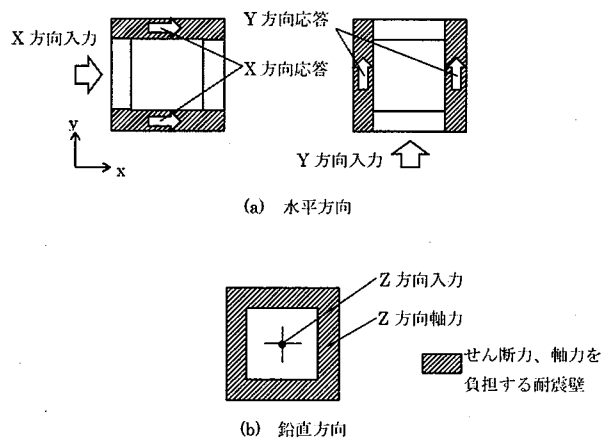
水平方向の地震力に対しては、せん断力について評価することを基本とし、建物・構築物に作用するせん断力は、地震時に生じる力の流れが明解となるように、直交する2方向

に釣合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は、水平2方向の耐震壁に対してそれぞれ剛性を評価し、各水平方向に対して解析を実施している。したがって、建物・構築物に対し水平2方向の入力がある場合、各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため、水平2方向の入力がある場合の評価は、水平1方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に作用する軸力は、鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について、第 4. 1-1 図に示す。

また、添付書類「IV-2 再処理施設の耐震性に関する計算書」のうち建物・構築物の局部評価は、地震応答解析により算出された応答を水平1方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。



第 4. 1-1 図 入力方向ごとの耐震要素

4.1.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

対象とする部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位を抽出する。

応答特性から抽出された、水平2方向の地震力による影響を受ける可能性がある部位は、従来の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平2方向及び鉛直方向に組み合わせ、各部位に発生する荷重や応力を算出し、各部位が有する耐震性への影響を確認する。各部位が有する耐震性への影響が確認された場合、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講ずる。

4.1.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物の従来設計手法に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある耐震評価上の構成部位について、応答特性から抽出し、影響を評価する。影響評価のフローを第4.1-2図に示す。

(1) 影響評価部位の抽出

① 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、各建屋において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

② 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理する。

なお、隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響確認のための建物・構築物の評価は、上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突の有無の判断が基本となる。そのため、せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり、壁式構造では耐震壁(ラーメン構造では柱、梁)を主たる抽出対象部位とし、その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性のうち、荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力に対し、荷重の組合せによる応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

④ 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位のうち、3次元的な応答特性が想定される部位を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3次元的な応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

⑤ 3次元FEMモデルによる精査

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について、3次元FEMモデルを用いた精査を実施し、水平2方向及び鉛直方向地震力により、有する耐

震性への影響が想定される部位を抽出する。

また、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位についても、局所応答の観点から、3次元 FEM モデルによる精査を実施し、水平2方向及び鉛直方向地震力により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

局所応答に対する3次元 FEM モデルによる精査は、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、分離建屋について、地震応答解析を行う。

(2) 影響評価手法

⑥ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては、添付書類「IV-2 再処理施設の耐震性に関する計算書」のうち建物・構築物の局部評価に示す水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の算出結果等を用い、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせる方法として、米国 REGULATORY GUIDE 1.92^(注)の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として、組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位が有する耐震性への影響を評価する。

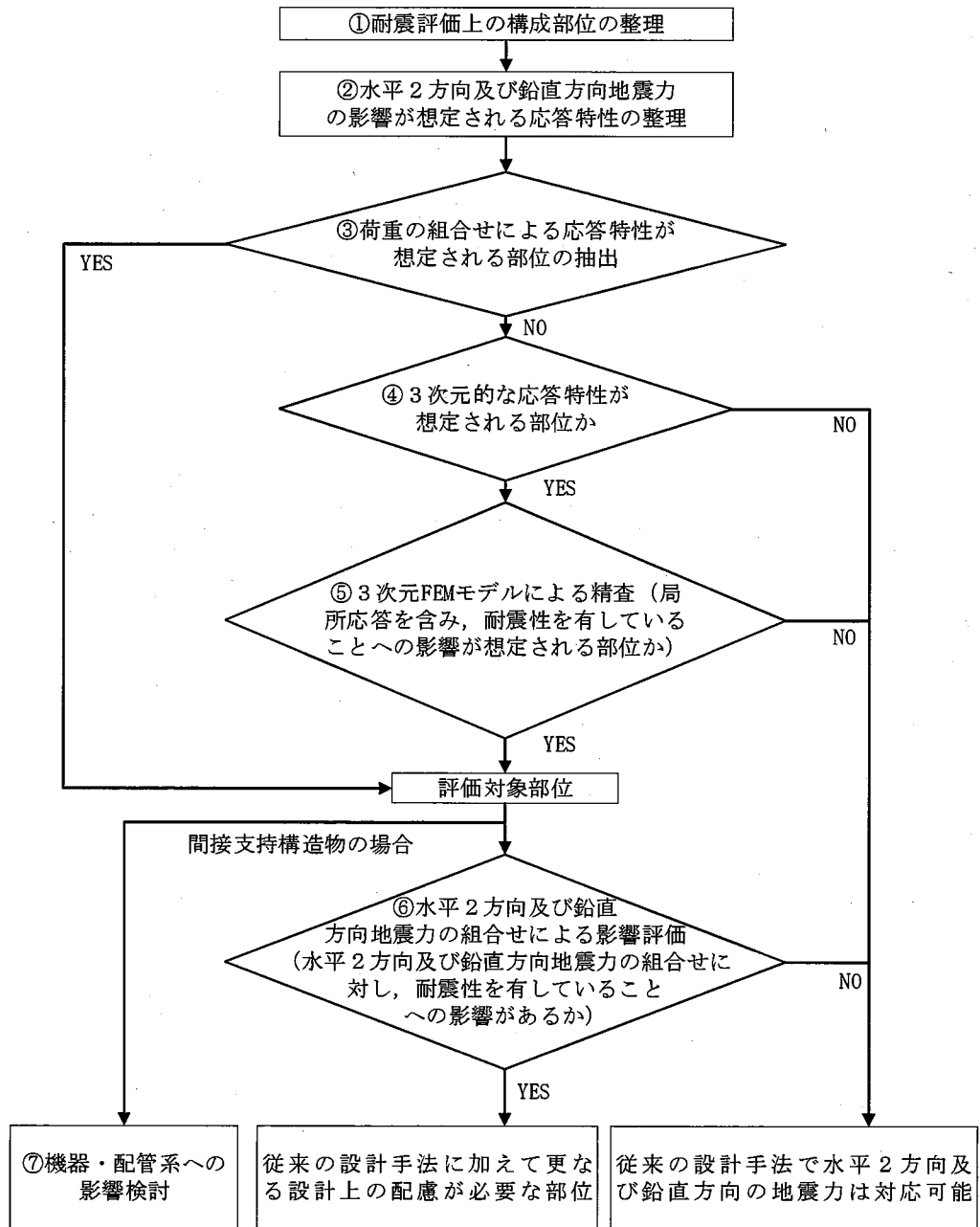
⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤で、施設が有する耐震性への影響が想定され、評価対象として抽出された部位が、耐震重要施設、重大事故等対処施設の間接支持機能を有する場合には、機器・配管系に対し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、⑤の精査にて、建物・構築物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、3次元 FEM モデルによる地震応答解析結果から、機器・配管系への影響の可能性が想定される部位について検討対象として抽出する。

(注)REGULATORY GUIDE (RG) 1.92 “COMBINING MODAL RESPONSES AND SPATIAL COMPONENTS IN SEISMIC RESPONSE ANALYSIS”



第 4.1-2 図 建物・構築物の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価フロー

4.2 構築物(洞道)

4.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

一般的な地上構築物では、躯体の慣性力が主たる荷重であるのに対し、洞道は地中に埋設されているため、動土圧や動水圧等の外力が主たる荷重となる。また、洞道は、比較的単純な構造部材の配置で構成され、ほぼ同一の断面が長手方向に連続する構造的特徴を有することから、3次元的な応答の影響は小さいため、2次元断面での耐震評価を行っている。

洞道は、主に配管等の間接支持機能を維持するため、管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されることから、構造上の特徴として、明確な弱軸、強軸を有する。

強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して、顕著な影響を及ぼさないことから、従来設計手法では、弱軸方向を評価対象断面として耐震評価を実施している。

4.2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

洞道において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある構築物の評価を行う。

洞道を構造形式ごとに分類し、構造形式ごとに作用すると考えられる荷重を整理し、荷重が作用する構造部材の配置等から水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性のある構築物を抽出する。

抽出された構築物について、従来設計手法での評価対象断面(弱軸方向)に直交する断面(強軸方向)の応答が評価対象断面(弱軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の照査に影響を与える場合には、評価対象断面(弱軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面(弱軸方向)に直交する断面(強軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力を適切に組み合わせることで、水平2方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し、構築物が有する耐震性への影響を確認する。

構築物が有する耐震性への影響が確認された場合は詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講ずる。

4.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

洞道において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける可能性があり、従来設計手法の耐震評価に加え、さらなる設計上の配慮が必要な構築物について、構造形式及び作用荷重の観点から影響評価の対象とする構築物を抽出し、構築物が有する耐震性への影響を評価する。影響評価フローを第4.2-1図に示す。

(1) 影響評価対象構造形式の抽出

① 構造形式の分類

洞道について、各構築物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ、構造形式ごとに大別する。

② 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

②で整理した荷重に対して、構造形式ごとにどのように作用するかを整理し、耐震性に与える影響程度を検討した上で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響

響が想定される構造形式を抽出する。

④ 従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

③で抽出されなかった構造形式について、従来設計手法における評価対象断面以外の箇所で、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響により 3 次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

⑤ 従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対して、従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

(2) 評価対象構造物の選定

⑥ 評価対象構造物の選定

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される構造形式を対象に、評価対象構造物を選定する。

評価対象構造物の選定に当たっては、洞道は明確な弱軸・強軸を示し、地震時における構造物のせん断変形方向が明確であることを考慮し、従来設計手法における評価対象断面(弱軸方向)の耐震評価結果を踏まえて選定する。

(3) 影響評価手法

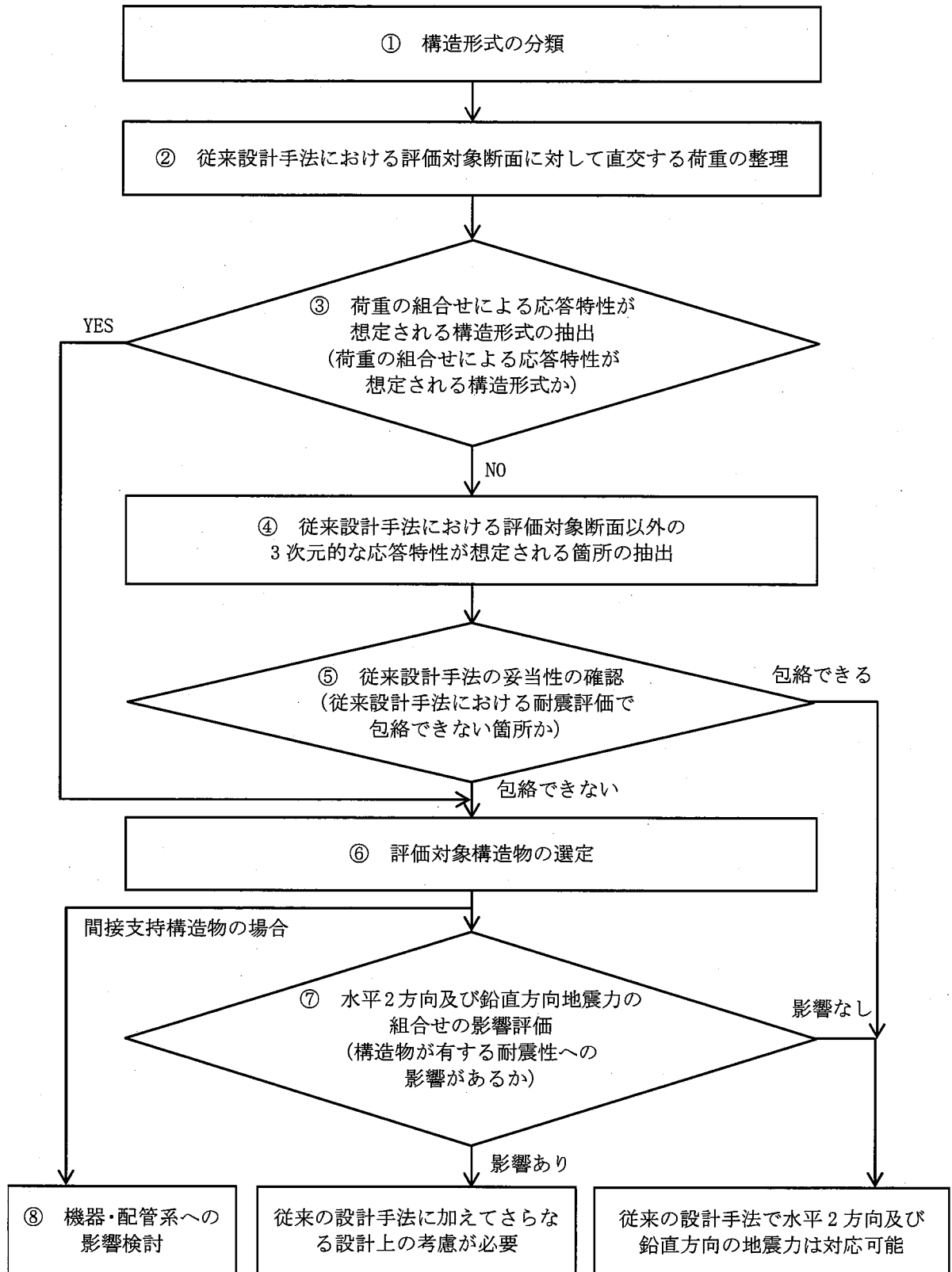
⑦ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

評価対象として選定された構造物について、従来設計手法での評価対象断面(弱軸方向)に直交する断面(強軸方向)の応答が評価対象断面(弱軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の照査に影響を与える場合には、評価対象断面(弱軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面(弱軸方向)に直交する断面(強軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力を適切に組み合わせることで、構造部材の設計上の許容値に対する評価を実施し、構造部材が有する耐震性への影響を確認する。

⑧ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤で、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が確認された構造物が、耐震 S クラスの施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合には、機器・配管系に対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。



第 4.2-1 図 構築物(洞道)の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価フロー

4.3 機器・配管系

4.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

機器・配管系における水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法では、建物・構築物の振動特性を考慮し、変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向(応答軸方向)に基準地震動を入力して得られる各方向の地震力(応答スペクトル)を用いている。

応答軸(強軸・弱軸)が明確となっている設備の耐震評価においては、水平各方向の地震力を包絡し、変形モードが支配的となる応答軸方向に入力する等、保守的な取り扱いを基本としている。

一方、応答軸が明確となっていない設備で3次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に3次元のモデル化を行っており、建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し、この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。

さらに、応答軸以外の振動モードが生じにくい構造の採用、応答軸以外の振動モードが生じ難いサポート設計の採用といった構造上の配慮等、水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

4.3.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価方針

機器・配管系においては、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に、影響を受ける可能性がある設備(部位)の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設、重大事故等対処施設の機器・配管系及びこれらの施設への波及的影響防止のために耐震性を確保する設備(以下「評価対象設備」という。)とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し、それぞれの構造上の特徴により荷重の伝達方向、その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平2方向の地震力による影響を受ける可能性がある設備(部位)を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備(部位)は、水平2方向及び鉛直方向地震力による影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が1:1で入力された場合の発生値を従来設計手法による結果の荷重又は算出応力等を水平2方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により、水平2方向の地震力による設備(部位)に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が従来設計手法による発生値と同等である場合は影響のない設備として抽出せず、従来設計手法による発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は、設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講ずる。

4.3.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において、従来設計手法に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性がある設備を構造及び発生値の増分の観点から抽出し、影響を評価する。なお、影響評価は従来設計手法で用いている質点系モデル、有限要素法モデル等によ

る結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを第 4.3-1 図に示す。

① 影響評価対象となる設備の整理

評価対象設備を機種ごとに分類し整理する(第 4.3-1 図①)。

② 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平 2 方向の地震力が重複する観点,若しくは応答軸方向以外の振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点で検討を行い,水平 2 方向の地震力による影響の可能性のある設備を抽出する(第 4.3-1 図②)。

③ 発生値の増分による抽出

水平 2 方向の地震力による影響の可能性のある設備に対して,水平 2 方向の地震力が各方向 1:1 で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め,従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して,水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し,耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

また,建物・構築物の検討により,機器・配管系への影響の可能性のある部位が抽出された場合は,機器・配管系への影響を評価し,耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

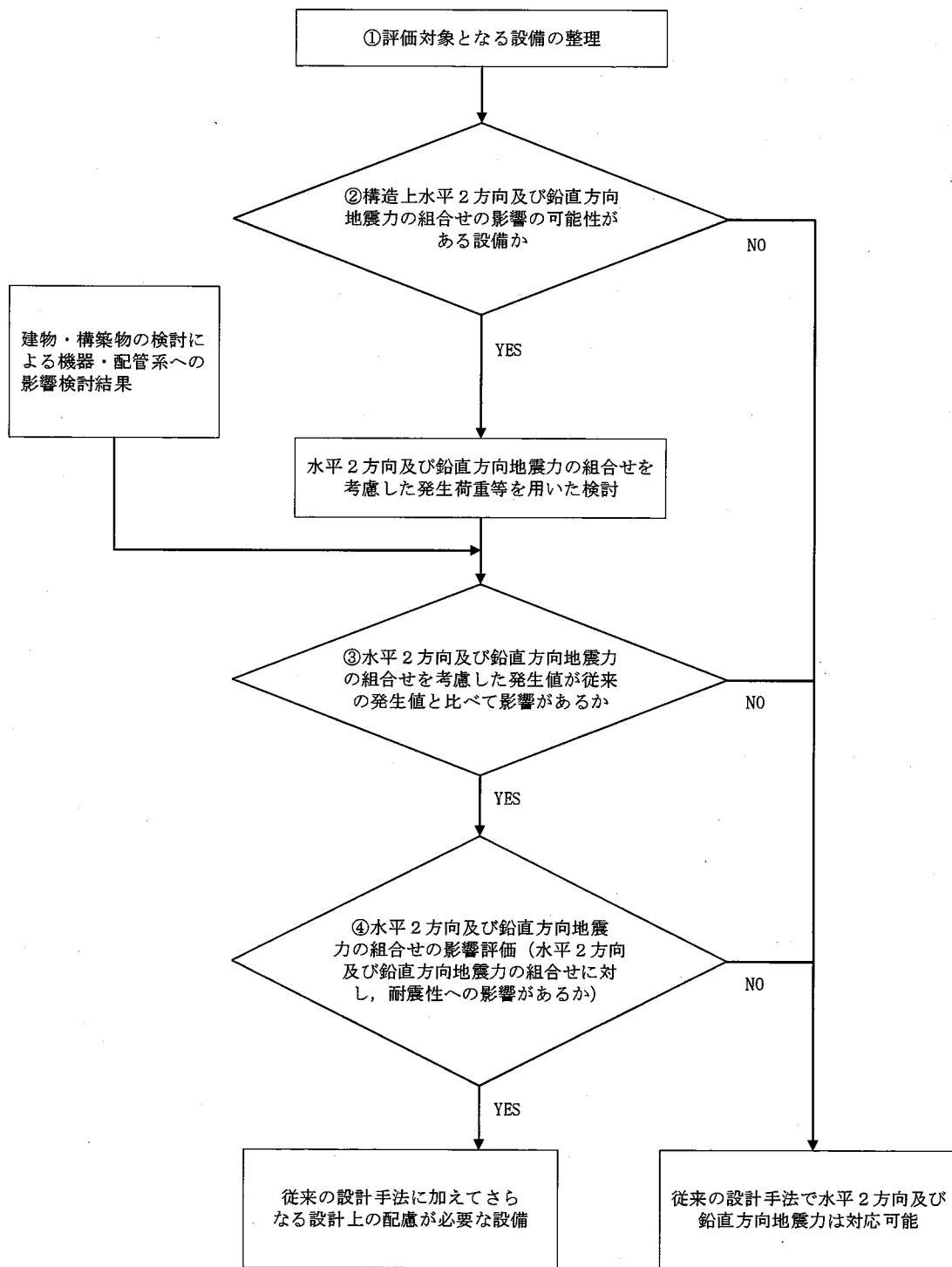
影響の検討は,機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備(部位)を対象とする(第 4.3-1 図③)。

なお,水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は,地震時に水平 2 方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方である Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares 法(以下「非同時性を考慮した SRSS 法」という。)又は組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)を適用する。この組合せ方法については,現状の耐震評価は基本におおむね弾性範囲で留まる体系であることに加え,国内と海外の機器の耐震解析は,基本的に線形モデルで,実施している等類似であり,水平 2 方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから,米国 REGULATORY GUIDE 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考としているものである。

上記②及び③の観点から,水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性のある設備の抽出結果を,別紙「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ評価対象設備の抽出結果」に示す。

④ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて,設備が有する耐震性への影響を確認する(第 4.3-1 図④)。



第 4.3-1 図 機器・配管系の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した影響評価のフロー

IV-1-1-7 別紙

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の 組み合わせ評価対象設備の 抽出結果

目 次

1. 概要	1
2. 機器・配管系の水平2方向及び鉛直方向地震力の評価対象設備	1
2.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討対象設備の抽出	1
2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果	2

1. 概要

本資料は、添付書類「IV-1-1-7 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」に基づき、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性がある設備及び評価部位の抽出内容について説明するものである。

2. 機器・配管系の水平2方向及び鉛直方向地震力の評価対象設備

2.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討対象設備の抽出

評価対象設備を機種ごとに分類した上で、機種ごとに分類した設備の各評価部位、応力分類に対し構造上の特徴から水平2方向の地震力による影響を以下の項目より検討し、影響の可能性のある設備を機種ごとに抽出した結果を第1.1.7-1表に示す。

(1) 水平2方向の地震力が重複する観点

水平1方向の地震力に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重複した場合、水平2方向の地震力による影響有無を検討し、影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性があるものを抽出する。以下の場合には、水平2方向の地震力により影響が軽微であると整理した。

a. 水平2方向の地震力を受けた場合でも、その構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの

横置き容器などは、水平2方向の地震力を想定した場合、水平1方向を拘束する構造であることや、水平各方向で振動特性及び荷重の負担断面が異なる構造であることにより、地震力の影響を受ける部位が特定の方向であるため、水平1方向の地震力しか負担しないものとして分類した。

b. 水平2方向の地震力を受けた場合、その構造により最大応力の発生箇所が異なるもの

一様断面を有する容器類の胴板などは、水平2方向の地震力を想定した場合、それぞれの水平方向地震力に応じて応力が最大となる箇所があることから、最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。

(2) 水平方向とその直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点

水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで有意な影響が生じ、さらに新たな応力成分が作用する可能性のある設備を抽出した。

機器・配管系の設備について、一般的な補機の場合は水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっており、評価上有意なねじれ振動等は発生しない。

一方、水平方向に広がりのある配管系の設備の場合、各構成要素は水平各軸方向に対して均等な構造でありねじれ振動は起こりにくいですが、系全体として考えた場合は、有意なねじれ振動が発生する可能性がある。しかし、水平方向とその直交方向が相関する振動モードが想定される設備で、従来設計より3次元のモデル化を行い、その振動モードを適切に考慮し評価している場合は、耐震性への影響が懸念されないものとして扱う。

(3) 水平1方向及び鉛直方向地震力に対する水平2方向及び鉛直方向地震力増分の観点

(1)、(2)において影響の可能性のある設備について、水平2方向の地震力が各方向

1 : 1 で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の設計手法による発生値と比較し、その増分により影響の程度を確認し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出した。

水平1方向に対する水平2方向の地震力による発生値の増分の検討は、機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備(部位)を対象とする。水平2方向の地震力の組合せは米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮した Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares (以下「非同時性を考慮した SRSS 法」という。)又は組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)により組み合わせ、発生値の増分を算出する。増分の算出は、従来の評価で考慮している保守性により増分が低減又は包絡されることも考慮する。

- ・従来の評価データを用いた簡易的な算出では、地震・地震以外の応力に分離可能なものは地震による発生値のみを組み合わせた後、地震以外による応力と組み合わせで算出する。
- ・応答軸が明確な設備で、設備の応答軸の方向あるいは厳しい応力が発生する向きへ地震力を入力している場合は、耐震性への影響が懸念されないものとして扱う。

2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果

2.1 項で検討した、水平2方向の地震力が重畳する観点、水平方向とその直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点、水平1方向及び鉛直方向地震力に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の増分の観点で、いずれかの観点により水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備の評価部位を抽出した結果を第1.1.7-2表に示す。

第 1.1.7-1 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討対象設備

設備(機種)	部位
スカート型設備	胴板, スカート
	基礎ボルト
平底型設備	胴板
	基礎ボルト
脚支持設備	胴板
	支持脚
	基礎ボルト
横置型設備	胴板
	支持脚
	基礎ボルト
横形ポンプ, 非常用ディーゼル機関・発電機, ファン類	基礎ボルト, 取付ボルト
立形ポンプ	基礎ボルト, 取付ボルト
クレーン, 台車類	転倒防止装置
使用済燃料ラック	ラック箱
矩形構造の架構設備 ※蓄電池, 架台を含む	各部位
平板型設備	胴板, ラグ, 取付ボルト
躯体一体型設備	架構
排気筒	筒身
	鉄塔
昇降設備	昇降シャフト
	取付ボルト
配管本体(定ピッチスパン法)	直管配管(水平, 鉛直)
	曲り部, 分岐部
配管本体, サポート(多質点はりモデル解析)	配管
	サポート

第1.1.7-2表 水平2方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果

(凡例)○：影響の可能性あり
 △：影響軽微
 -：申請範囲に該当設備無し

設備(機種)及び部位	水平2方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性		
	2.1項(1)及び(2)の観点	2.1項(3)の観点 ¹⁾	検討結果
スカート型設備	○(基礎ボルトせん断)	○(タンク基礎ボルトせん断)	-
平底型設備	○(基礎ボルトせん断)	○(タンク基礎ボルトせん断)	-
脚支持設備	○(胴板, 支持脚, 基礎ボルト)	△	明確な応答軸を有している
横置型設備	○(基礎ボルトせん断)	△	明確な応答軸を有している
横形ポンプ, 非常用ディーゼル機関・発電機, ファン類	○(基礎ボルト, 取付ボルトせん断)	△	明確な応答軸を有している
立形ポンプ	○(基礎ボルト, 取付ボルトせん断)	○(基礎ボルトせん断)	-
クレーン, 台車類	△	△	明確な応答軸を有している
使用済燃料ラック	○(ラック箱)	○(ラック箱)	-
矩形構造の架構設備 ※蓄電池, 架台を含む	○	△	明確な応答軸を有している

新R① JN機G IV 01106 B

設備(機種)及び部位	水平2方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性		
	2.1項(1)及び(2)の観点	2.1項(3)の観点 ¹⁾	検討結果
平板型設備	○(取付ボルトせん断)	△	明確な応答軸を有している
躯体一体型設備	△	△	明確な応答軸を有している
排気筒	○(筒身, 鉄塔)	○(筒身, 鉄塔)	—
昇降設備	○(昇降シャフト, 取り付けボルトせん断)	○(昇降シャフト, 取り付けボルトせん断)	—
配管本体(定ピッチスパン法)	△	△	明確な応答軸を有している
配管(多質点はりモデル解析), サポート	○(配管)	○(配管)	—
	○(サポート)	△	—

注記 1) : 括弧内は代表部位を示す

IV-1-1-8 機能維持の基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力	1
3. 構造強度の制限	6
4. 変位, 変形の制限	21
4.1 建物・構築物間相対変位に対する配慮	21
4.2 形状寸法管理に対する配慮	21
5. 機能維持	22
5.1 動的機能維持	22
5.2 電氣的機能維持	24
5.3 気密性の維持	24
5.4 遮蔽性の維持	24
5.5 冷却機能の維持	24
5.6 支持機能の維持	25
5.7 耐震重要施設のその他の機能維持	25
5.8 重大事故等対処施設のその他の機能維持	25

1. 概要

本資料は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す設計用地震力の算定方法及び機能維持の考え方に基づき、再処理施設の機能維持に関する基本的な考え方を説明するものである。

2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力

機能維持の確認に用いる設計用地震力については、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す設計用地震力の算定方法に基づくこととし、具体的な算定方法は第2-1表に従い算定する。また、当該申請における機器・配管系の設計用地震力の算定に際しては、添付書類「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に定める方法にて設定した設計用床応答曲線を用いる。

第 2.-1 表 設計用地震力

(1) 静的地震力

静的地震力及び必要保有水平耐力は、以下の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

項目	耐震重要度	地震層せん断力係数及び水平震度	地震層せん断力係数 (必要保有水平耐力算出用)	鉛直震度
建物 ・ 構築物	S	$3.0C_i^{1)}$	$1.0C_i^{2)}$	$1.0C_v^{3)}$
	B	$1.5C_i^{1)}$	$1.0C_i^{2)}$	—
	C	$1.0C_i^{1)}$	$1.0C_i^{2)}$	—
機器 ・ 配管系	S	$3.6C_i^{1)}$	—	$1.2C_v^{3)}$
	B	$1.8C_i^{1)}$	—	—
	C	$1.2C_i^{1)}$	—	—

- 1) C_i は標準せん断力係数を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

R_t : 振動特性係数

A_i : C_i の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数

- 2) C_i は標準せん断力係数を 1.0 とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

R_t : 振動特性係数

A_i : C_i の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数

- 3) 震度 0.3 とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定として求められる値で次式に基づく。

$$C_v = 0.3 \cdot R_v$$

R_v : 振動特性係数

(2) 動的地震力

動的地震力は、以下の入力地震動又は入力地震力に基づき算定する。

項目	耐震 重要度	入力地震動又は入力地震力 ¹⁾	
		水平	鉛直
建物 ・ 構築物	S	弾性設計用地震動 S d	弾性設計用地震動 S d
		基準地震動 S s	基準地震動 S s
	B	弾性設計用地震動 S d × 1/2 ²⁾	弾性設計用地震動 S d × 1/2 ²⁾
機器 ・ 配管系	S	設計用床応答曲線 S d ³⁾ 又は 弾性設計用地震動 S d	設計用床応答曲線 S d ³⁾ 又は 弾性設計用地震動 S d
		設計用床応答曲線 S s 又は 基準地震動 S s	設計用床応答曲線 S s 又は 基準地震動 S s
	B	設計用床応答曲線 S d × 1/2 ²⁾⁴⁾	設計用床応答曲線 S d × 1/2 ²⁾⁴⁾

- 1) 設計用床応答曲線は、弾性設計用地震動 S d 及び基準地震動 S s に基づき作成した設計用床応答曲線とする。
- 2) 共振のおそれのある施設に適用する。
- 3) 評価に適用する設計用床応答曲線 S d については、弾性設計用地震動 S d から算定した設計用床応答曲線 S d、又は設計用床応答曲線 S s に対して係数※を乗じて算定した評価用床応答曲線 S d を用いる。
- 4) 設計用床応答曲線 S d 又は評価用床応答曲線 S d に対して 2 分の 1 乗じたものを用いる。

※ 添付書類「IV-1-1-1 基準地震動 S s 及び弾性設計用地震動 S d の概要」の「7. 弾性設計用地震動 S d」と同等の係数を用いる。

地震を要因とする重大事故等に対する施設に適用する動的地震力は、以下の入力地震動に基づき算定する。

項目	入力地震動	
	水平	鉛直
地震を要因とする重大事故等に対する施設	基準地震動 $S_s \times 1.2$ ¹⁾	基準地震動 $S_s \times 1.2$ ¹⁾

1) 基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力を用いる。

(3) 設計用地震力

項目	耐震重要度	水平	鉛直	摘要
建物・構築物	S	地震層せん断力係数 $3.0C_1$	静的震度 $1.0C_v$	荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用させるものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は組合せ係数法又は二乗和平方根 (SRSS) 法による。
		弾性設計用地震動 S_d	弾性設計用地震動 S_d	
		基準地震動 S_s	基準地震動 S_s	
	B	地震層せん断力係数 $1.5C_1$	—	—
		弾性設計用地震動 $S_d \times 1/2^{1)}$	弾性設計用地震動 $S_d \times 1/2^{1)}$	荷重の組合せは、組合せ係数法、二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。
	C	地震層せん断力係数 $1.0C_1$	—	—
機器・配管系	S	静的震度 $3.6C_1$	静的震度 $1.2C_v$	荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用させるものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。
		設計用床応答曲線 S_d 又は 弾性設計用地震動 S_d	設計用床応答曲線 S_d 又は 弾性設計用地震動 S_d	
		設計用床応答曲線 S_s 又は 基準地震動 S_s	設計用床応答曲線 S_s 又は 基準地震動 S_s	
	B	静的震度 $1.8C_1$	—	水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。
		設計用床応答曲線 $S_d \times 1/2^{1)}$	設計用床応答曲線 $S_d \times 1/2^{1)}$	
	C	静的震度 $1.2C_1$	—	—

1) 共振のおそれのある施設に適用する。

3. 構造強度の制限

再処理施設の耐震設計については、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、耐震重要度及び重大事故等対処施設の設備分類に応じた設計用地震力が加わった場合、これらに生じる応力とその他の荷重によって生じる応力を許容限界以下とする設計とする。

許容限界は、施設の種類及び用途を考慮し、安全機能が維持できるように余裕を見込んだ値又は重大事故等に対処するための機能が維持できる値とする。安全機能を有する施設の地震力による応力とその他の荷重による応力の組合せに対する許容限界を第3.-1表に示す。また、重大事故等に対処するために必要な機能が維持されることの確認に当たっては、第3.-1(2)又は第3.-2表に示す許容限界の適用に加えて、塑性変形する場合であっても破断延性限界に至らず、その施設の機能に影響を及ぼすことがないものを許容限界とする。具体的に適用する許容限界については後次回申請以降の「耐震計算書作成の基本方針」において示す。

機器・配管系の疲労解析に用いる等価繰返し回数は、原則、設備ごとに個別に設定した値を用いる。S_d地震動の疲労解析は、設備ごとに個別に設定したS_d地震動の等価繰返し回数がS_s地震動の疲労解析に用いた等価繰返し回数以下であれば省略できる。

建物・構築物の保有水平耐力は、必要保有水平耐力に対して、妥当な安全余裕を有する設計とする。支持性能が必要となる施設の基礎地盤については、接地圧が安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の支持力を十分下回る設計とし、再処理施設に応じた許容限界を設定する。

耐震設計においては、地震力に加えて、自然条件として積雪荷重及び風荷重を組み合わせる。積雪荷重及び風荷重の設定フローを第3.-1図に示す。積雪荷重については、屋外に設置されている施設のうち、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震力と組み合わせる。また、風荷重については、屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち、コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除いて、風荷重の影響が地震荷重と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、地震力と組み合わせる。第3.-3表に施設の区分ごとの、積雪荷重及び風荷重の組合せを示す。

第3.-1表 安全機能を有する施設 荷重の組合せ及び許容限界

(1) 建物・構築物

耐震重要度	荷重の組合せ ¹⁾	許容限界	基礎地盤の支持性能
S	D+L+L _s +S _d	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみ度がおおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること、又は部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値又はCCV規格 ²⁾ における荷重状態Ⅲの許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
	D+L+L _s +S _s	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみ度が 2.0×10^{-3} を超えないこと、又は部材に生じる応力が終局耐力に対し妥当な安全裕度を有していることあるいは部材に生じる応力若しくはひずみがCCV規格 ²⁾ における荷重状態Ⅳの許容値を超えないこととする。	地盤の極限支持力度を十分下回ることとする。
B	D+L+L _s +S _B	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
C	D+L+L _s +S _C	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。

- 1) : 地震力と組み合わせる荷重には、この他、建物・構築物の実況に応じて、土圧、水圧等を考慮するものとする。
 2) : 発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格((社)日本機械学会, 2003)

記号の説明

- D : 固定荷重
 L : 積載荷重
 L_s : 積雪荷重(短期事象との組合せ用)
 S_s : 基準地震動S_sによる地震力
 S_d : 弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力
 S_B : Bクラスの施設に適用される地震力
 S_C : Cクラスの施設に適用される地震力

(2) 機器・配管系

記号の説明

- D : 死荷重(自重)
- S_s : 基準地震動 S_s による地震力
- S_d : 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力
- S_B : Bクラスの施設に適用される地震力
- S_C : Cクラスの施設に適用される地震力
- P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- S_y : 設計降伏点 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年
追補版を含む)) JSME S NC1-2005/2007」(以下「JSME S NC1」
という。)付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値
- S_u : 設計引張強さ 「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 9 に規定される値
- S_m : 設計応力強さ 「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 1 に規定される値
- S : 許容引張応力 「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 5 又は表 6 に規定
される値
- f_t : 許容引張応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」
SSB-3121.1 により規定される値
ボルト等に対しては、「JSME S NC1」SSB-3131 により規定さ
れる値
- f_s : 許容せん断応力 同 上
- f_c : 許容圧縮応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME
S NC1」SSB-3121.1 により規定される値
- f_b : 許容曲げ応力 同 上
- f_p : 許容支圧応力 同 上
- f_t^{*}, f_s^{*}, f_c^{*}, f_b^{*}, f_p^{*}:

上記の f_t, f_s, f_c, f_b, f_p の値を算出する際に「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)a.本文中「S_y」及び「S_y(RT)」とあるのを「1.2S_y」及び「1.2S_y(RT)」と読み替えて算出した値(「JSME S NC1」SSB-3121.3 及び SSB-3133)

なお、上記において「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 1, 表 5, 表 6, 表 8 及び表 9 に値の記載がない場合は、別途定められた規格・基準等を準用することとする。

注記：添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に定めている運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重については、運転時の状態で施設に作用する荷重を超えるもの及び長時間施設に作用するものがないため、地震荷重と組み合わせるものはない。

① 容器

a. Sクラス

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許 容 限 界 ²⁾			
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+ 二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D+P_d+M_d+S_d$	S_y と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2S$ との大きい方。	左欄の 1.5 倍の値	S_d 又は S_s 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2S_y$ 以下であれば疲労解析は行わない。 ¹⁾	
	$D+P_d+M_d+S_s$	$0.6S_u$	左欄の 1.5 倍の値		

- 1) : $2S_y$ を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合「JSME S NC1」PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く。また S_m は $2/3 S_y$ と読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。
- 2) : 座屈に対する評価が必要な場合には、JEAG4601-1987 第2種容器(クラス MC 容器)の座屈に対する評価式による。

b. B, Cクラス

耐震 重要度	荷重の組合せ	許 容 限 界	
		一次一般膜応力	一 次 応 力
B	$D+P_d+M_d+S_B$	S_y と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2S$ との大きい方。	S_y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2S$ との大きい方。
C	$D+P_d+M_d+S_c$		

② 配管類

a. Sクラス

	耐震 重要度	荷重の 組合せ	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含 む。)	一 次 + 二 次 応 力	一 次 + 二 次 + ピーク 応 力
配管 (ダクトを除く。)	S	$D+P_d+M_d+S_d$	S_y と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2S_t$ との大きい方。 ¹⁾	S_y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2S_t$ との大きい方。	S_d 又は S_s 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2S_y$ 以下であれば疲労解析は行わない。 ²⁾	
		$D+P_d+M_d+S_s$	$0.6S_u$ ¹⁾	左欄の 1.5 倍の値		
ダ ク ト	S	$D+P_d+M_d+S_d$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスペン長 ³⁾ を最大許容ピッチ以下に確保すること。	-	-	-
		$D+P_d+M_d+S_s$				

- 1) : 軸力による全断面平均応力については、配管(ダクトを除く。)における S_d との荷重の組合せの一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。
- 2) : $2S_y$ を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合「JSME S NC1」PPB-3536 (同 (3) 及び (6) を除く。また S_m は $2/3 S_y$ に読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。
- 3) : 支持間隔を座屈限界長さ以下に設定する。

b. B, Cクラス

	耐震 重要度	荷重の 組合せ	許 容 限 界	
			一 次 一 般 膜 応 力	一 次 応 力
配管(ダクトを除く。)	B	$D+P_d+M_d$ $+S_B$	S_y と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2S$ との大きい方 ¹⁾ 。	S_y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2S$ との大きい方。
	C	$D+P_d+M_d$ $+S_C$		
ダクト	B	$D+P_d+M_d$ $+S_B$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長 ²⁾ を最大許容ピッチ以下に確保すること。	-
	C	$D+P_d+M_d$ $+S_C$		

1) : 軸力による全断面平均応力については、Sクラスの配管(ダクトを除く。)における S_d との荷重の組合せの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

2) : 支持間隔を座屈限界長さ以下に設定する。

③ ポンプ

a. Sクラス

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許 容 限 界		
		一次一般膜応力	一次応力	一 次 十 二 次 応 力 一 次 十 二 次 応 力 ピ ー ク 応 力
S	$D+P_d+M_d+S_d$	S_y と $0.6S_u$ の 小さい方。 ただし、オーステ ナイト系ステン レス鋼及び高ニ ッケル合金につ いては上記値と $1.2S$ との大きい 方。	左欄の 1.5倍の値	S _d 又はS _s 地震動のみによる疲労 解析を行い、疲労累積係数が1.0以 下であること。ただし、地震動のみに よる一次+二次応力の変動値が $2S_y$ 以下であれば疲労解析は行わない。1)
	$D+P_d+M_d+S_s$	$0.6S_u$	左欄の 1.5倍の値	

1) : $2S_y$ を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合「JSME S NC1」PVB-3300 (同 PVB-3313
を除く。また S_m は $2/3 S_y$ と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

b. B, Cクラス

耐震 重要度	荷重の組合せ	許 容 限 界	
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む。)
B	$D+P_d+M_d+S_B$	S_y と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と1.2Sとの大きい方。	S_y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と1.2Sとの大きい方。
C	$D+P_d+M_d+S_c$		

④ 弁 (弁箱)

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許 容 限 界		
		一次一般膜応力	一次応力	一 次 十 二 次 応 力 一 次 十 ピ ー ク 応 力
S	$D + P_d + M_d + S_d$			
	$D + P_d + M_d + S_s$			
B	$D + P_d + M_d + S_B$			
C	$D + P_d + M_d + S_C$			

1) : 弁の肉厚が接続配管と同等で、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、「JSME S NC1」VVB-3300の評価を行う。ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

⑤ 支持構造物

耐震 重要度	荷重の組合せ	許容限界(ボルト等を除く。) ^{4),5),6)}										許容限界 ⁹⁾ (ボルト等)	
		一 次 応 力					一 次 + 二 次 応 力					一 次 応 力	
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断
S	D + P _d + M _d + S _d	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p			1.5f _p			1.5f _t ⁷⁾ (f _t)	1.5f _s ⁷⁾ (f _s)
	D + P _d + M _d + S _s	1.5f _t [*]	1.5f _s [*]	1.5f _c [*]	1.5f _b [*]	1.5f _p [*]		1)	1.5f _p [*]	2) 3)	1.5f _b 1.5f _s 又は 1.5f _c	1.5f _t [*] 7) (1.5f _t)	1.5f _s [*] 7) (1.5f _s)
B	D + P _d + M _d + S _B						3f _t ⁸⁾	3f _s ⁸⁾		3) 1.5f _p			
C	D + P _d + M _d + S _C	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p				3) 1.5f _p		1.5f _t ⁷⁾ (f _t)	1.5f _s ⁷⁾ (f _s)

1) : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して1.5f_sとする。

2) : 「JSM E S NC1」SSB-3121.1(4)により求めたf_bとする。

3) : 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

4) : 「鋼構造設計規程 SI 単位版」(2002年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

5) : 応力の組合せを考慮する必要がある場合は、組合せ応力に対して評価を行う。

6) : Sクラスで耐圧部に溶接等により直接取付けられる支持構造物であつて耐圧部と一体の応力解析を行うものについては耐圧部と同じ許容応力とする。

7) : コンクリートに埋込まれるアンカーボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して()内の値を用いて応力評価を行う。

8) : 地震のみによる応力振幅について評価する。

⑥ 埋込金物

許容応力 状態 (供用状態)	ベース プレート ¹⁾	スタッドジベル ¹⁾		コンクリート ¹⁾		
	曲げ応力 (MPa)	引張応力 ²⁾ (MPa)	せん断応力 (MPa)	引張荷重 ²⁾ (N)	せん断荷重 (N)	圧縮 応力 (MPa)
(A, B)	f_b	f_t	f_s	$0.3 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.4 \times 0.5_{sc} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$\frac{F_c}{3}$
Ⅲ _A Ⅲ _{AS}	$1.5f_b$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$0.45 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.6 \times 0.5_{sc} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$2 \times \frac{F_c}{3}$
Ⅳ _A Ⅳ _{AS}	$1.5f_b^*$	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$	$0.6 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.8 \times 0.5_{sc} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$0.75 \times F_c$

注記 1) : 許容限界(許容値)は, 常温における物性値を用いて算出する。

2) : 埋込板の評価では, コンクリート支圧による許容荷重が引張荷重による許容荷重より大きいことから, 引張荷重を許容荷重として設定する。

記号の説明

A_c : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積

F_c : コンクリートの設計基準強度

$_{sc}A$: スタッドジベル1本当たりの断面積

E_c : コンクリートの縦弾性係数

第 3. -2 表 重大事故等対処施設 荷重の組合せ及び許容限界

(1) 建物・構築物

設備分類 ¹⁾	荷重の組合せ ²⁾	許 容 限 界
選定において基準地震動を 1.2 倍した地震力を考慮する設備が設置される重大事故等対処施設	D + L + L _s + 1.2 S _s	要求機能が維持されることとする。
地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備が設置される重大事故等対処施設	D + L + L _s + 1.2 S _s	要求機能が維持されることとする。

1) : 選定において基準地震動を 1.2 倍した地震力を考慮する設備又は地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備に該当する部位を示す。
 2) : 地震力と組み合わせる荷重には、この他、建物・構築物の実況に応じて、土圧、水圧等を考慮するものとする。なお、重大事故等時の状態で施設に作用する荷重については、前述の基準地震動との組合せに対する評価によるものとする。

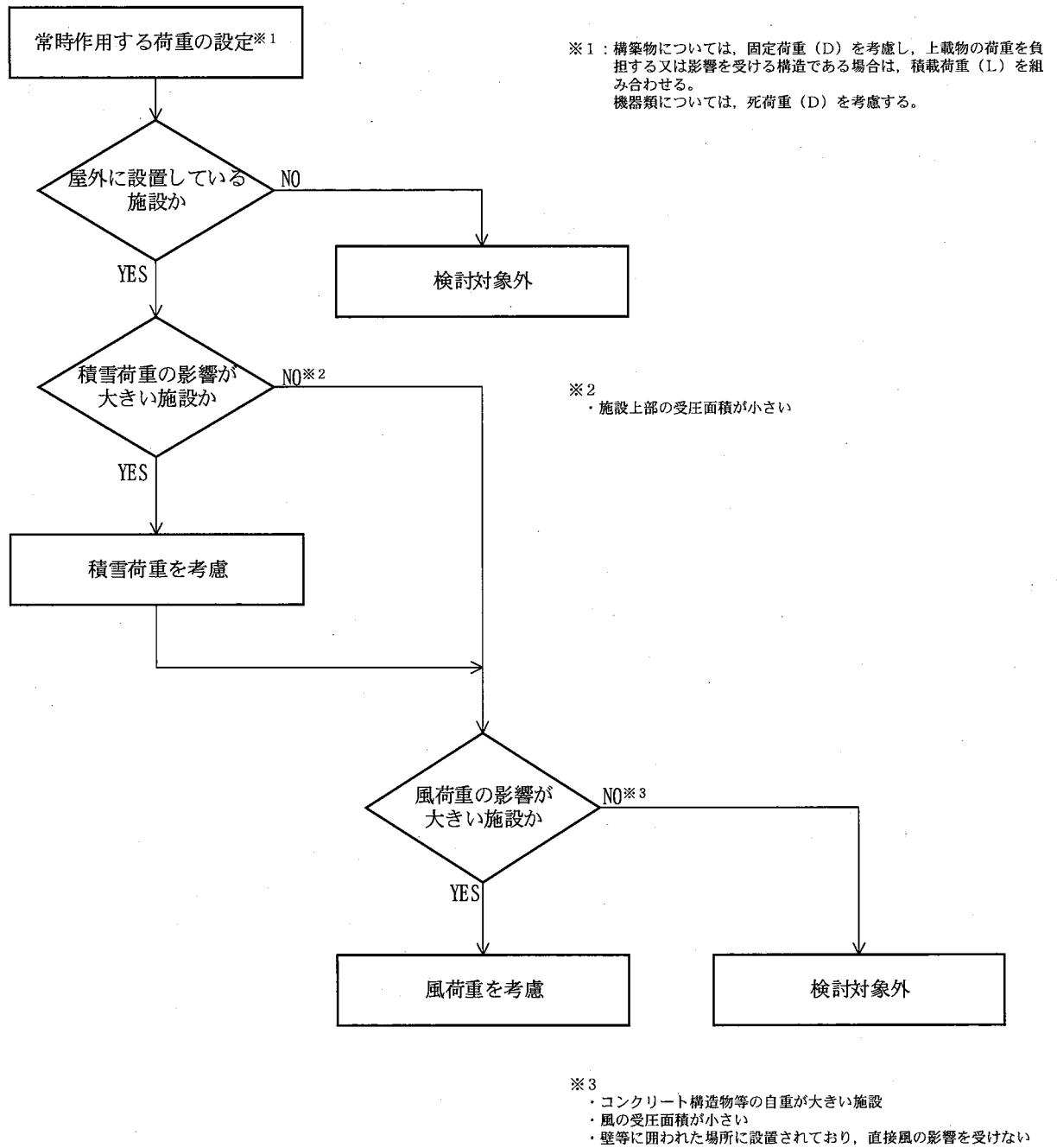
記号の説明

- D : 固定荷重
- L : 積載荷重
- L_s : 積雪荷重 (短期事象との組合せ用)
- 1.2 S_s : 基準地震動 S_s を 1.2 倍した地震力

第 3.-3 表 地震力と積雪荷重, 風荷重の組合せ

項目	施設の配置	荷重の種類	
		積雪 ¹⁾	風 ¹⁾
建物・構築物	屋外 ²⁾	○ ³⁾	○ ⁴⁾
機器・配管系	屋外 ²⁾	○ ³⁾	○ ⁴⁾
	屋内	—	—

- 1) : 組み合わせる荷重は, 添付書類「VI-1-1-1-1-1 再処理施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づくものとし, 積雪荷重については, 六ヶ所村統計書における観測記録上の極値 190 cm に, 「建築基準法施行令」第八十二条に定めるところの建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せを適用して, 平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。また, 風荷重については, 「E の数値を算出する方法並びに V_D 及び風力係数を定める件」(平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号) に定められた六ヶ所村の基準風速 34 m/s とする。なお, 風荷重は平均的な風荷重とするため, ガスト影響係数 G_f は 1 とする。
- 2) : 風荷重の影響が大きいと考えられる鉄骨架構及びそれに類する構造物について, 組合せを考慮する。
- 3) : 積雪による受圧面積が小さい施設, 又は埋設構造物等常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除く。
- 4) : 屋外に設置されている施設のうち, コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除く。



第 3.-1 図 積雪荷重及び風荷重設定フロー

4. 変位，変形の制限

再処理施設として設置される建物・構築物，機器・配管系の設計に当たっては，剛構造とすることを原則としており，地震時にこれらに生じる応力を許容応力値以内に抑えることにより，変位，変形に対しては特に制限を設けなくても機能は十分維持される。

しかしながら，地震により生起される変位，変形に対し設計上の注意を要する部分については以下のような配慮を行い，設備の機能維持が十分果たされる設計とする。

4.1 建物・構築物間相対変位に対する配慮

異なった建物・構築物間の取合部については，十分安全側に算定された建物・構築物間相対変位に対し適切な間隔を設けることとし，異なった建物・構築物間を渡る配管系の設計においては，十分安全側に算定された建物・構築物間相対変位に対し配管ルート，支持方法又は伸縮継手の採用等でこれを吸収できるように考慮する。

4.2 形状寸法管理に対する配慮

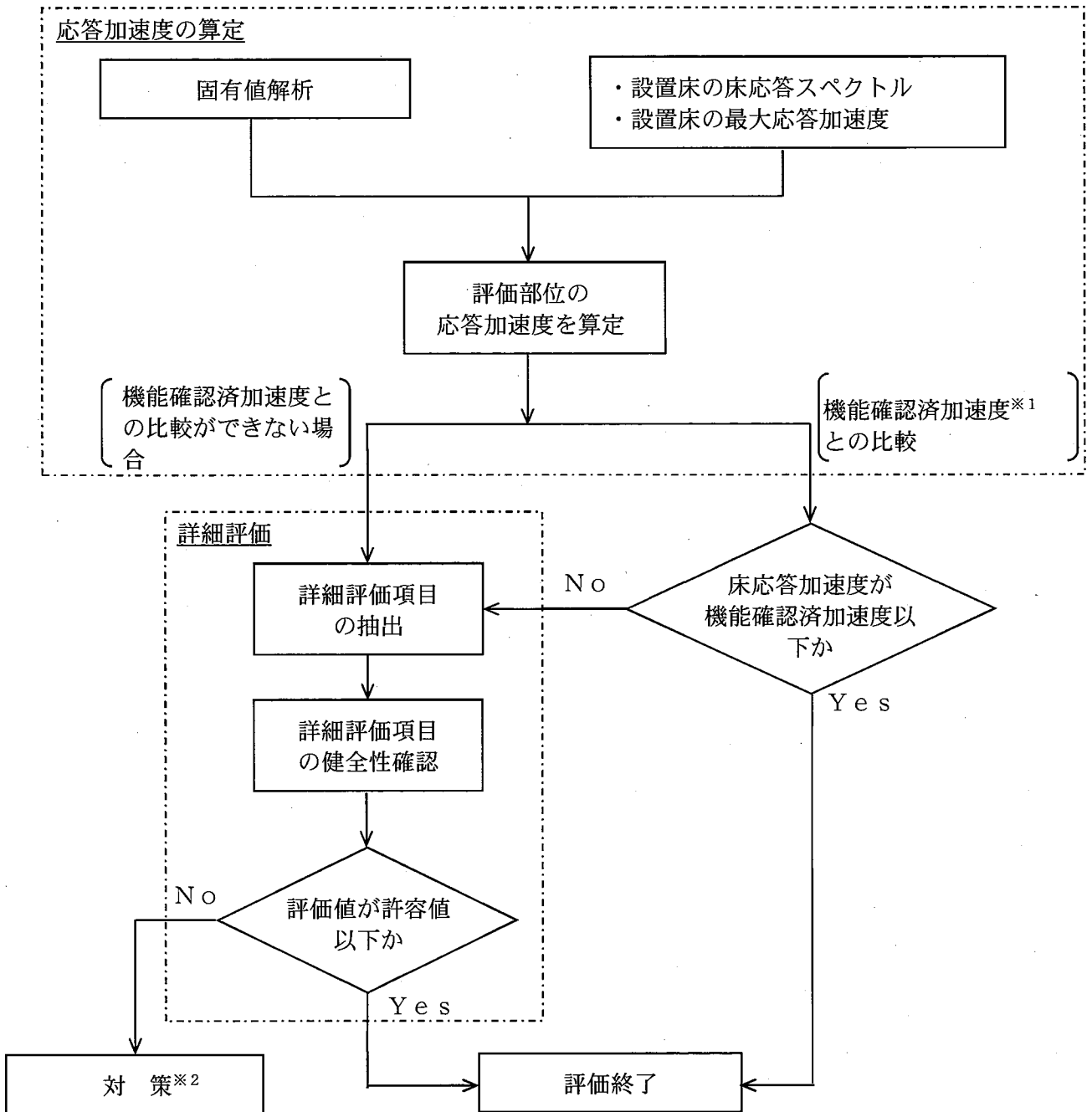
形状寸法管理を行う設備のうち，平常運転時その破損又は機能喪失により臨界を起こすおそれのあるものであって，地震時において発生する変形量を制限する必要があるものは，これらを配慮した設計とする。

5. 機能維持

5.1 動的機能維持

動的機能が要求される機器は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(1) 動的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器が要求される安全機能を維持するため、回転機器及び弁の機種別に分類し、再処理施設の耐震重要度に応じた応答加速度が、加振試験等の既往の研究によって機能維持を確認した加速度(以下「動的機能確認済加速度」という。)以下とする設計とするか、若しくは応答加速度による解析等により機能維持を満足する設計とする。

具体的な評価手順については第 5. -1 図に示す。



※1 加振試験より得た機能確認済加速度等を含む

※2 補強・交換等による対策

第5.-1 図 評価手順

5.2 電氣的機能維持

電氣的機能が要求される機器は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(2) 電氣的機能維持」の考え方に基づき、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動に対して、要求される電氣的機能が維持できることを試験又は解析により確認し、当該機能を維持する設計とする。

上記加振試験では、掃引試験により固有振動数を確認後、加振試験を実施し、当該機器が設置される床における加速度以上での動作確認を実施する。又は、実機を模擬した機器を当該機器が設置される床における模擬地震波により加振して、動作確認を実施する。

5.3 気密性の維持

気密性の維持が要求される施設は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(3) 気密性の維持」の考え方に基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、再処理施設周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、事故時に放射性気体の放出、流入を防ぐことを目的として、安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動に対して、構造強度を確保する設計とする。

気密性の維持が要求される施設のうち、鉄筋コンクリート造の施設は、施設区分に応じた地震動に対して、地震時及び地震後において、耐震壁のせん断ひずみがおおむね弾性状態に留まることを基本とする。その状態に留まらない場合は、地震応答解析による耐震壁のせん断ひずみから算定した空気漏えい量が、設置する換気設備の性能を下回ることによって必要な気密性を維持する設計とする。

5.4 遮蔽性の維持

遮蔽性の維持が要求される施設は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(4) 遮蔽性の維持」の考え方に基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、再処理施設周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、鉄筋コンクリート造として設計することを基本とし、耐震重要度に応じた地震動に対して構造強度を確保し、遮蔽体の形状及び厚さを確保することで地震後における残留ひずみを小さくし、ひび割れがほぼ閉塞し、貫通するひび割れが直線的に残留しないこととすることで遮蔽性を維持する設計とする。

5.5 冷却機能の維持

冷却機能の維持が要求される施設については、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(5) 冷却機能の維持」の考え方に基づき、地震時及び地震後において、ガラス固化体から発生する崩壊熱を、その熱量により生じる通風力により流れる冷却空気適切に除去するために、耐震重要度に応じた地震力に対して構造強度を確保する設計とする。

5.6 支持機能の維持

機器・配管系等の設備を間接的に支持する機能の維持が要求される施設は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(7) 支持機能の維持」の考え方に基づき、地震時及び地震後において、被支持設備の機能を維持するため、被支持設備の耐震重要度、重大事故等対処施設の設備分類に応じた地震動に対して、構造強度を確保することで、支持機能が維持できる設計とする。

(1) 建物・構築物の支持機能の維持

建物・構築物が鉄筋コンクリート造の場合は、基礎については終局耐力又は終局耐力時の変形を許容限界とし、耐震壁については最大せん断ひずみ度が「3. 構造強度の制限」による許容限界を超えない設計とすることで、第 2.-1 表に示す設計用地震力に対する S クラス設備等に対する支持機能が維持できる設計とする。鉄骨造の場合は、基準地震動 S_s に対して、部材に発生する応力が「3. 構造強度の制限」による許容限界を超えない設計とすることで S クラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。

耐震壁以外の建物・構築物の部位に関しても、耐震壁がせん断ひずみの許容限界を満足している場合は、耐震壁の変形に追従する建物・構築物の部位の健全性も確保されており、支持機能を確保していると考えられることができる。

また、各建物間に生じる地震時相対変位について、各建物が相互に干渉しないよう適切な間隔を設けると同時に、各建物に渡る設備からの反力に対しても十分な構造強度を確保する設計とする。

(2) 構築物(洞道)の支持機能の維持

構築物(洞道)については、地震力が作用した場合において、構造部材の曲げについては限界層間変形角又は曲げ耐力、せん断についてはせん断耐力に対して妥当な安全余裕をもたせることで機器・配管系の支持機能が維持できる設計とする。

5.7 耐震重要施設のその他の機能維持

安全冷却水及び冷水の漏えいを防止、閉じ込め機能、耐震重要施設の計測制御系への空気供給の阻害防止、耐震重要施設と一体構造である設備等は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(6) 耐震重要施設のその他の機能維持」の考え方に基づき、耐震重要施設の性能、機能の維持又は当該機能を阻害することを防止するために、耐震重要施設に適用される基準地震動 S_s による地震力により構造強度を確保する設計とする。

5.8 重大事故等対処施設のその他の機能維持

a. 建物・構築物

i 及び ii に示す設備を設置する建物・構築物については、基準地震動を 1.2 倍した地震力に対する建物・構築物全体としての変形能力について、質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみ度が 2.0×10^{-3} を超えないこととする。

構築物(洞道)については、構造部材の曲げについて限界層間変形角又は終局曲率、せん断についてせん断耐力に対して妥当な安全余裕をもたせることとする。

- i. 選定において基準地震動を1.2倍した地震力を考慮する設備
- ii. 地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備

b. 機器・配管系

重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないように、設備のき裂、損壊等により水及び空気の供給又は放出経路の維持等、重大事故等の対処に必要な機能が維持できるように設計する。

- ① 転倒、落下により、液体、気体又は固体状の放射性物質を内包する閉じ込め部材を有する機器については、閉じ込め部材の損壊等により漏えいしないことを確認する。
- ② 臨界事故の発生を想定する機器については、変形、転倒により臨界計算において前提とした条件(形状寸法)が維持され臨界に至らないことを確認する。
- ③ 固体(容器等)の放射性物質を搬送する設備のうち落下又は転倒防止機能を有する搬送設備については、当該設備の破損により容器等が落下又は転倒しないことを確認する。
- ④ ガラス固化体の崩壊熱除去機能維持に関わる施設については、その施設の損壊により冷却空気の流路が閉塞しないことを確認する。
- ⑤ 可搬型重大事故等対処設備については、各保管場所における地震力に対して、転倒しないよう固縛等の措置を講ずるとともに、動的機器については加振試験等により重大事故等の対処に必要な機能が損なわれないことを確認する。

なお、これら重大事故等に対処するための機能維持の確認に当たっては、塑性変形する場合であっても破断延性限界に至らず、その施設の必要な機能が損なわれないことを確認することとし、評価条件については液体比重、温度等の実運転条件、実構造に則した減衰定数の適用、弾塑性解析等を用いてもよい。

IV-1-1-9 構造計画, 材料選択上の留意点

目 次

1. 概要	1
2. 構造計画上の配慮	1
2.1 建物・構築物	1
2.2 機器・配管系	1
3. 材料の選択	2
3.1 建物・構築物	2
3.2 機器・配管系	2
4. 耐力・強度等に対する制限	2
4.1 建物・構築物	2
4.2 機器・配管系	3
5. 品質管理上の配慮	3
5.1 建物・構築物	3
5.2 機器・配管系	3

1. 概要

再処理施設は、安全性及び信頼性の見地から、通常運転時荷重に対してのみならず、地震時荷重等の短期間に作用する設計荷重に対して耐えるように設計する必要がある。

これらの設計荷重は、強度設計の立場から、安全側の値として定められているが、重要施設の構造安全性を一層高めるためには、その構造体のダクティリティを高めるように設計することが重要である。

本資料は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち、「8. ダクティリティに関する考慮」に基づき、ダクティリティを維持するために必要と考えられる構造計画、材料の選択、耐力・強度等に対する制限及び品質管理上の配慮を各項目別に説明するものである。

なお、構造特性等の違いから施設を建物・構築物と機器・配管系に分けて示す。

2. 構造計画上の配慮

2.1 建物・構築物

再処理施設の主要な建物・構築物の構造は、原則として鉄筋コンクリート造(一部を鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄骨造又は鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造としたものを含む。)とする。

構造方式としては、壁構造とし、その床及び壁体は機器の配置を考慮しながらつとめて剛構造体になるよう配慮し、鉛直荷重がスムーズに基礎に伝達されるよう配慮し構造壁の有効性を高める。

内外壁は放射線遮蔽壁としての機能を要求されることが多く、そのために壁厚も厚く、地震時水平力はこの壁で分担する。

また、床スラブも壁同様、放射線遮蔽上の考慮と建屋の耐震一体構造化の配慮から厚くするため、このスラブの剛性は大きくなっている。

構造全体としての剛心と重心の偏心によるねじれモーメントができる限り小さくなるように壁の配置及び壁厚を定め、ダクティリティを確保するために最も重要なせん断に対する耐力を増加させるよう十分な配筋を行う。

基礎はべた基礎で上部構造に生じる応力を支持地盤に伝達させるに十分な剛性を持ち、原則として岩盤に支持させる。

2.2 機器・配管系

機器・配管系は構造上、切欠き等、応力集中が生じるような設計はできるだけ避けるよう留意する。さらに、製作、施工面からも、このような脆弱な部分を作らないため、溶接及び加工しやすい構造、配置とするとともに、熱処理等によりできる限り残留応力を除去する製作法を採用する。

また、必要な場合には疲労解析を行い、疲労破壊に対して十分な余裕を持つことを確認する。

配管系に関しては、同一経路内で著しく剛性が異なることなく、応力集中が生じないような全体のバランスのとれた配管経路及び支持構造計画を立て、系全体の強度設計の余裕を向上させるものとする。

3. 材料の選択

3.1 建物・構築物

建物・構築物に使用される材料は、「建築基準法・同施行令」等に準拠し、鉄筋コンクリート材料については「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事(2013 改定)」（以下「JASS 5N」という。）、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—(1999 改定)」等、鉄骨材料は「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—(2005 改定)」等により選定する。

3.2 機器・配管系

機器・配管系に使用される構造材料は、安全運転の見地から信頼性の高いものが必要である。

したがって、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」(昭和 55 年通商産業省告示 501 号, 最終改正平成 15 年 7 月 29 日経済産業省告示第 277 号), 「発電用原子力設備規格設計・建設規格(2005 年版(2007 年追補版を含む)) (第 I 編 軽水炉規格) JSME S NC1」等に示されるもの及び再処理施設の使用環境等を考慮し, 化学プラント, 火力プラントや国内外の原子力プラントにおいて使用実績があるものや, その材料特性が十分把握されているものを使用する。

機器・配管系に使用される材料の鋼種は, 原則として規格, 基準に示される炭素鋼, オーステナイト系ステンレス鋼及び非鉄金属を用いる。

特に考慮すべき事項を以下に示す。

- (1) 均質な組成と機械的性質を持ち, 強度上有意な影響を及ぼす可能性のある欠陥がない材料を使用する。
- (2) 使用温度及び供用期間中に対し, 著しい材料強度特性, 破壊靱性の低下が生じにくい材料を使用する。
- (3) 素材として優れた特性を有するとともに, 溶接施工, 成形加工においても, その優れた特性を持つ材料を使用する。
- (4) 溶接材料は, 溶接継手部が母材と同等の性能が得られるよう選定する。
- (5) 閉じ込め部又は耐圧部に使用する材料は, 取り扱う放射性物質の濃度, 腐食環境(硝酸濃度, 使用温度)等の条件を考慮して定めた指定材料又はこれと同等以上の特性を有する材料を選定する。

4. 耐力・強度等に対する制限

4.1 建物・構築物

建物・構築物の強度設計に関する規格, 基準としては, 「建築基準法・同施行令」, 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—(1999 改定)」, 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2005 制定)」, 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法(2005 改定)」等があり, これらの規格, 基準を適用する。

4.2 機器・配管系

機器・配管系の構造強度設計においては、適切な基準等を適用し、延性破壊、疲労破壊等に関して材料選定に対する配慮に加え応力を制限する。

以下に機器・配管系のダクティリティを維持するために必要な破壊防止の基本的考え方を示す。

- (1) 疲労破壊が生じないように添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に基づき応力制限を行うとともに、必要に応じて疲労解析を行う。
- (2) 座屈現象が生じないように、発生荷重を許容座屈荷重以下に制限する。
- (3) クリープに関しては、使用温度において供用期間中に支障が生じないように材料を選定する。
- (4) 応力腐食割れが生じないように、材料選定及び残留応力の低減等の配慮を行う。

5. 品質管理上の配慮

建物・構築物及び機器・配管系のダクティリティを維持するためには前項で示したように構造計画上の配慮、材料の選択及び耐力・強度等に対する制限に留意するとともに、計画、設計した耐力・強度等が得られるように品質管理の上でも十分な配慮を行う。

以下に建物・構築物及び機器・配管系について、計画、設計した耐力・強度等が得られるように、品質管理上特に留意すべき事項を示す。

5.1 建物・構築物

建物・構築物に対する品質管理は、別紙五「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づき行うが、ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を以下に示す。

- (1) 材料管理
コンクリート(遮蔽要求部分の密度)、鉄筋、鋼材について、規定の仕様を満たしていることを確認する。
- (2) 構造管理
鉄筋の組み立てについては、鉄筋量、かぶり厚さ、定着長さ及び継手長さについて、コンクリートの打上がりについては、主要寸法及び断面寸法が、所定の許容差内に納まっていることを確認する。
- (3) 強度管理
コンクリートの圧縮強度が所定の値以上であることを確認する。

5.2 機器・配管系

機器・配管系に対する品質管理は、別紙五「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づき行うが、ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を以下に示す。

- (1) 材料管理
素材、溶接材料について設計仕様書等に示すものが使用されていることを確認する。

(2) 製作・据付管理

設計仕様書, 設計図書等に示すとおり製作, 据付けが行われていることを確認する。

(3) 保守・点検

据付け後も巡視点検, 自主検査等及び保全等必要な管理を行う。

IV-1-1-10 機器の耐震支持方針

目 次

1. 概要	1
2. 機器の耐震設計	1
2.1 基本方針	1
2.2 設計方針に基づく耐震性の確認	1
3. 支持構造物の設計	4
3.1 設計手順	4
4. 支持構造物, 基礎ボルト及び基礎の設計	6
4.1 支持構造物の設計	6
4.2 基礎ボルトの設計	6
4.3 基礎の設計方針	8
5. その他特に考慮すべき事項	9

1. 概要

機器の耐震設計においては、設計条件(耐震重要度, 設計温度, 圧力, 動的・静的機器), 再処理施設における環境条件(地震, 積雪, 風, 気温等), 形状, 設置場所等を考慮して各々に適した支持条件(拘束方向, 支持反力, 相対変位等)を設定し, 支持構造物を選定する。

また, 現地施工性や機器等の運転操作・保守点検の際に支障とならないこと等についても配慮し設計する。

本資料は, 添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき, 機器の支持方法及び支持構造物の耐震設計方針を説明するものである。

2. 機器の耐震設計

2.1 基本方針

以下の方針に基づき機器の耐震設計を行う。

- (1) 重要な機器は, 安定な地盤に支持された十分な強度・剛性及び耐震性を有する建物・構築物内に設置する。
- (2) 原則として支持構造物を含めて剛構造とすることで建物・構築物との共振を防止する設計とする。
- (3) 剛性を十分に確保できない場合は, 機器系の振動特性に応じた地震応答解析により, 応力評価に必要な荷重等を算定し, その荷重等に耐える設計とする。
- (4) 原則として重心位置は低くおさえる構造とする。
- (5) 原則として偏心荷重を避ける構造とする。
- (6) 原則として配管反力をできる限り機器にもたせない構造とする。
- (7) 熱膨張を無視できない機器は熱膨張による変位を拘束しない構造とする。
- (8) 内部構造物は原則として機器本体との相互作用を考慮した構造として, 相互に影響を与えないように機器本体からサポートを介して取付ける構造とする。
- (9) 支持架構上に設置される機器については, 原則として架構を剛構造に設計するが, 必要に応じて架構の剛性を考慮する。
- (10) 動的機能が要求されるものについては地震時に機能を喪失しない構造とする。

2.2 設計方針に基づく耐震性の確認

「2.1 基本方針」を踏まえて設計した機器の耐震性については, 形状, 構造特性等に応じた有限要素モデルや質点系モデル等に置換し, 有限要素法や定式化された計算式等の評価方法を用いて確認する。

また, 確認した結果については, 計算方法及び設備形状により以下のとおり分類する。

2.2.1 計算方法による分類

計算方法による分類は, JEAG4601 を基に作成した定型式を用いる計算及び計算機プログラムを用いる計算に分類する。

2.2.2 設備形状による分類

設備形状による分類は、設備形状ごとの計算条件に応じた分類として、設備の挙動を表現するための評価モデルと拘束条件ごとに分類する。

2.2.3 その他の分類

加振試験結果により健全性を確認する可搬型設備等については、試験による単独の分類とする。

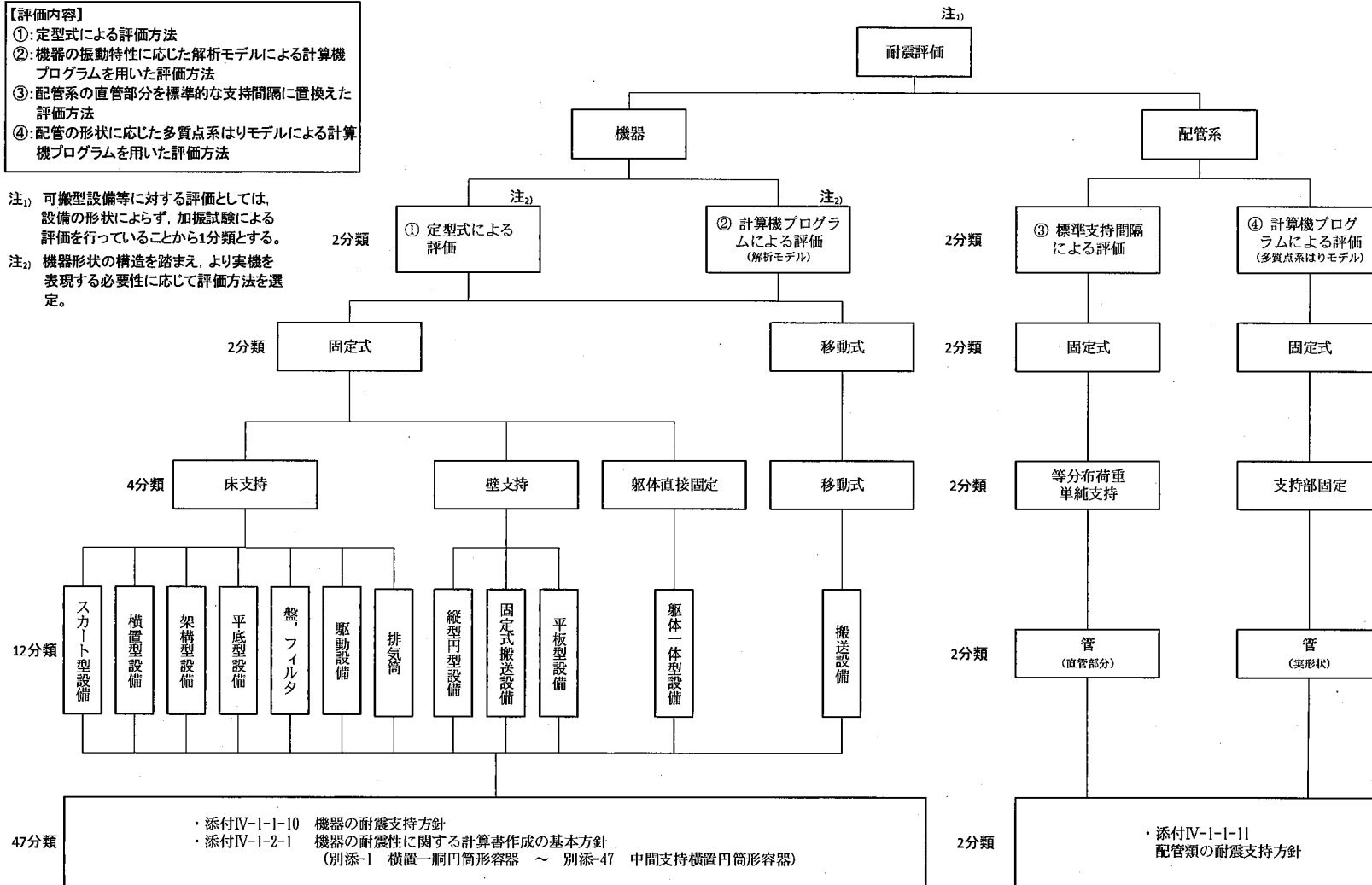
耐震評価における構造強度評価上の分類は、2分類の計算方法のいずれであっても、設備の挙動は設備形状によることから、分類としては設備形状の12分類に可搬型設備を加えた以下の13分類となる。

- (1) スカート型設備
- (2) 横置型設備
- (3) 平底円型設備
- (4) 駆動設備
- (5) 盤, フィルタ
- (6) 架構型設備
- (7) 排気筒
- (8) 縦型円型設備
- (9) 固定式搬送設備
- (10) 平板型設備
- (11) 躯体一体型設備
- (12) 搬送設備
- (13) 可搬型設備

機器の分類については、第2.1図「評価対象設備に対する分類体系図」のとおり。

【評価内容】
 ①: 定型式による評価方法
 ②: 機器の振動特性に応じた解析モデルによる計算機プログラムを用いた評価方法
 ③: 配管系の直管部分を標準的な支持間隔に置換えた評価方法
 ④: 配管の形状に応じた多質点系はりモデルによる計算機プログラムを用いた評価方法

注₁) 可搬型設備等に対する評価としては、設備の形状によらず、加振試験による評価を行っていることから1分類とする。
 注₂) 機器形状の構造を踏まえ、より実機を表現する必要性に応じて評価方法を選定。



第 2.1 図 評価対象設備に対する分類体系図

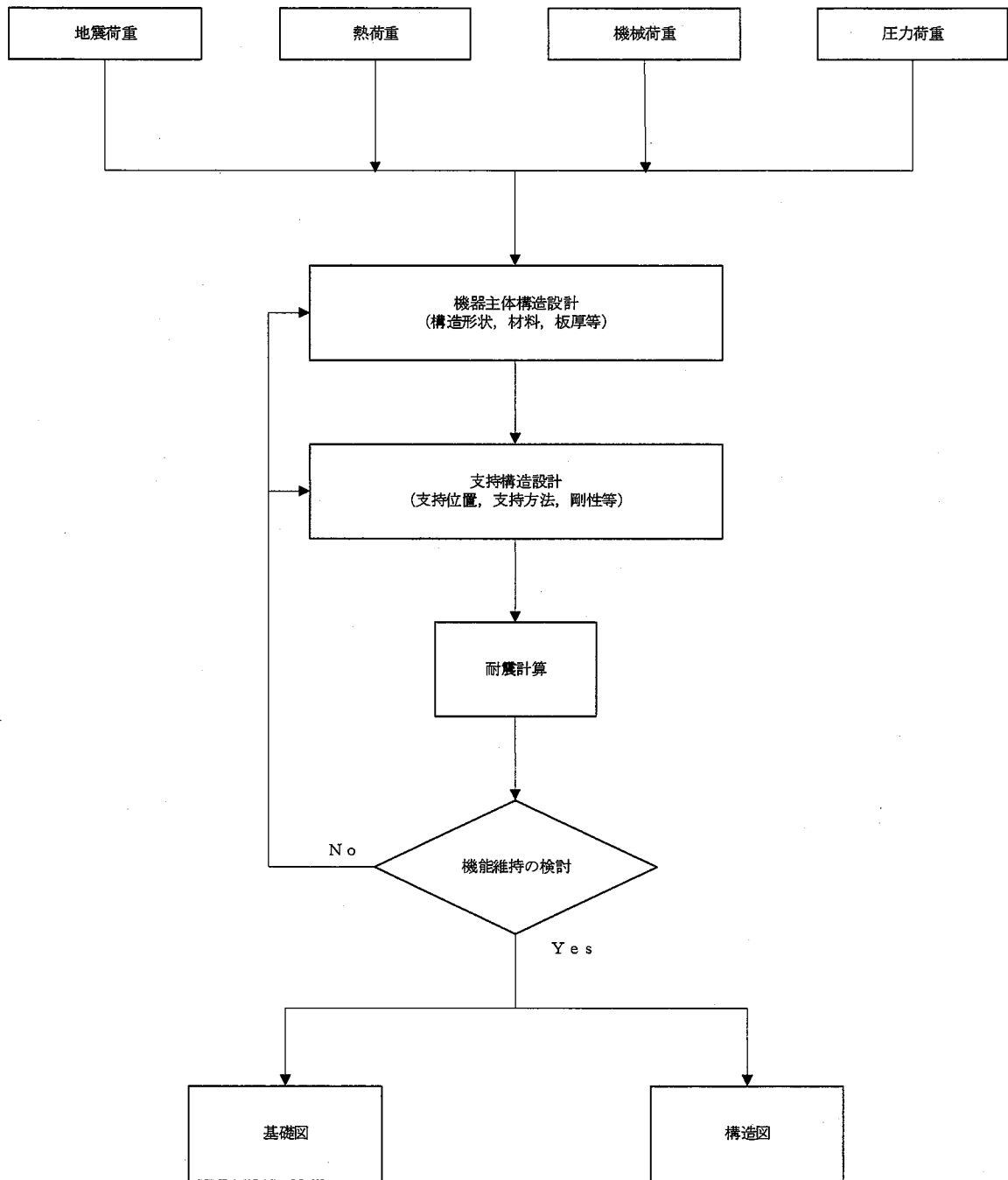
3. 支持構造物の設計

3.1 設計手順

機器類の配置，構造計画に際しては，建物・構築物，配管，ダクト等機器類以外の設備との関連，設置場所の環境条件，現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行い，機器類の特性，運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等についての配慮を十分加味した耐震設計を行うよう考慮する。

支持構造物の設計は，建物・構築物基本計画及び機器の基本設計条件等から配置設計を行い，支持する機器，配管の耐震計算，機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し，詳細設計を行う。

機器支持構造物の設計手順を第 3.1-1 図に示す。



第 3.1-1 図 機器支持構造物の設計手順

4. 支持構造物，基礎ボルト及び基礎の設計

4.1 支持構造物の設計

(1) 設計方針

支持構造物の設計は機器を剛に支持することを原則とし，また機器の機能に影響のない範囲で，できる限り重心を低くし，偏心荷重をおさえるよう設計する。

また，熱膨張変位の大きいものについては，その変位を不要に拘束することなく，自重，地震荷重等に対し，有効な支持機能を有するよう設計する。

(2) 荷重条件

支持構造物設計に当たっては機器の自重，積載荷重，運転荷重等の通常時荷重のほか，地震荷重，事故時荷重を含めて荷重の組合せを考慮する。

また，屋外機器については積雪荷重，風荷重の屋外特有の荷重を考慮する。

荷重の種類及び組合せについては添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

(3) 材料選定

支持構造物は，機能材と構造材に分けて設計を行い，下記に従い選定する。

a. 機能材

耐圧母材の機能維持に必要であり，母材に直接接合されており構造物境界が明瞭でなく，当該支持構造物材の部分的損傷が直接母材の機能低下をもたらすおそれのある重要なものに使用する。

また，部材については，容器と同等の応力算定を行い，十分な強度を有するよう設計する。

(代表例) 容器の支持構造物取付用部材

b. 構造材

当該支持構造物が単に耐圧母材を支持することのみを目的とするものであり，当該材と母材との構造物境界が明瞭で，当該支持構造物材の部分的損傷は直接母材の機能低下をもたらさないようなものに使用する。

また，部材については，鋼構造設計規準等に準拠して設計する。

4.2 基礎ボルトの設計

(1) 設計方針

機器の埋込金物は，支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え，支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。

埋込金物の選定は，機器の支持方法，支持荷重及び配置を考慮する。なお，定着部は，原則としてボルトの限界引き抜き力に対して，コンクリート設計基準強度及びせん断力算定断面積による引き抜き耐力が上回るよう埋込深さを算定し，基礎ボルトに対して十分な余裕を持つように設計する。

(2) 荷重条件

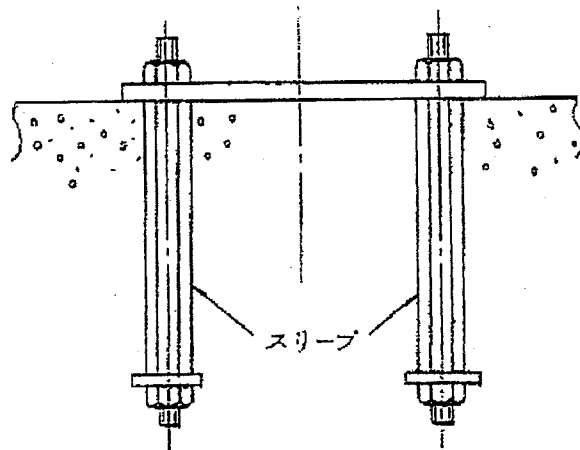
基礎ボルトの設計は、機器から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

(3) 種類及び選定

埋込金物は使用用途に合わせて選定する。

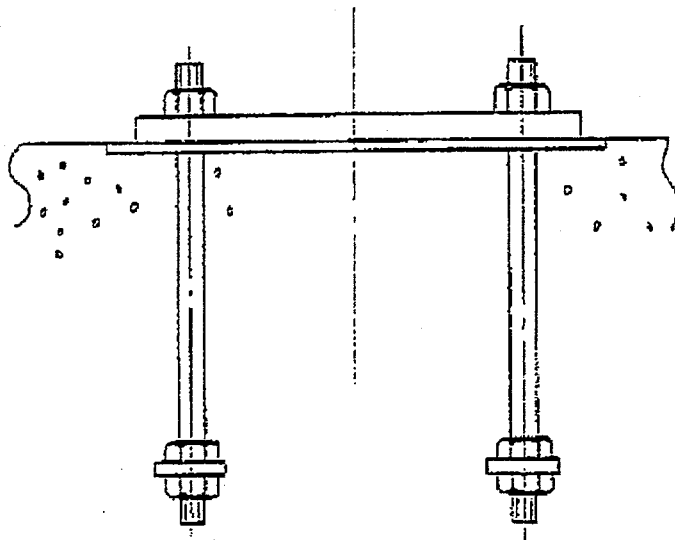
a. 基礎ボルト形式(スリーブ付)

タンク、ポンプ等、基礎ボルト本数が多く、比較的質量が大きい機器に使用する。



b. 基礎ボルト形式(スリーブ無し)

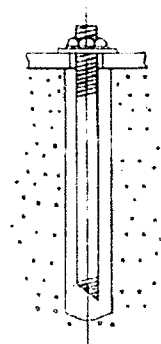
基礎ボルト本数が少ない機器の支持構造物、比較的軽量の機器、タンク等に使用する。



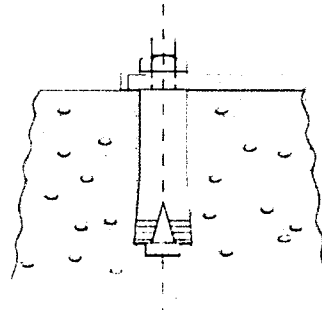
c. 後打アンカ

打設後のコンクリートに穿孔機で孔をあけて設置するものであり、ケミカルアンカ又はメカニカルアンカを適用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持可能な温度条件下において適用する。メカニカルアンカは、伝播される振動を考慮して適用する。

後打アンカの設計は、JEAG4601 又は「各種合成構造設計指針・同解説」(2010年改定)に基づき設計する。また、アンカメーカーが定める施工要領に従い設置する。



ケミカルアンカ



メカニカルアンカ

4.3 基礎の設計方針

(1) 設計方針

機器の基礎は、支持構造物から加わる自重、地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、機器の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

(2) 荷重条件

基礎の設計は、機器から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

(3) 種類及び選定

基礎は機器の種類、設置場所により、下記に従い選定する。

a. 屋内機器の基礎

屋内に設置される機器の支持構造物は、建屋の床あるいは壁を基礎として設置することから、建屋設計においては、機器からの荷重を十分考慮した堅固な鉄筋コンクリート造とする。

機器を床に設置する場合、一般に基礎は水はけをよくするため、かさ上げする。支持構造物は、鉄筋コンクリート造に埋め込んだ基礎ボルトにより基礎に固定する。

b. 屋外機器の基礎

屋外に設置される機器は岩盤上の鉄筋コンクリート造上に設置する。

基礎は基礎自身の自重、地震荷重の他に基礎上に設置される機器からの通常時荷重、地震時荷重、積雪荷重、風荷重を考慮して十分強固となるよう設計する。

機器支持構造物は一般に基礎中に埋め込んだ基礎ボルトにより固定する。

5. その他特に考慮すべき事項

(1) 機器と配管との接続部

機器と配管の接続部に対しては、配管側のフレキシビリティのできる限り変位を吸収することとし、機器側管台部又は支持構造物に過大な反力を生じさせないように配管側のサポート設計において考慮する。

(2) 動的機器の支持に対する考慮

ポンプ、ファン等の動的機器に対しては地震力の他に機器の振動を考慮して支持構造物の強度設計を行う。

また、振動による軸芯のずれを起こさないよう、据付台の基礎へのグラウト固定、取付ボルトの回り止め等の処置を行う。

(3) 建屋・構築物との共振の防止

支持に当たっては据付場所に応じ、建屋・構築物の共振領域からできるだけ外れた固有振動数を持つよう考慮する。また、共振領域近くで設計する場合は地震応答に対して十分な強度余裕を持つようにする。

(4) 波及的影響の防止

耐震重要度分類における下位クラスの機器の破損によって上位クラスの機器に波及的影響を及ぼすことがないように配置等を考慮して設計するが、波及的影響が考えられる場合には、下位クラス機器の支持構造物は上位クラスに適用される地震動に対して設計する。

(5) 隣接する設備

機器が他の配管又は諸設備と接近して設置される場合は、地震、自重、熱膨張及び機械的荷重による変位があっても干渉しないようにする。保温材を施工する機器については、保温材の厚みを含めても干渉しないようにする。

(6) 材料の選定

材料選定に当たっては、使用条件下における強度に配慮し、十分な使用実績があり、材料特性が把握された安全上信頼性の高いものを使用する。

また、添付書類「IV-1-1-9 構造計画、材料選択上の留意点」の材料の選択方針に基づき、ダクティリティを持つよう配慮する。

IV-1-1-11 配管類の 耐震支持方針

IV-1-1-11-1 配管の 耐震支持方針

目 次

1. 配管の耐震支持方針	1
1.1 概要	1
1.2 配管の設計手順	2
1.2.1 基本原則	2
1.2.2 配管支持構造物の設計	2
1.3 配管の設計	4
1.3.1 基本方針	4
1.3.1.1 配管の分類と解析方法	4
1.3.1.2 配管の設計において考慮すべき事項	6
1.3.2 多質点系はりモデルを用いた評価方法	7
1.3.3 標準支持間隔を用いた評価方法	7
1.3.3.1 直管部の支持間隔	8
1.3.3.2 曲がり部の支持間隔	11
1.3.3.3 集中質量部の支持間隔	14
1.3.3.4 分岐部の支持間隔	17
1.3.3.5 Z形部の支持間隔	20
1.3.3.6 門形部の支持間隔	23
1.3.3.7 分岐+曲がり部の支持間隔	25
1.3.3.8 支持点の設定方法	28
1.3.3.9 支持点を設定する上での考慮事項	29
1.4 標準支持間隔を用いた評価方法に対する分類	31
2. 支持構造物の設計	32
2.1 概要	32
2.2 設計の基本方針	32
2.2.1 設計方針	32
2.2.2 荷重条件	32
2.2.3 種類及び選定	34
2.2.4 支持構造物の設計において考慮すべき事項	38
2.3 支持装置の設計	38
2.3.1 概要	38
2.3.2 支持装置の選定	38
2.3.3 支持装置の使用材料	39

2.3.4	支持装置の強度及び耐震評価方法	39
2.3.4.1	定格荷重	39
2.3.4.2	支持装置の強度計算式	39
2.4	支持架構及び付属部品の設計	81
2.4.1	概要	81
2.4.2	設計方針	82
2.4.3	荷重条件	82
2.4.4	種類及び選定	82
2.4.5	支持架構及び付属部品の選定	85
2.4.6	支持架構及び付属部品の使用材料	85
2.4.7	支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法	85
2.5	埋込金物の設計	101
2.5.1	概要	101
2.5.2	埋込金物の設計	102
2.5.3	基礎の設計	102
2.5.4	埋込金物の選定	102
2.5.5	埋込金物の強度及び耐震評価方法	103
3.	その他の考慮事項	110
3.1	機器と配管の相対変位に対する考慮	110
3.2	建屋・構築物との共振の防止	110
3.3	波及的影響の防止	110
3.4	隣接する設備	110
3.5	材料の選定	110

1. 配管の耐震支持方針

1.1 概要

本方針は, 添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき, 再処理施設の配管及びその支持構造物について, 耐震設計上十分安全であるように考慮すべき事項を定めたものである。

1.2 配管の設計手順

1.2.1 基本原則

配管の耐震支持方針は下記によるものとする。

- (1) 支持構造物は、剛な床、壁面等から支持することとする。
- (2) 支持構造物を含め建屋との共振を防止する。
- (3) 架台はり及び内部鉄骨から支持する場合は、これらの支持部剛性と支持構造物の剛性を考慮して設計する。
- (4) 支持構造物は、拘束方向の支持点荷重に対して十分な強度があり、かつ剛性を有するものを選定する。
- (5) 機器管台に接続される配管については、機器管台の許容荷重を超えないように支持構造物の設計を行う。
- (6) 高温となる配管については、熱膨張変位を過度に拘束しない設計とする。
- (7) 熱膨張変位を過度に拘束しないために、配管系の剛性を十分に確保できない場合は、配管系の振動特性に応じた地震応答解析により必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- (8) 地震時の建屋間相対変位を考慮する場所については、その変位に対して十分耐える設計とする。
- (9) 水撃現象が生じる可能性のある場所については、その荷重に十分耐える設計とする。

1.2.2 配管支持構造物の設計

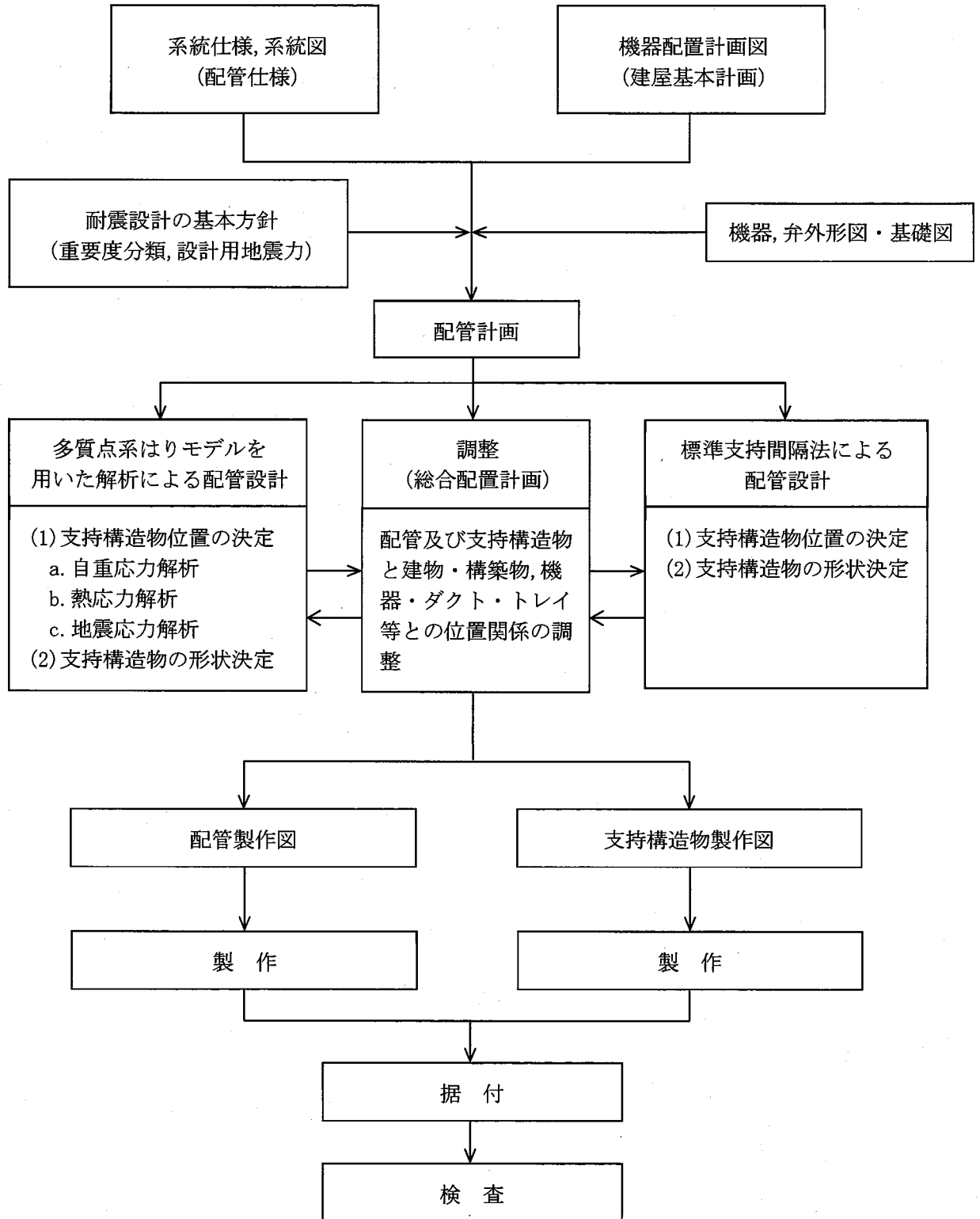
配管経路は建屋形状、機器配置計画とともにシステムの運転条件、機器等への接近性、保守点検性の確保を考慮した上、配管の熱膨張による変位の吸収、耐震設計上の重要度分類に応じた耐震性の確保に関し最適設計となるよう配置を決定する。また、この際、配管内にドレンが溜まったり、エアポケットが生じたりしないようにするとともに、水撃現象の生じる可能性のあるものについては十分に配慮するものとする。

地震による建屋間等相対変位を考慮する必要がある場所に配置されるものについては、その変位による変形に対して十分耐えられるようにし、また、ポンプ、容器等のノズルに対する配管反力が過大とならないよう併せて考慮する。

以上を考慮の上決定された配管経路について、多質点系はりモデル(3次元はりモデル)を用いた解析又は標準支持間隔法により配管系の設計を行う。

支持構造物は、標準化された製品の中から、配管から受ける荷重に対して十分な強度があるものを選定する。

設計手順を第1.2.2-1図に示す。



第 1.2.2-1 図 配管支持構造物設計フロー

1.3 配管の設計

1.3.1 基本方針

1.3.1.1 配管の分類と解析方法

配管は設備の重要度, 口径及び最高使用温度により, 第1.3.1.1-1表のように分類して設計を行う。ただし, 第1.3.1.1-1表以外の確認方法についても, その妥当性が確認できる範囲において採用するものとする。

第1.3.1.1-1表 配管の分類と解析方法

耐震重要度分類	配管分類		多質点系はりモデルを用いた評価方法	標準支持間隔を用いた評価方法 ^{1) 2) 3)}
	口径	最高使用温度		
S	100A以上	151℃以上	○	—
		151℃未満	—	○
	80A以下	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
B ⁴⁾	100A以上	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
	80A以下	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
C	100A以上	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
	80A以下	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○

記号○印:原則として適用する解析手法

注記1):耐震設計上の重要度分類Sクラスの配管は,支持構造物を含めた配管系の固有振動数を,建屋床応答スペクトルのピークの固有振動数領域より短周期側に避けることを原則とする。

2):配管形状が複雑な部分や配置上の制限から標準支持間隔を用いた評価方法を適用することが適切でない場合等については,多質点系はりモデルを用いた評価方法を適用する。

3):配管形状や支持点の位置が定まり,多質点系はりモデルを用いた評価方法の適用が可能な場合は,多質点系はりモデルを用いた評価方法を適用する。

4):共振のおそれのある場合には,動的地震力を考慮する。

1.3.1.2 配管の設計において考慮すべき事項

(1) 配管の分岐部

大口径配管からの分岐管については、原則大口径配管の近傍を支持する。ただし、大口径配管の熱膨張及び地震による変位が大きい場合には、分岐部及び分岐管に過大な応力を発生させないようにフレキシビリティを持たせた支持をする。

(2) 配管と機器の接続部

機器管台に加わる配管からの反力が許容反力以内となるように配管経路及び支持方法を決定する。

(3) 異なる建屋、構築物間を結ぶ配管

異なる建屋、構築物間を結ぶ配管については、建屋、構築物間の相対変位を吸収できるように、配管にフレキシビリティを持たせた構造とするか、又は、フレキシブルジョイントを設ける等の配慮を行い、過大な応力を発生させないようにする。

(4) 弁

配管の途中で弁等の集中荷重がかかる部分については、この集中荷重にできる限り近い部分を支持し、特に駆動装置付きの弁は偏心荷重を考慮して、必要に応じて弁本体を支持することにより過大な応力が生じないようにする。弁は、配管よりも厚肉構造であり、発生応力は配管より小さくなる。

(5) 屋外配管

主要な配管は岩盤で支持したダクト構造内に配置され、建屋内配管と同様の耐震設計をする。

(6) 振動

配管の支持方法及び支持点は、回転機器等の振動あるいは内部流体の乱れによる配管振動を生じないように考慮して決定する。

(7) 異なる耐震クラス配管との接続部

耐震重要度Sクラス又はBクラスに属する施設の配管が、弁等を境界として耐震重要度Cクラスに属する施設の配管と接続され、境界となる弁等が耐震支持されていない場合には、その影響を考慮し原則として境界以降第一番目の耐震上有効な軸直角方向拘束点まで耐震重要度Sクラス又はBクラスに属する施設の配管と同様に扱い設計を行う。

(8) 隣接する配管に対する考慮

配管が接近して設置される場合、地震力による変位によって配管相互が干渉しないように考慮する。

また、保温材が取り付けられる配管については、保温材の厚み及び地震変位を考慮し、配管相互が干渉しないように設計を行う。

(9) 高温配管

最高使用温度の高い配管は、熱膨張による応力を低減するために一般に柔に設計す

る必要がある。また、耐震上の要求からは、剛に設計する必要がある。したがって、支持位置及び支持条件を決めるに当たっては、原則として次のような事項を考慮し、地震並びに熱膨張による応力の制限を満足する設計を行う。

- a. 自重を支持するために、あるいは耐震上剛性を高めるために、配管を拘束する場合には、配管の熱膨張による変位が少ない箇所にアンカサポート又はレストレイント等を設けるものとする。
- b. 配管の熱膨張による変位がある特定の方向に大きい場合であって、その他の方向に上記a. と同じ理由によって拘束する必要がある場合は、熱膨張による変位方向を拘束せず、目的とする方向を拘束するガイド等を設けるものとする。
- c. 熱膨張による鉛直方向変位が大きい箇所で、配管の自重を支持する必要がある場合は、スプリングハンガを用いる。
- d. 熱膨張による変位が大きい方向を、耐震上の要求から拘束する場合はスナバを用いる。

1.3.2 多質点系はりモデルを用いた評価方法

多質点系はりモデルを用いた評価方法では、原則として固定点から固定点までを独立した1つのブロックとして、地震荷重、自重、熱荷重等により配管に生じる応力が許容応力以下となるように配管経路及び支持方法を定める。

その一例を示すと以下のとおり。

はじめに仮のアンカサポート、レストレイント位置を定めて熱応力解析を行い、必要に応じてアンカサポート、レストレイント位置、個数等の変更あるいは配管経路の見直しを行い、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。次に、地震応力解析を行い、必要に応じてレストレイント位置、個数等の変更あるいはスナバの追加により、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。この際、自重応力の確認もあわせて実施し、必要に応じてハンガの追加を検討する。

1.3.3 標準支持間隔を用いた評価方法

標準支持間隔法による配管の耐震計算は、配管を直管部、曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部の各要素に分類し、要素ごとに許容値を満足する最大の支持間隔を算出する。

直管部については、各建屋における地震時の応答解析結果に基づき、配管に生じる応力が許容応力以下となるように最大の支持間隔を求め、これを直管部に対する標準支持間隔とする。配管の直管部は、この標準支持間隔以内で支持することにより耐震性を確保する。

直管部の標準支持間隔算出に当たっては、配管仕様、建屋、階層の区分及び減衰定数ごとに、解析条件を満足する支持間隔をそれぞれ計算し求める。

配管の曲がり部, 集中質量部, 分岐部, Z形部, 門形部及び分岐+曲がり部については, 直管部と同等以上の耐震性を有するように, それぞれ直管部の標準支持間隔に対する支持間隔比を求め, 各要素の支持間隔を算出する。配管の曲がり部, 集中質量部, 分岐部, Z形部, 門形部及び分岐+曲がり部については, 各要素の支持間隔以内で支持することにより耐震性を確保する。なお, 多質点系はりモデルを用いた評価方法では, これらの部位に対しては応力係数を考慮しているが, 標準支持間隔法では支持間隔比を考慮することにより, 多質点系はりモデルを用いた評価方法より保守的な評価となるようにする。

複数階層を跨る配管を評価する場合は, 配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し, その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で, 最も短いものを適用して評価を行う。

なお, 二重管部についても, 標準支持間隔を採用する。

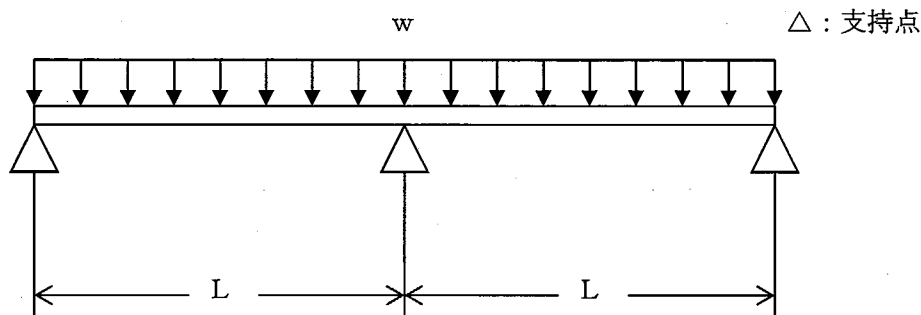
また, グローブボックス内配管のように支持構造物である設備の応答の増幅が考えられる配管については, 配管が剛となるように支持間隔を設定し, 地震による過度の振動がないよう考慮する。

本章では, 上記により求めた直管部標準支持間隔, 曲がり部, 集中質量部, 分岐部, Z形部, 門形部及び分岐+曲がり部の支持間隔を基に配管に支持点を設定する場合の例を示す。

1.3.3.1 直管部の支持間隔

1.3.3.1.1 解析モデル

配管を下図のように支持間隔 L で3点支持した等分布荷重連続はりにモデル化する。支持点の拘束方向は軸直角方向のみとし, 軸方向及び回転に対しては自由とする。



L : 直管部標準支持間隔
 w : 単位長さ当たり重量

1.3.3.1.2 解析方法

解析モデルに対して、解析コードを用いて設計用地震力による応力を算定するとともに、内圧及び自重の影響を考慮して、直管部の標準支持間隔を求める。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

1.3.3.1.3 解析条件

(1) 設計用地震力

添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す設計用地震力を用いて評価を行う。

また、設計用床応答曲線は、添付書類「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

なお、設計用床応答曲線は、安全側に谷埋め及びピーク保持を行うこととする。

(2) 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる設計用減衰定数は、添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に示す設計用減衰定数を適用する。

(3) 階層の区分

解析に当たっては、大きな差のない設計用床応答曲線の床面ごとに区分し、支持間隔を求めるものとする。階層の区分は、添付書類「IV-1-1-11-1 別紙 各施設の配管標準支持間隔」に示す。

(4) 配管重量

配管の重量は、配管自体の重量と内部流体の重量を合計した値とする。さらに、保温材の付く配管については、その重量を考慮する。

直管部標準支持間隔を算出する配管の単位長さ当たり重量を、添付書類「IV-1-1-11-1 別紙 各施設の配管標準支持間隔」に示す。

(5) 配管応力

配管に生じる応力は、JEAG4601の計算式に基づき地震による応力の他に内圧及び自重による応力を求め、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき応力評価を行うものとする。

許容応力については、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に基づき算定する。

(6) 配管系の振動数

支持構造物を含めた配管系の固有振動数は、建屋床応答スペクトルのピークの固有振動数領域より短周期側に避けることを原則とする。

1.3.3.1.4 解析結果及び支持方針

解析結果を添付書類「IV-1-1-11-1別紙 各施設の配管標準支持間隔」に示す。配管の直管部は、標準支持間隔以内で支持する。なお、直管部に異径の配管が混在する場合は、最も短くなる標準支持間隔にて当該直管部を支持するものとする。

1.3.3.1.5 個別解析モデルによる支持間隔の設定

形状が複雑な要素については、個別解析モデルとして、以下に示す方針により当該配管要素のモデル化及び地震応答解析を行い、支持間隔を設定する。

(1) 解析モデル

当該配管要素の固有振動数及び曲げモーメントが適切に評価できるよう隣接する配管要素の影響を考慮し、当該配管要素の3方向を拘束するサポート点までの配管要素及び境界条件を含めた多質点系はりモデルにモデル化する。

ただし、安全側の設定となる場合は、モデルを簡略化して設定して良いものとする。

(2) 解析条件及び解析方法

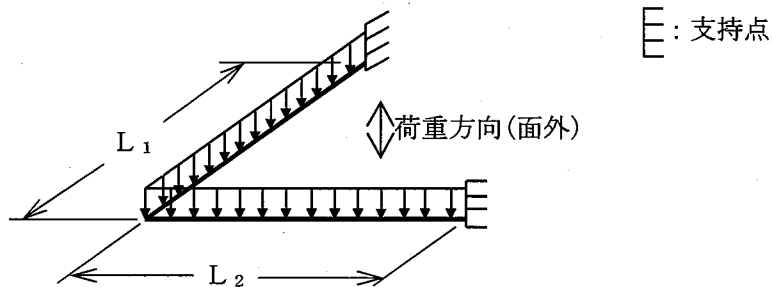
(1)項に示す解析モデルに対し、固有振動数及びJEAG4601に基づく一次応力(内圧+自重+地震応力)を求め、標準支持間隔法による直管部標準支持間隔の固有振動数及び一次応力との比較を行い、以下の全ての条件を満足するように支持間隔を設定する。

- a. 当該配管要素の固有振動数が、直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- b. 当該配管要素の一次応力が、標準支持間隔法における直管部標準支持間隔の値よりも小さいこと。

1.3.3.2 曲がり部の支持間隔

1.3.3.2.1 解析モデル

配管の曲がり部は、下図に示すようにピン結合両端固定の等分布荷重の連続はりにモデル化する。



- L_1, L_2 : 曲がり部から支持点までの長さ
- L_E : 曲がり部支持間隔 ($L_E = L_1 + L_2$)
- w : 単位長さ当たり重量
- 荷重方向 : 耐震性の評価方向
- 面外 : 配管で構成される面に対して直角方向

1.3.3.2.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。

- (4) (1), (2), (3) 項の各条件を満足する理論解を $\left(\frac{L_1}{L_E}\right)$ の関数として $\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$ の最大値 $\left(\frac{L_E'}{L_0}\right)$ を求める。

ただし、 L_0 は直管部標準支持間隔を表す。 L_1, L_E は 1.3.3.2.1 解析モデル、 L_E' は 1.3.3.2.3 解析結果及び支持方針参照。

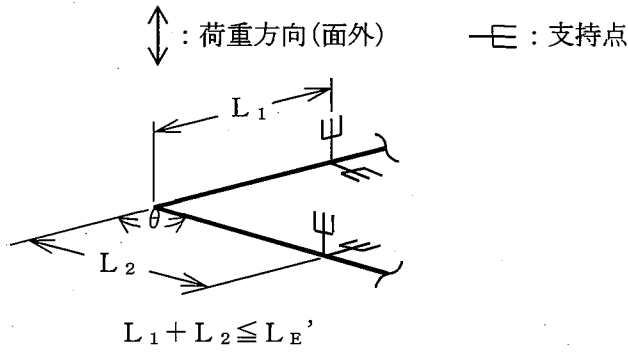
- (5) 支持点間の標準支持間隔比により求めた等価直管長さと実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

1.3.3.2.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第 1.3.3.2.3-1 図 曲がり部支持間隔グラフに示す。本グラフは、曲がり部をはさむ支持点間距離を直管部標準支持間隔に対する比として示すものであり、許容

領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。



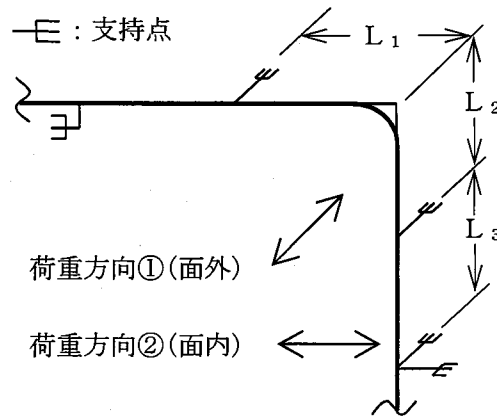
$L_{E'}$ は、 L_0 (直管部標準支持間隔) に、
 第1.3.3.2.3-1図 曲がり部支持間隔グラフより求
 まる $\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$ の最大値 $\left(\frac{L_{E'}}{L_0}\right)$ を乗じた長さ。

また、配管系の設計上、 L_1 又は L_2 あるいはその両方を長くする必要がある場合は、面外振動を拘束する支持構造物を設け、次式を同時に満足すること。

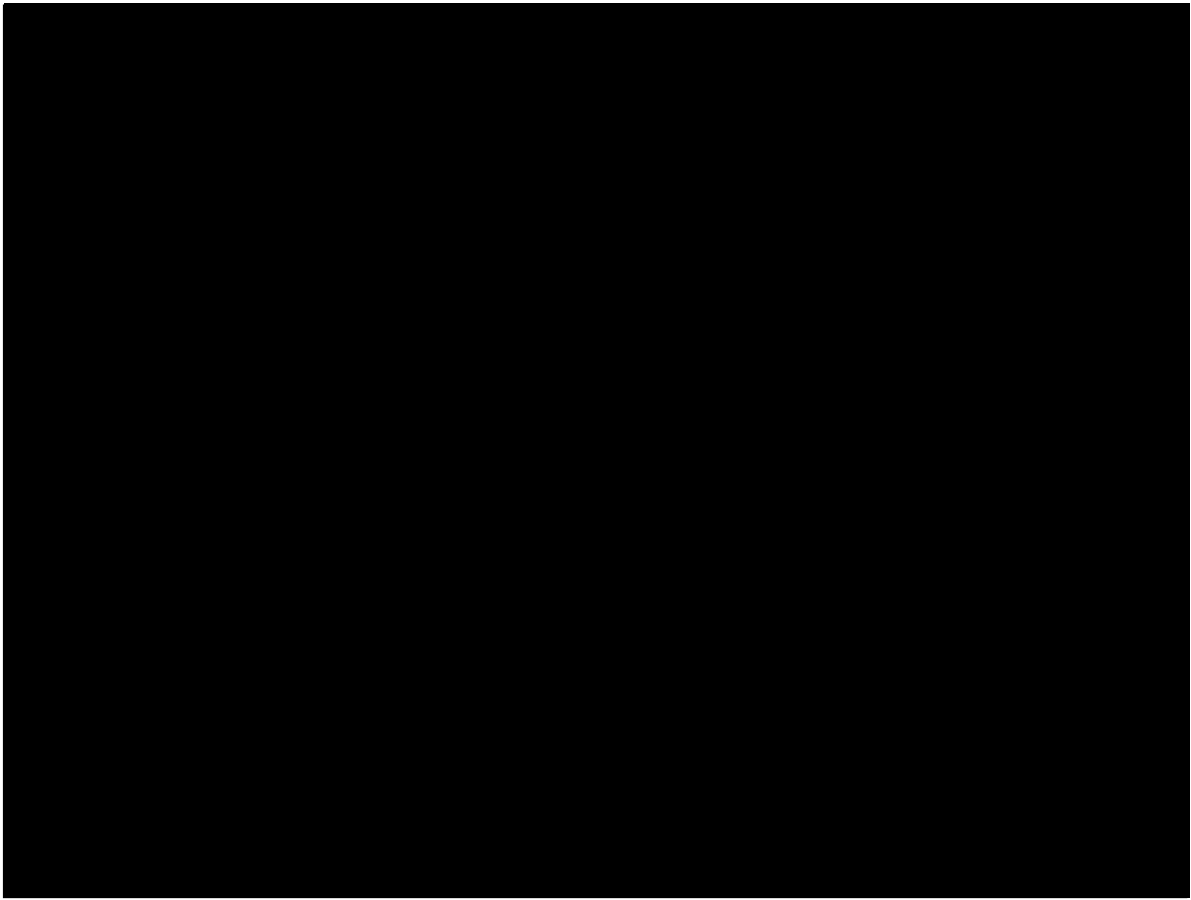
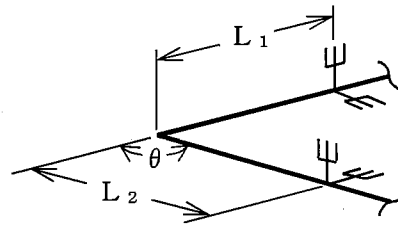
荷重方向①(面外)に対して
 $L_1 + L_2 \leq L_{E'}$

荷重方向②(面内)に対して
 $L_2 + L_3 \leq L_0$

面内：配管で構成される面
 に対して平行な方向



—E : 支持点 \updownarrow : 荷重方向(面外)

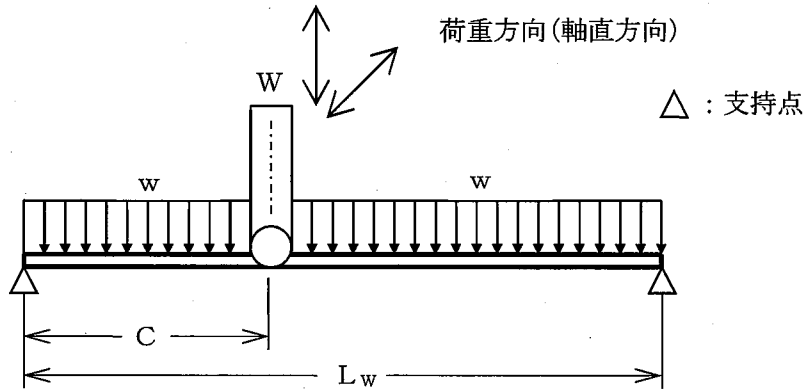


第 1.3.3.2.3-1 図 曲がり部支持間隔グラフ

1.3.3.3 集中質量部の支持間隔

1.3.3.3.1 解析モデル

配管に弁等の重量物が設置される集中質量部は、下図に示すように任意の位置に集中荷重を有する両端支持の連続はりにモデル化する。



- L_w : 集中質量部支持間隔
- C : 支持端から集中荷重点までの長さ
- w : 単位長さ当たり重量
- W : 集中荷重
- 荷重方向 : 耐震性の評価方向

1.3.3.3.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 水平地震力が加わった場合の集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 自重及び鉛直地震力による集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントよりも小さいこと。

- (4) (1), (2), (3) 項の各条件を満足する理論解を各々 $\left(\frac{C}{L_w}\right)$ をパラメータとし、 $\left(\frac{W}{w \cdot L_0}\right)$

の関数として $\left(\frac{L_w}{L_0}\right)$ の最大値を求める。

ただし、 L_0 は直管部標準支持間隔を表す。 L_w, C, w, W は 1.3.3.3.1 解析モデル参照。

- (5) 支持点間の標準支持間隔比により求めた等価直管長さと実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

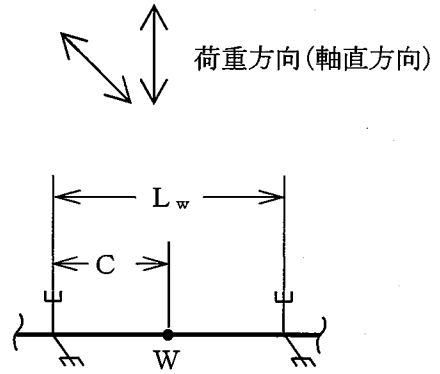
1.3.3.3.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.3-1図 集中質量部支持間隔グラフに示す。本グラフは、弁等の重量物が設置された場合の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

低温配管中の電動弁、空気作動弁については、配管及び弁自体の剛性を適切に評価し、必要に応じて弁駆動部の偏心荷重によって過大な荷重が配管に生じないように配管並びに弁上部を支持する。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

また、集中荷重が複数の場合は、複数の集中荷重の総和を一つの集中荷重として設定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。この場合、荷重位置Cは、一律 $0.5L_w$ とする。

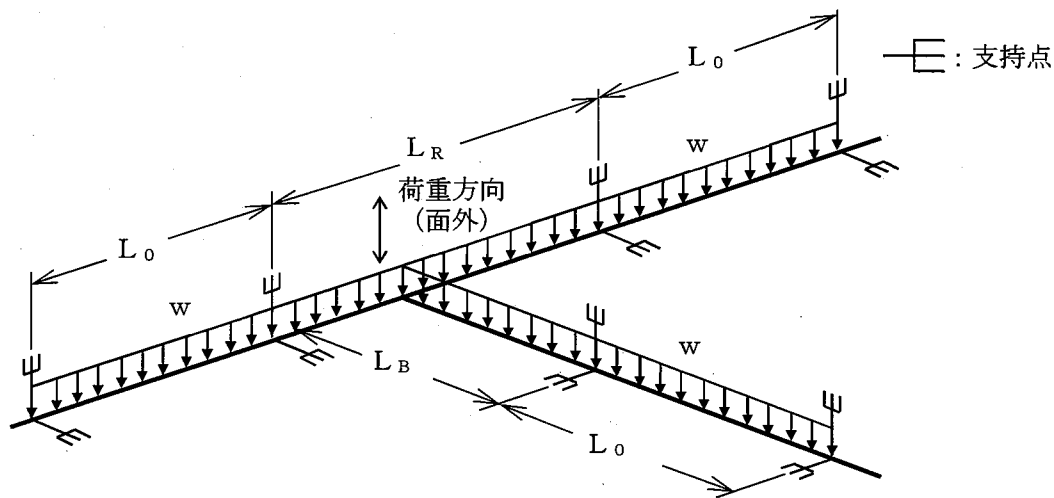


第 1.3.3.3.3-1 図 集中質量部支持間隔グラフ

1.3.3.4 分岐部の支持間隔

1.3.3.4.1 解析モデル

配管の分岐部は、下図に示すように分岐部の支持部を単純支持はりとする等分布荷重の連続はりにモデル化する。



- | | |
|-------------------|-----------------|
| L_R : 分岐部母管長さ | 荷重方向 : 耐震性の評価方向 |
| L_B : 枝管長さ | 面外 : 配管で構成される面に |
| L_0 : 直管部標準支持間隔 | 対して直角方向 |
| w : 単位長さ当たり重量 | |

1.3.3.4.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。
- (3) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。
- (4) (1), (2), (3) 項の各条件を満足する分岐部支持間隔比 $\left(\frac{L_R}{L_0}\right)$ の最大値を、 $\left(\frac{L_B}{L_0}\right)$ の関数として求める。解析結果は、分岐部の代表例として母管と枝管とが同一口径のものをまとめたものである。

ただし、 L_0 は直管部標準支持間隔、 L_R 、 L_B は 1.3.3.4.1 解析モデル参照。

- (5) 支持点間の標準支持間隔比より求めた等価直管長さと実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

1.3.3.4.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.4.3-1図 分岐部支持間隔グラフに示す。本グラフは、分岐部の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

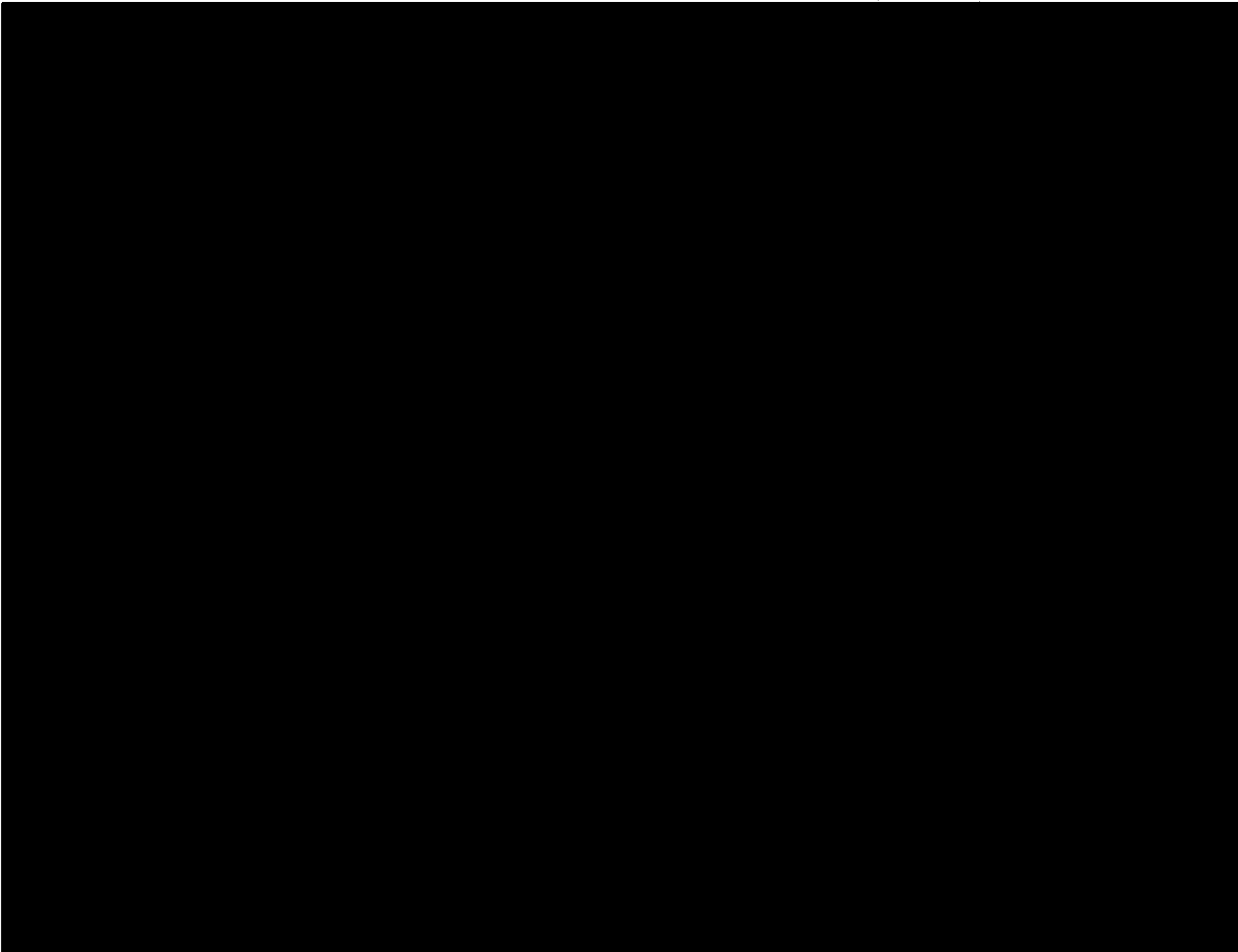
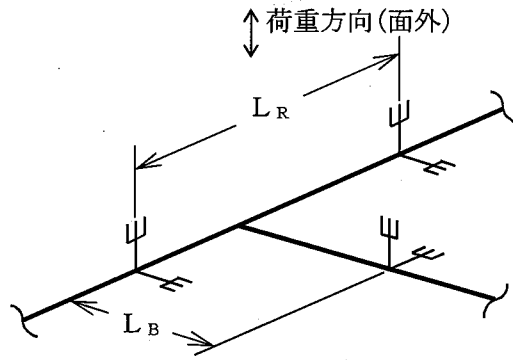
なお、母管と枝管の口径が異なる場合は、以下に従うものとする。

(1) $0.5 < \text{「枝管口径／母管口径」} < 1.0$

直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

(2) $\text{「枝管口径／母管口径」} \leq 0.5$

母管と枝管を切り離して考え、それぞれについて各要素の支持間隔グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。この場合、分岐点は枝管の支持点として扱う。

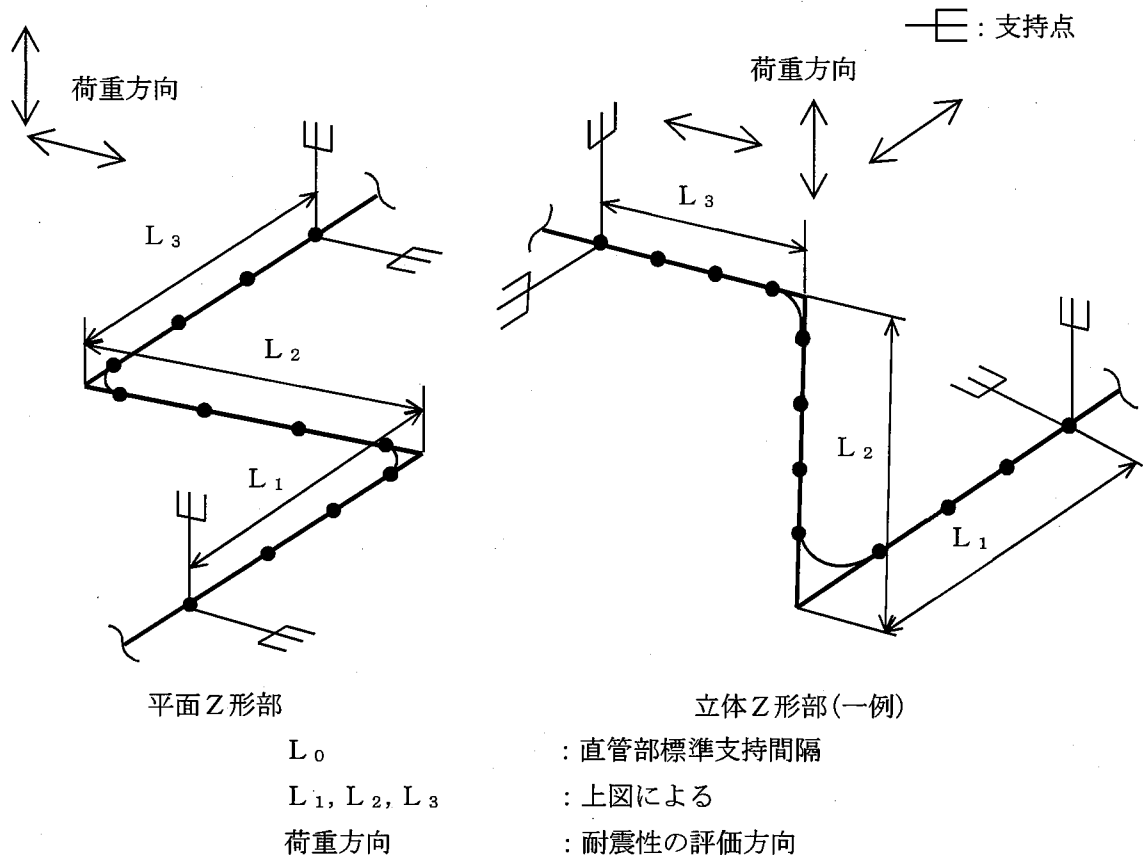


第 1.3.3.4.3-1 図 分岐部支持間隔グラフ

1.3.3.5 Z形部の支持間隔

1.3.3.5.1 解析モデル

配管のZ形部は、下図に示すように両端単純支持とする等分布荷重の多質点系はりモデルにモデル化する。



1.3.3.5.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 1.3.3.5.1の解析モデルに対し、解析コードによる固有値解析及び地震応答解析を行い、(1)、(2)の条件を満足する $\left(\frac{L_1}{L_0}\right)$ と $\left(\frac{L_2}{L_0}\right)$ の関係を反復収束計算により求める。

ただし、 $L_1 \geq L_3$ とする。

また、 L_0 は直管部標準支持間隔、 L_1, L_2, L_3 は1.3.3.5.1 解析モデル参照。

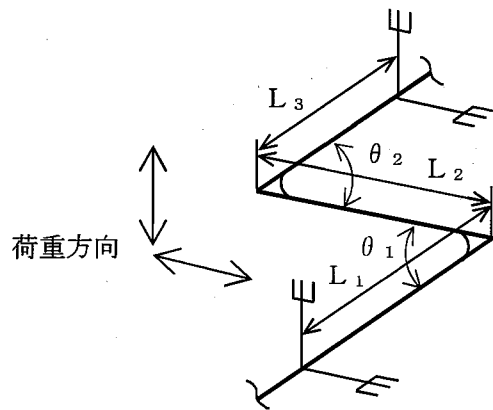
- (4) 支持点間の標準支持間隔比により求めた等価直管長さを実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

1.3.3.5.3 解析結果及び支持方針

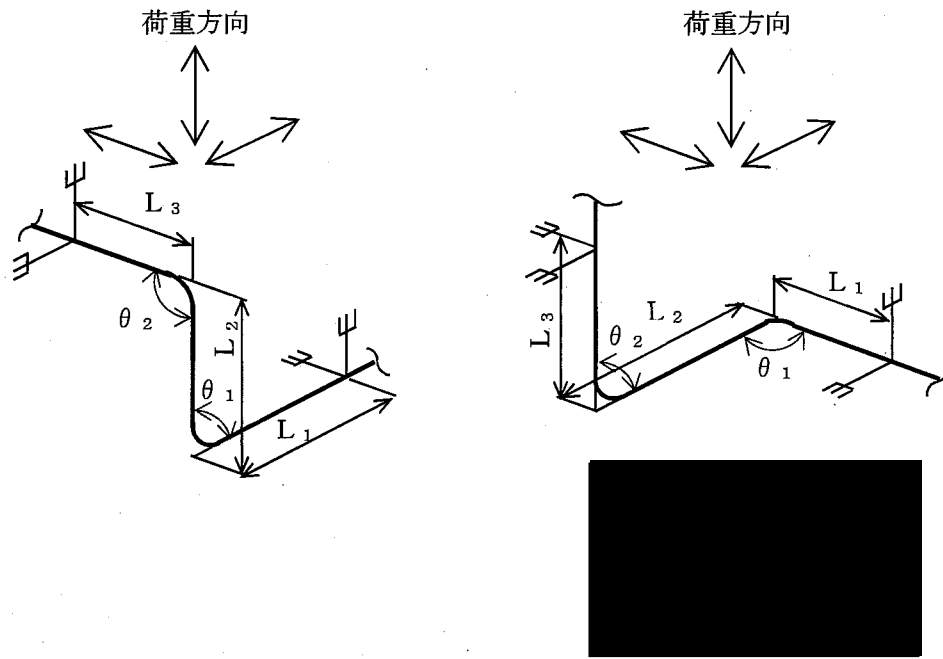
解析結果を第1.3.3.5.3-1図 平面Z形部支持間隔グラフ及び第1.3.3.5.3-2図 立体Z形部支持間隔グラフに示す。

本グラフは、Z形部の許容支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したもので、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。



第1.3.3.5.3-1図 平面Z形部支持間隔グラフ

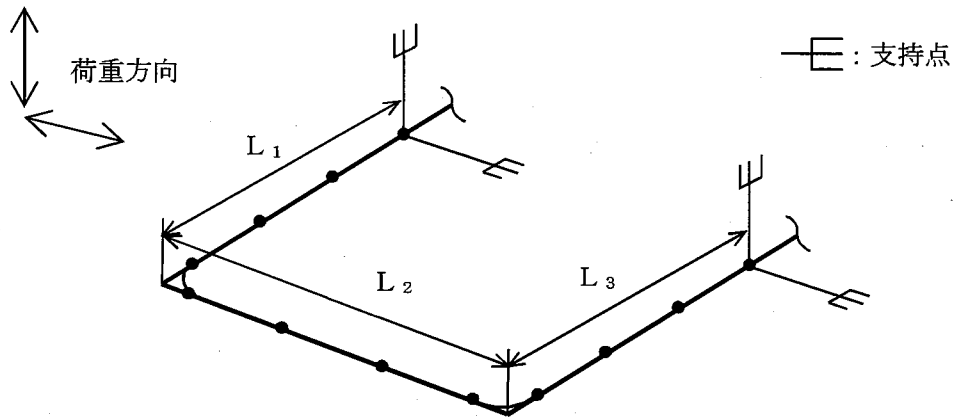


第 1. 3. 3. 5. 3-2 図 立体 Z 形部支持間隔グラフ

1.3.3.6 門形部の支持間隔

1.3.3.6.1 解析モデル

配管の門形部は、下図に示すように両端単純支持とする等分布荷重の多質点系はりモデルにモデル化する。



- L_0 : 直管部標準支持間隔
- L_1, L_2, L_3 : 上図による
- 荷重方向 : 耐震性の評価方向

1.3.3.6.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 1.3.3.6.1の解析モデルに対し、解析コードによる固有値解析及び地震応答解析を行い、(1)、(2)の条件を満足する $\left(\frac{L_1}{L_0}\right)$ と $\left(\frac{L_2}{L_0}\right)$ の関係を反復収束計算により求める。

ただし、 $L_1 \geq L_3$ とする。

また、 L_0 は直管部標準支持間隔、 L_1, L_2, L_3 は1.3.3.6.1 解析モデル参照。

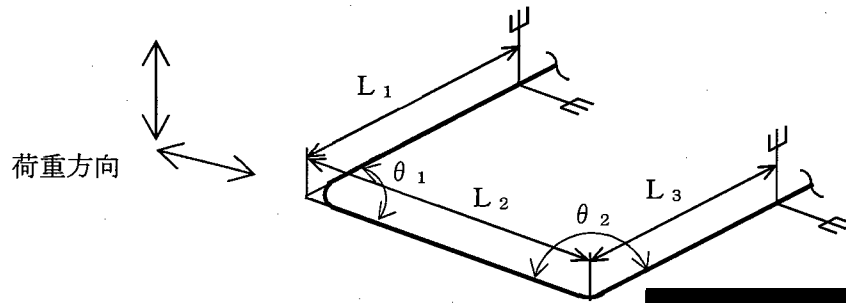
- (4) 支持点間の標準支持間隔比により求めた等価直管長さと実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

1.3.3.6.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.6.3-1図 門形部支持間隔グラフに示す。

本グラフは、門形部の許容支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したもので、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。



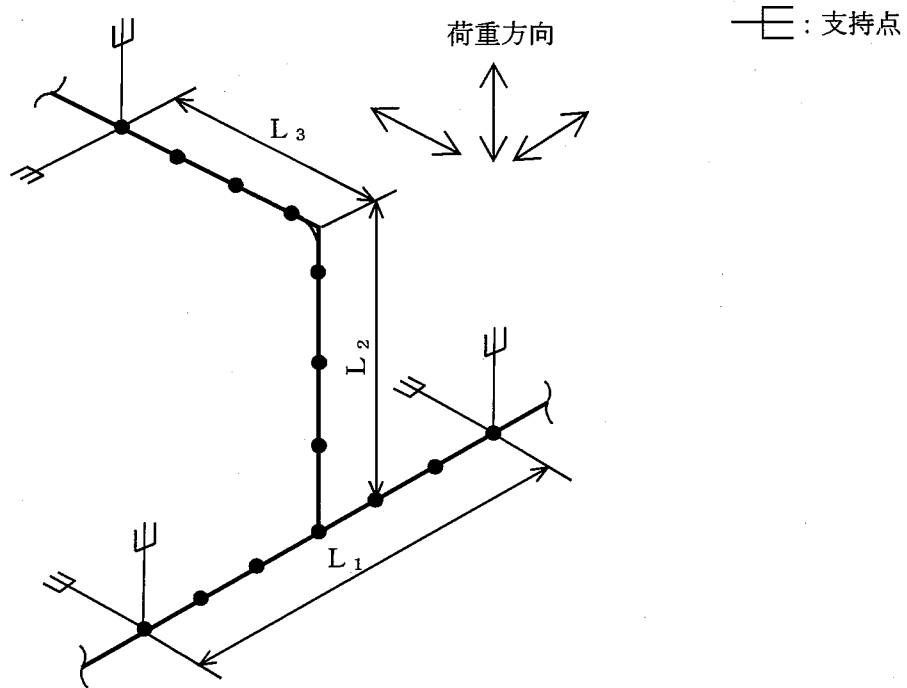
新R ① JN 機 G IV 01528 B

第1.3.3.6.3-1図 門形部支持間隔グラフ

1.3.3.7 分岐+曲がり部の支持間隔

1.3.3.7.1 解析モデル

配管の分岐+曲がり部は, 下図に示すように3つの支持端を単純支持とする分布荷重の多質点系はりモデルにモデル化する。



- L_0 : 直管部標準支持間隔
- L_1, L_2, L_3 : 上図による
- 荷重方向 : 耐震性の評価方向

1.3.3.7.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 1.3.3.7.1の解析モデルに対し、解析コードによる固有値解析及び地震応答解析を行い、(1)、(2)の条件を満足する $\left(\frac{L_1}{L_0}\right), \left(\frac{L_2}{L_0}\right), \left(\frac{L_3}{L_0}\right)$ の関係を反復収束計算により求める。

また、 L_0 は直管部標準支持間隔、 L_1, L_2, L_3 は1.3.3.7.1 解析モデル参照。

- (4) 支持点間の標準支持間隔比により求めた等価直管長さを実配管長さの比が応力係数を上回るように設計上の配慮を行う。

1.3.3.7.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.7.3-1図 分岐+曲がり部支持間隔グラフに示す。

本グラフは、分岐+曲がり部の許容支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したもので、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

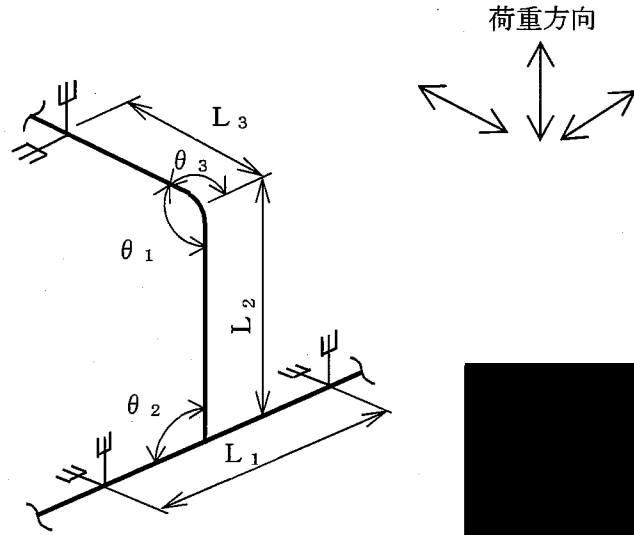
また、母管と枝管の口径が異なる場合は、以下に従うものとする。

- (1) $0.5 < \text{「枝管口径/母管口径」} < 1.0$

直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

- (2) $\text{「枝管口径/母管口径」} \leq 0.5$

母管と枝管を切り離して考え、それぞれについて各要素の支持間隔グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。この場合、分岐点は枝管の支持点として扱う。



第 1.3.3.7.3-1 図 分岐+曲がり部支持間隔グラフ

1.3.3.8 支持点の設定方法

標準支持間隔法を適用して配管に支持点を設ける場合の手順は、対象とする配管仕様、建屋、床区分及び減衰定数に基づき、直管部標準支持間隔を選定し、この直管部標準支持間隔をもとに各要素(直管部、曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部)の支持間隔を定めるとともに、各要素の評価方向が拘束されるように支持点の設定を行う。

1.3.3.8.1 直管部標準支持間隔の選定と各要素の支持間隔

直管部標準支持間隔は、配管仕様(圧力、温度、材質、口径、板厚、保温材の有無、内部流体、単位長さ当たり重量)、建屋、床区分及び減衰定数別に算出していることから、設計する配管仕様、建屋、階層の区分及び減衰定数に応じて選定する。直管部については、この直管部標準支持間隔以内で支持し、その他の要素については、各々の支持間隔比に直管部標準支持間隔を乗じた支持間隔以内で支持する。

1.3.3.8.2 各要素の評価方向

配管の各要素(直管部、曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部)は、これらの形状が持つ特性から、同程度の荷重が負荷されても方向により各要素の応力又は固有振動数への影響が異なるため、影響が大きい方向を評価(荷重)方向と特定して支持間隔を定めている。

- (1) 直管部及び集中質量部の支持間隔は、配管軸直方向
- (2) 曲がり部の支持間隔は、曲がり部をはさむ両辺で作る面の面外方向
- (3) 分岐部の支持間隔は、母管と分岐管が作る面の面外方向
- (4) 平面Z形部の支持間隔は、配管軸直方向。立体Z形部は、配管軸直方向及び軸方向
- (5) 門形部の支持間隔は、配管軸直方向
- (6) 分岐+曲がり部の支持間隔は、配管軸直方向及び軸方向

なお、支持点の設定に当たっては、次に示す各要素の評価方向が拘束されるようにする。配管軸方向の評価は、配管軸方向の配管重量を集中荷重とみなし、それに直交する配管上の支持点で評価することとして、集中質量部の支持間隔を用いる。

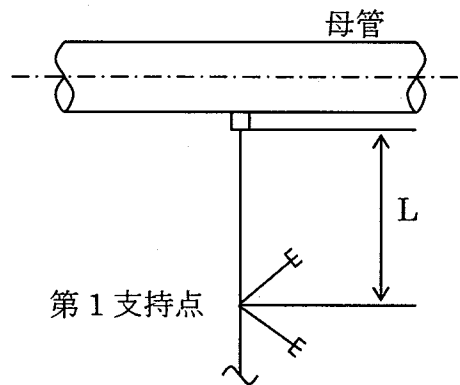
以上を考慮するとともに、各要素の方向(配管軸直と軸方向の3方向)ごとに拘束されていない方向がないようにする。

1.3.3.9 支持点を設定する上での考慮事項

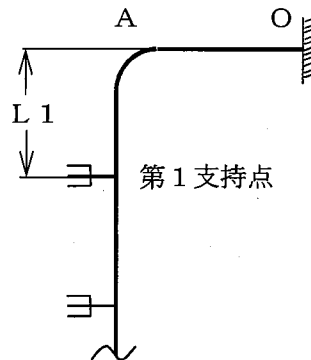
配管の各要素に対応した支持間隔を満足するとともに、次の事項も考慮して設計する。

1.3.3.9.1 分岐部

配管の分岐部で母管に熱膨張又は地震による変位がある場合は、分岐部から第1支持点までの長さLを、これらの変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



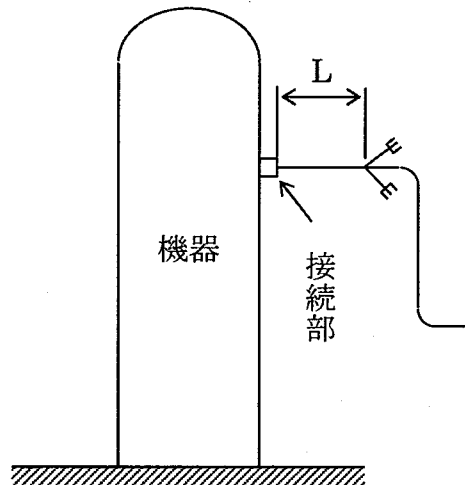
また右図のような曲げ部でA O間の熱膨張変位がある場合は、曲げ部から第1支持点までの長さL1を、これらの変位により発生する応力が許容応力以下となるように定める。



1.3.3.9.2 機器との接続部

機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位による発生応力が大きい場合は、接続部(固定点)近傍で支持することができない場合がある。

この場合のLは、1.3.3.9.1 分岐部と同様に機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



1.3.3.9.3 建物・構築物の相対変位

建物・構築物間に渡って設置される配管については、地震時の建物・構築物間の相対変位による発生応力を加味して、配管の設計及び支持方法を定める。

1.3.3.9.4 弁

配管に弁が設置される場合は、第1.3.3.3.3-1図 集中質量部支持間隔グラフに基づき前後の支持点を決定する。

弁は、配管より厚肉構造であり、発生応力は配管より小さくなる。一方、集中質量部の支持間隔を求める際には、弁も配管と同一仕様としたうえで、弁重量を付加することで安全側の評価を行っている。このため、弁の評価は配管の評価で包絡される。

なお、地震時に動的機能維持が要求される弁に対しては、必要に応じて多質点系はりモデルを用いた評価を行い、弁駆動部の機能維持確認済加速度を超える場合は、駆動部を支持する。

1.3.3.9.5 建屋階層

支持間隔は階層の区分ごとに設定するため、当該配管を敷設する床区分に応じて、上下階層の支持間隔を比較し、短い方の支持間隔を運用して評価を行う。なお、複数階層を跨る配管を評価する場合は、配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し、その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で最も短い標準支持間隔を適用して評価を行う。

1.4 標準支持間隔を用いた評価方法に対する分類

配管類の耐震評価方法については、標準支持間隔法、多質点系はりモデルを用いた評価方法の2つがあり、ここではそのうち標準支持間隔法について示す。

標準支持間隔法は、解析モデル及び評価式が同一であるため1分類とする。

2. 支持構造物の設計

2.1 概要

支持構造物は、配管の地震荷重、自重、熱荷重等に対して十分な強度を持たせる必要がある。

支持構造物の設計に当たっては、支持構造物の型式ごとの定格荷重、最大使用荷重と配管の支持点荷重を比較する荷重評価、又は配管の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力を比較する応力評価を行う。

本章では、支持装置、支持架構及び付属部品から構成される支持構造物並びに埋込金物の設計の基本原則、選定方針、強度及び耐震評価の方法等を示す。

2.2 設計の基本方針

2.2.1 設計方針

支持構造物にはアンカサポート、レストレイント、スナバ、ハンガがあり、物量が多いことから標準化が図られている。標準化された製品の中から使用条件に適合するものを選定する。これらの支持構造物は、定格荷重又は最大使用荷重に対して十分な強度があり、かつ多くの使用実績を有している。支持構造物の機能と用途について、第2.2.1-1表 支持構造物の機能と用途(例)に示す。

2.2.2 荷重条件

支持構造物の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

支持構造物の設計に用いる支持点荷重は、耐震設計上の重要度分類に基づく設計用地震力を条件とした配管の多質点系はりモデルを用いた解析、又は標準支持間隔法により得られる支持点荷重を支持構造物の種別に応じて適切に組み合わせて求める。

支持構造物の設計に当たり荷重評価を行う場合は、配管の支持点荷重と定格荷重又は最大使用荷重との比較を行う。

第2.2.1-1表 支持構造物の機能と用途(例)

支持構造物名称	概略図	機能	用途
<p>アンカサポート (ガイドサポート)</p>	 <p>Uボルトの2本掛けによるアンカサポート</p>  <p>壁から直接アンカサポートをとる場合の図</p>  <p>アンカサポート荷重が大きい場合の例</p>	<p>地震及び熱膨張による変位、軸まわりの回転を完全に拘束する。</p> <p>ガイドサポートは、一定方向の移動を許すが軸まわりの回転を拘束する。</p>	<p>固定用サポートとして使用する。また、配管応力解析上の解析モデルの境界として使用する。</p>
<p>スナバ (オイルスナバ) (メカニカルスナバ)</p>	 <p>オイルスナバ</p>  <p>メカニカルスナバ</p>	<p>配管の熱膨張のような緩やかな移動に対しては拘束せず、地震時のような急激な荷重発生時に拘束する。</p>	<p>地震等の急激な荷重により生じる応力の低減を目的として使用する。</p>
<p>ハンガ (スプリングハンガ)</p>	 <p>配管直管部に使用する例</p>  <p>配管曲がり部に使用する例</p>	<p>配管の自重を支持する目的で使用する。なお、地震荷重に対する拘束効果は無く、耐震支持機能は有していない。</p>	<p>運転温度が高い配管で、かつ立上がり部又は近傍で、鉛直方向支持点変位が大きい部位に使用する。</p> <p>また、許容荷重が小さい機器管台部の自重支持を目的として使用する。</p>
<p>レストレイント (架構式レストレイント) (ロッドレストレイント) (Uボルト)</p>	 <p>架構式レストレイント</p>  <p>ロッドレストレイント</p>  <p>Uボルト等によるレストレイント</p>	<p>地震及び熱膨張による一定方向の変位を拘束する。</p>	<p>配管の回転を許すが変位を防ぐ場合に使用する。</p>

2.2.3 種類及び選定

支持構造物の機能別選定要領を、第2.2.3-1図 支持構造物の選定フローに示す。

(1) スプリングハンガ

スプリングハンガは、支持点荷重及び熱膨張変位から、必要なストロークを有し、かつ定格荷重を超えない範囲で支持点荷重に近い定格荷重のスプリングハンガを選定する。

(2) ロッドレストレイント(リジットサポート(架構形))

ロッドレストレイントは、配管軸直方向又は配管にラグを設置して配管軸方向の拘束に使用するもので、支持点荷重に基づき、定格荷重を超えない範囲で支持点荷重に近い定格荷重のロッドレストレイントを選定する。

なお、リジットサポート(架構形)は、形鋼を組み合わせて架構として床、壁面等の近傍の配管を支持するもので、支持点荷重、配管口径及び配管材質を基に選定する。

(3) スナバ(オイルスナバ及びメカニカルスナバ)

支持点荷重及び熱膨張変位から、必要なストロークを有し、かつ定格荷重を超えない範囲で支持点荷重に近い定格荷重のスナバを選定する。通常はオイルスナバを選定するが、保守の難易度が高い場所に設置する場合は、メカニカルスナバを選定する。

(4) アンカサポート(ガイドサポート)

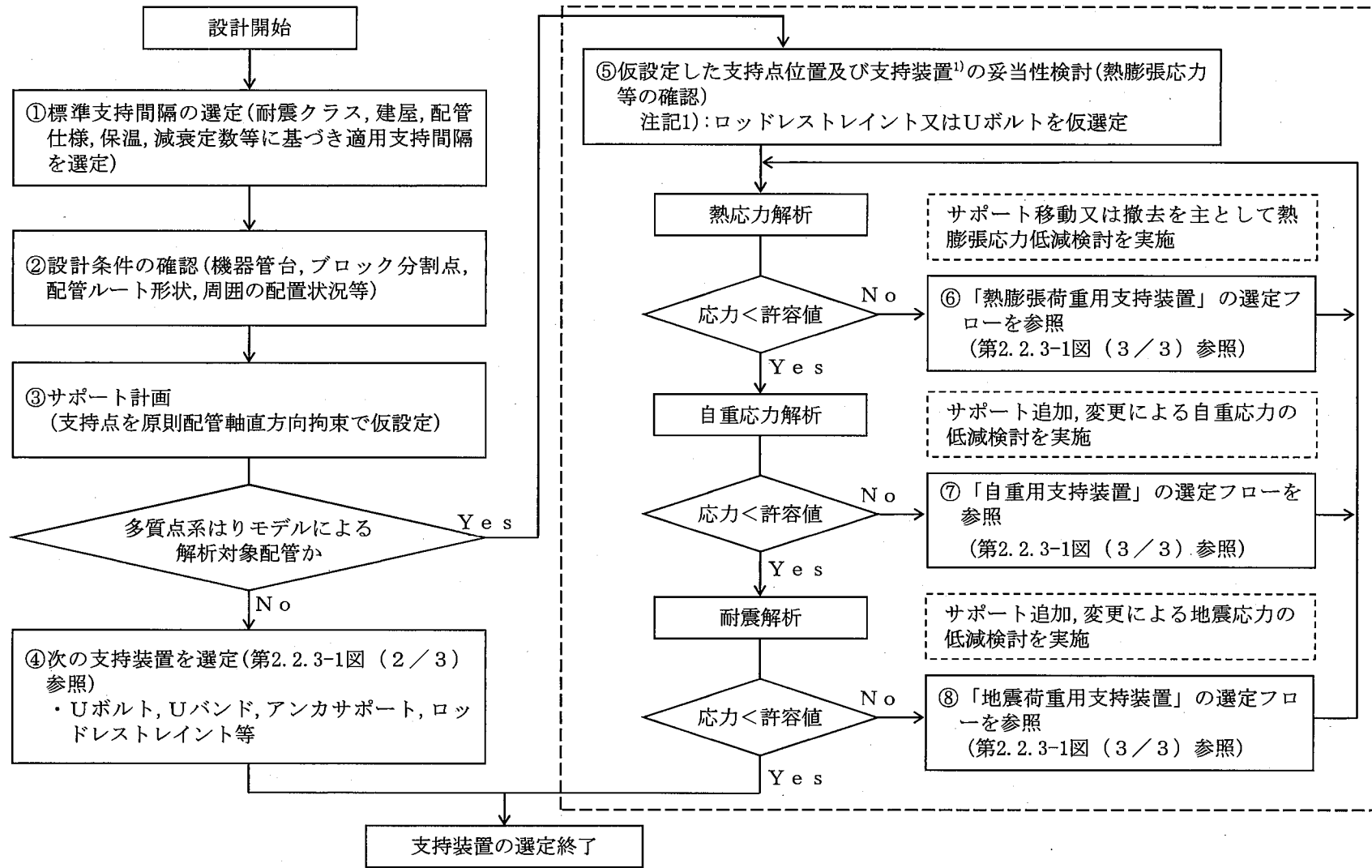
アンカサポートは、配管に直接溶接されるラグ又は配管固定用クランプと架構部分から構成される。支持点荷重、配管口径及び配管材質を基に選定する。

なお、アンカサポートと同様な構造及び機能であるが、一定の方向だけ熱膨張変位を許容する場合はガイドサポートを選定する。

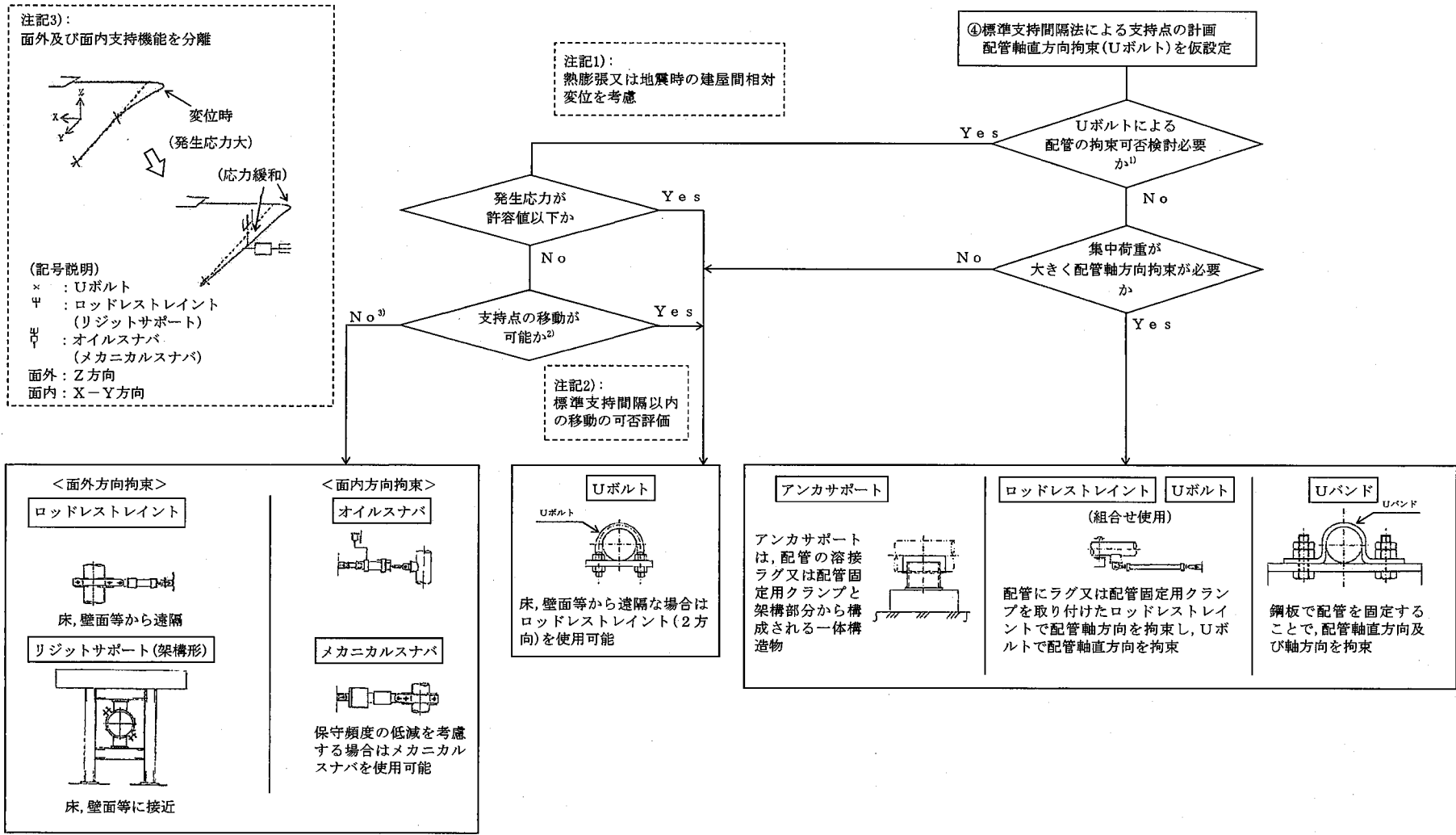
(5) Uボルト(Uバンド)

Uボルトは、配管軸直方向を拘束する機能を有し、支持点荷重を基にその仕様(材質、形状及び寸法)を配管口径ごとに決めていることから、配管口径に応じたUボルトを選定する。

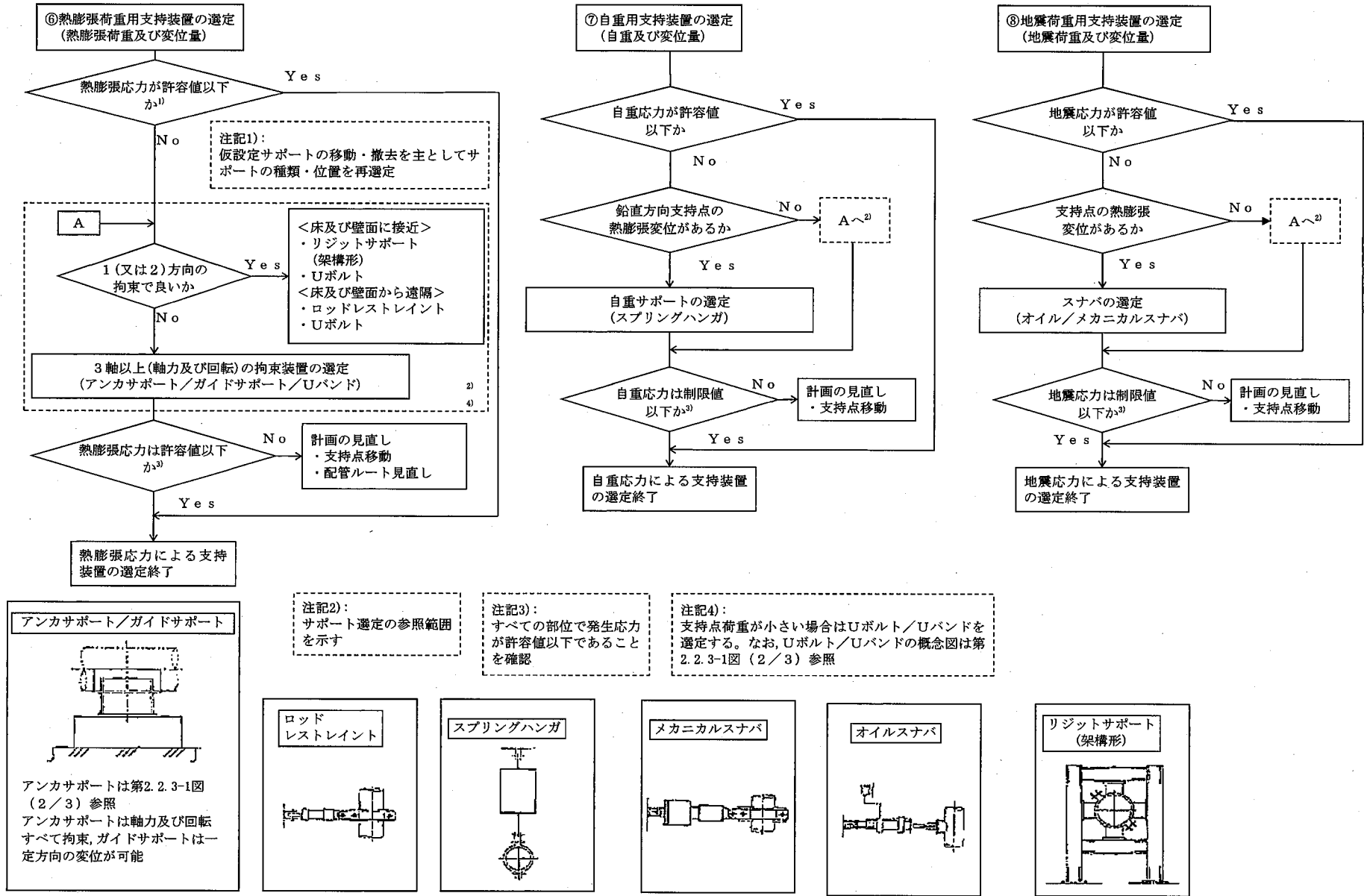
配管軸直方向に加えて配管軸方向も拘束する場合は、Uボルトと同様な構造を有するUバンドを選定する。



第2.2.3-1図 (1/3) 支持構造物の選定フロー



第 2.2.3-1 図 (2/3) 支持構造物の選定フロー



第2.2.3-1図(3/3) 支持構造物の選定フロー

2.2.4 支持構造物の設計において考慮すべき事項

支持構造物は、以下の点を考慮して設計する。

- (1) 支持装置及び付属部品は、配管の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重が、使用される支持装置の定格荷重又は付属部品の最大使用荷重以下となるよう選定する。
- (2) 支持架構については、配管の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重から求まる支持架構に生じる応力が、許容応力以下となるよう構造を決定する。
- (3) アンカサポート及びレストレイントとなる支持構造物は、建屋と共振しないように十分な剛性を持たせるものとする。
- (4) 支持構造物は点検の容易な構造とする。
- (5) 原則として、支持構造物は、埋込金物より建屋側へ荷重を伝える構造とする。
- (6) 支持構造物の設計に当たっては、JSME S NC1に従い熱荷重、自重等に対して十分な強度を持たせるとともに、JEAG4601に従い、地震荷重に対して十分な強度を持たせるものとする。

2.3 支持装置の設計

2.3.1 概要

支持装置は、型式ごとに基本形状が決まっており、配管の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重と型式ごとに設定される定格荷重の比較による荷重評価によって選定する。

2.3.2 支持装置の選定

支持装置は、以下の条件により選定する。

- (1) ロッドレストレイント
支持点荷重に基づき、定格荷重で選定する。
- (2) オイルスナバ、メカニカルスナバ
支持点荷重及び熱膨張変位に基づき、定格荷重で選定する。
- (3) スプリングハンガ
支持点荷重及び熱膨張変位に基づき、定格荷重で選定する。

2.3.3 支持装置の使用材料

JSME S NC1の適用を受ける箇所に使用する材料は, JSME S NC1 付録材料図表Part1に従うものとする。

2.3.4 支持装置の強度及び耐震評価方法

支持装置及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

2.3.4.1 定格荷重

支持装置の定格荷重は, JSME S NC1及びJEAG4601を満足するよう設定されたものであり, 支持点荷重を上回る定格荷重が設定されている支持装置を選定することで, 十分な強度及び耐震性が確保される。

2.3.4.2 支持装置の強度計算式

2.3.4.2.1 記号の定義

支持装置の強度計算式に使用する記号は, 下記のとおりとする。

(1) ロッドレストレイント

記号	単位	定義
A_c	mm^2	圧縮応力計算に用いる断面積
A_p	mm^2	支圧応力計算に用いる断面積
A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
B	mm	ブラケットせん断面寸法
		クランプせん断面寸法
		スヘリカルアイボルト穴部せん断面寸法
		コネクティングイーヤ穴部せん断面寸法
C	mm	ブラケット引張断面寸法
		クランプ引張断面寸法
		スヘリカルアイボルト溶接部せん断面寸法
		イーヤせん断面寸法
D	mm	ブラケット穴径
		クランプ穴径
		スヘリカルアイボルトの穴部の径
		コネクティングイーヤの穴部の径
		コネクティングパイプ外径
		ターンバックル外径
d	mm	ピン外径
E	MPa	縦弾性係数
F	MPa	支持構造物の許容応力を決定するための基準値
F_c	MPa	圧縮応力
F_p	MPa	支圧応力
F_s	MPa	せん断応力
F_t	MPa	引張応力
f_c	MPa	許容圧縮応力
I	mm^4	断面二次モーメント
i	mm	断面二次半径

記号	単位	定義
L	mm	ピン間距離
l_k	mm	座屈長さ
P	kN, N	定格荷重
R	mm	スヘリカルアイボルトのイーヤ半径
		コネクティングイーヤ半径
T	mm	ブラケット板厚
		クランプ板厚
		イーヤ板厚
t	mm	パイプ板厚
		スヘリカルアイボルト穴部板厚
		コネクティングイーヤ穴部板厚
Λ	—	限界細長比
λ	—	細長比

(2) オイルスナバ, メカニカルスナバ

記号	単位	定義
A _c	mm ²	圧縮応力計算に用いる断面積
A _p	mm ²	支圧応力計算に用いる断面積
A _s	mm ²	せん断応力計算に用いる断面積
A _t	mm ²	引張応力計算に用いる断面積
B	mm	イーヤ穴部せん断面寸法
		コネクティングチューブイーヤ穴部せん断面寸法
		ユニバーサルブラケット穴部せん断面寸法
		ダイレクトアタッチブラケット穴部せん断面寸法
		スヘリカルアイボルト穴部せん断面寸法
		クランプ穴部せん断面寸法
		ブラケット穴部せん断面寸法
		ユニバーサルボックス穴部せん断面寸法
		ロッドエンド穴部せん断面寸法
		各部品のせん断面寸法
C	mm	イーヤ引張断面寸法
		クランプ引張断面寸法
		コネクティングチューブイーヤ引張断面寸法
		ユニバーサルブラケット引張断面寸法
		ダイレクトアタッチブラケット引張断面寸法
		ブラケット引張断面寸法
		ロッドエンド引張断面寸法
C ₁	mm	ユニバーサルボックス引張断面寸法
		各部品の引張断面寸法
C ₂	mm	ユニバーサルボックス引張断面寸法
		各部品の引張断面寸法

新R ① JN 機G IV 01546 B

記 号	単 位	定 義
D	mm	イーヤ穴部の径
		スヘリカルアイボルト穴部の径
		クランプ穴径
		ブラケット穴径
		ロッドエンド穴径
		シリンダカバー内径
		ターンバックルパイプ外径
		アダプタ外径
		コネクティングパイプ外径
		コネクティングロッド外径
		コネクティングチューブ外径
		ピストンロッド外径
		コネクティングチューブイーヤ部穴部の径
		ユニバーサルブラケット穴部の径
		ダイレクトアタッチブラケット穴部の径
ユニバーサルボックス穴部の径		
D ₁	mm	ロードコラム外径
		ケース内径
		ベアリング押え内径
		コンロッド外径
		アダプタ外径
		ジャンクションコラムアダプタ外径
		各部品の径

記 号	単 位	定 義
D ₂	mm	ロードコラム内径
		ケース内径
		ベアリング押え内径
		コンロッド内径
		アダプタ内径
		ジャンクションコラムアダプタ内径
		各部品の径
D ₃	mm	ケース内径
		各部品の径
D ₄	mm	ケース外径
		各部品の径
d	mm	ピンの外径
		タイロッド最小断面部の径
		ピストンロッド最小断面部の径
E	MPa	縦弾性係数
F	MPa	支持構造物の許容応力を決定するための基準値
F _c	MPa	圧縮応力
F _p	MPa	支圧応力
F _s	MPa	せん断応力
F _t	MPa	引張応力
		内圧による引張応力
f _c	MPa	許容圧縮応力
G	mm	ターンバックルの厚さ
H	mm	ターンバックルの幅
h	mm	すみ肉溶接部脚長
I	mm ⁴	断面二次モーメント
i	mm	断面二次半径
K	MPa	シリンダチューブ内圧

記 号	単 位	定 義
L	mm	コネクティングチューブ長さ
		コネクティングパイプ長さ
l_k	mm	座屈長さ
M	mm	六角ボルト外径
		タイロッド外径
n	本	六角ボルトの本数
		タイロッドの本数
P	kN, N	定格荷重
R	mm	スヘリカルアイボルトのイーヤ半径
r_1	mm	シリンダチューブの内半径
r_2	mm	シリンダチューブの外半径
T	mm	クランプ板厚
		コネクティングチューブイーヤ板厚
		ユニバーサルブラケット板厚
		ダイレクトアタッチブラケット板厚
		イーヤ板厚
		ブラケット板厚
		各部品の厚さ

記 号	単 位	定 義
t	mm	イーヤ穴部板厚
		ケース板厚
		ベアリング押え板厚
		コネクティングチューブ板厚
		シリンダカバー板厚
		ターンバックルパイプ板厚
		アダプタ最小断面部の板厚
		コネクティングパイプ板厚
		コネクティングロッド板厚
		ロッドエンドイーヤ板厚
t ₁	mm	ユニバーサルボックスの厚さ
t ₂	mm	ユニバーサルボックスの厚さ
Λ	—	限界細長比
λ	—	細長比

(3) スプリングハンガ

記号	単位	定義
A_p	mm^2	支圧応力計算に用いる断面積
A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
a	mm	上部カバー円板の外径
		ピストンプレートの外径
		下部カバー円板の外径
		スプリングの径
B	mm	イーヤ穴部せん断寸法
		クレビスブラケット穴部せん断寸法
		アイボルト穴部せん断寸法
		クランプ穴部せん断寸法
b	mm	上部カバー円板の内径
		ピストンプレートの内径
		スプリングの径
		下部カバー円板の径
C	mm	イーヤ幅引張断面寸法
		クレビスブラケット引張断面寸法
		クランプ引張断面寸法
D	mm	クレビスブラケット穴の径
		上部カバー円板の外径
		スプリングケースの内径
		ロードコラムの外径
		イーヤの穴径
		クランプ穴の径
		下部カバーの外径
d	mm	ピンの外径

記号	単位	定義
F_b	MPa	曲げ応力
F_m	MPa	ピンのせん断及び曲げ組合せ応力
F_p	MPa	支圧応力
F_s	MPa	せん断応力
F_t	MPa	引張応力
G	mm	ターンバックルの厚さ
H	mm	ターンバックルの幅
h	mm	すみ肉溶接脚長
J	mm	スプリングケース切欠き部の幅
		ターンバックル切欠き部の幅
L	mm	クレビスブラケット及びクランプの板と板の距離
		ロードコラムの長さ
M	mm	ネジ外径
M_0	N・mm	設計荷重によるモーメント
P	kN, N	定格荷重
T	mm	イーヤの板厚
		ピストンプレートの板厚
		スプリングケースの板厚
		下部カバーの板厚
		クレビスブラケットの板厚
		クランプの板厚
		各部品の厚さ
T_1	mm	上部カバーの板厚
Z	mm ³	断面係数
β_8	—	応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図 82 による)
β_9	—	応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図 84 による)
β_{10}'	—	応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図 84 による)

2.3.4.2.2 強度計算式

支持装置の強度計算式を以下に示す。

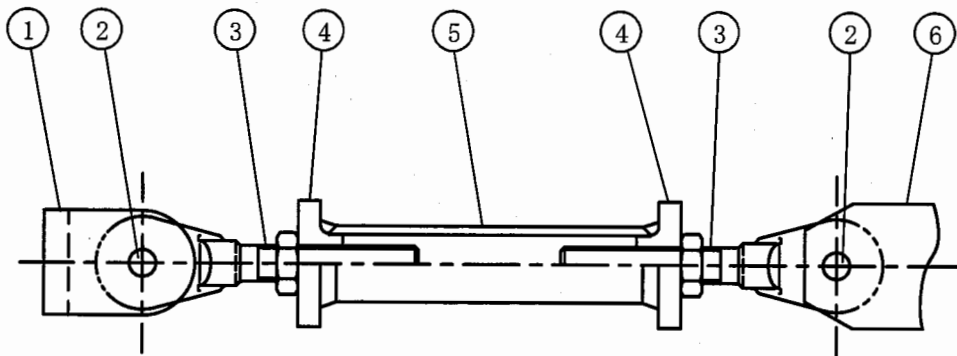
なお、以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり、記載のない形状についても、同様の計算式で計算する。

(1) ロッドレストレイント

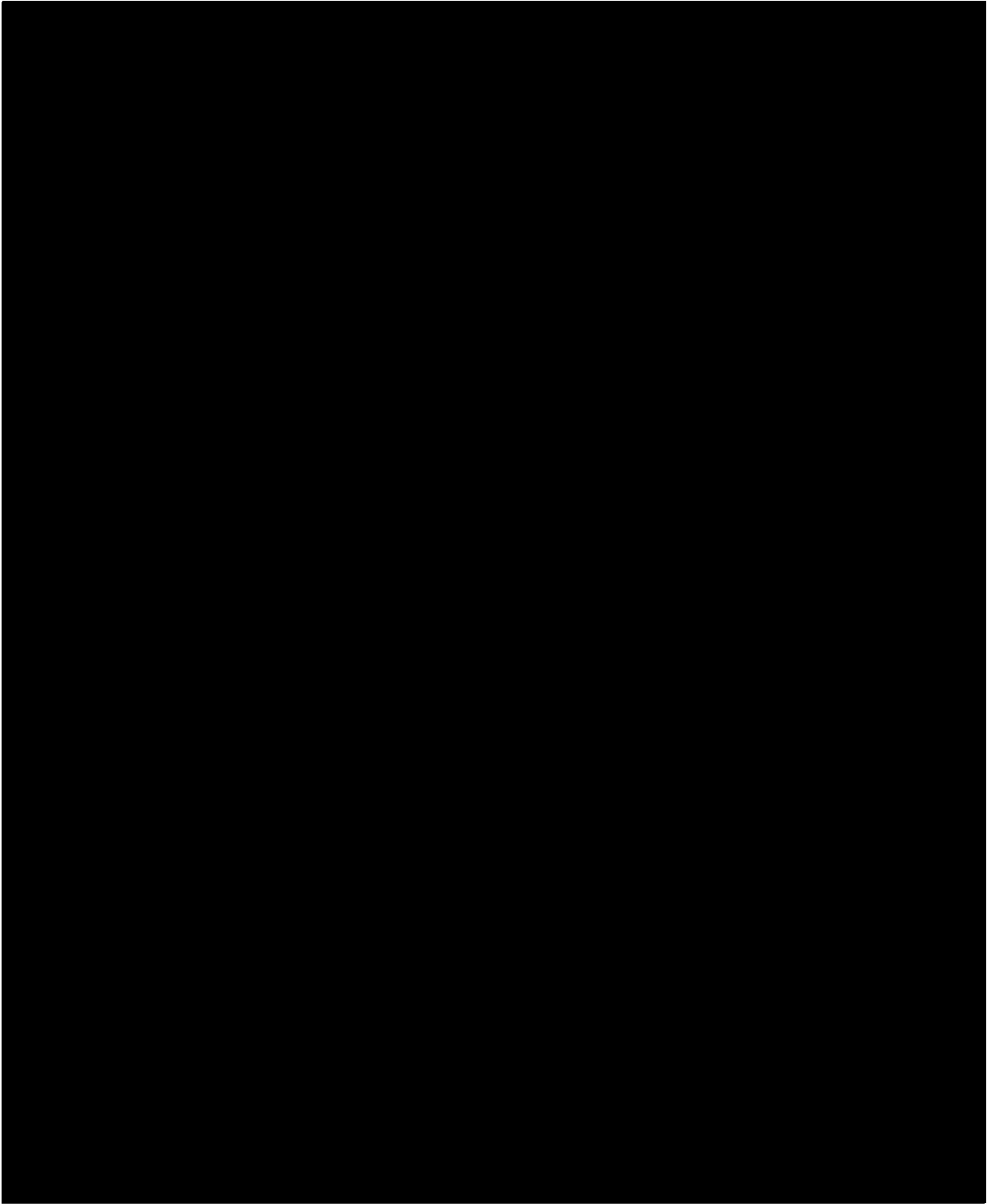
応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力(又は圧縮応力)及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

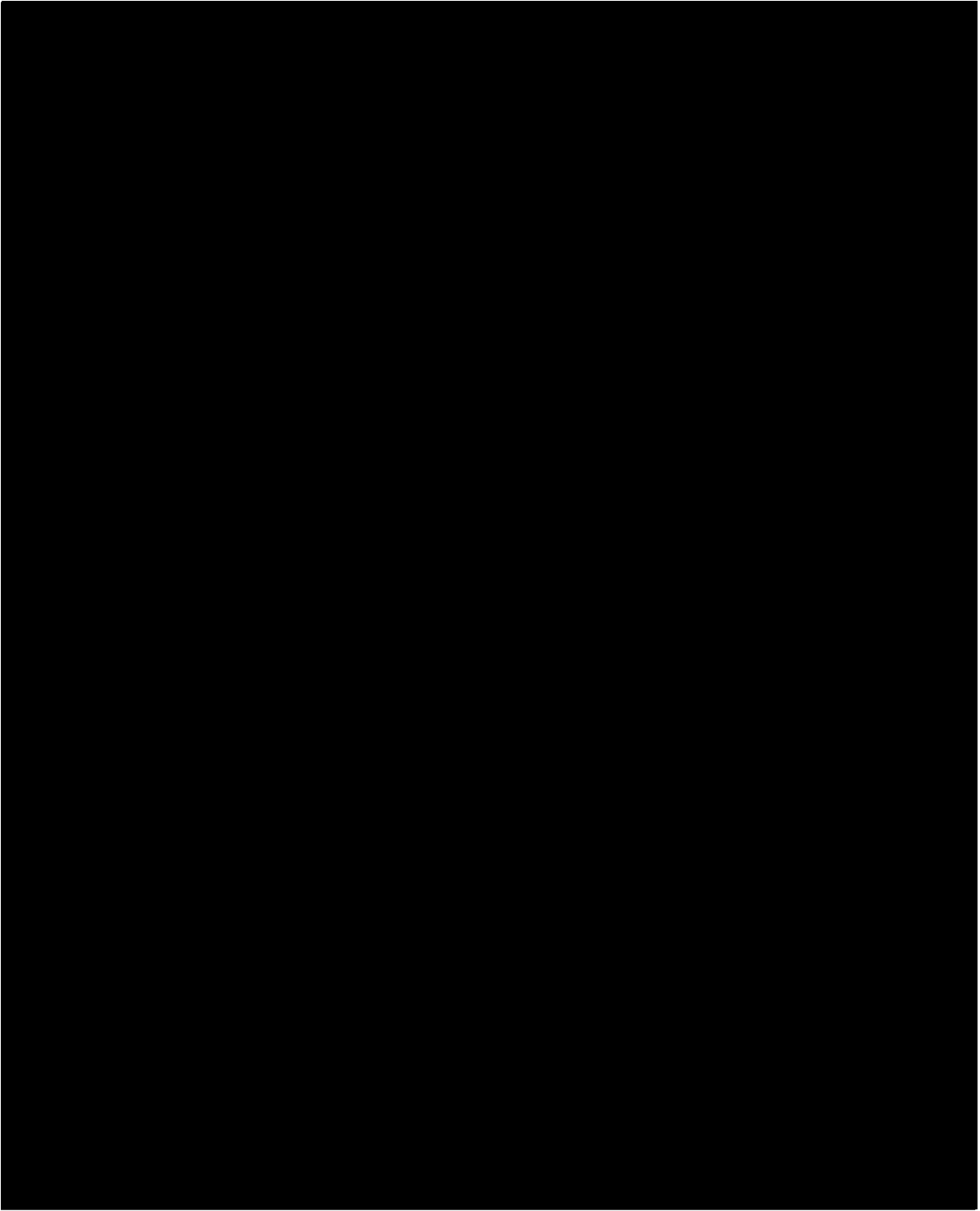
- ①ブラケット、②ピン、③スヘリカルアイボルト、④アジャストナット溶接部、⑤パイプ及び⑥クランプ



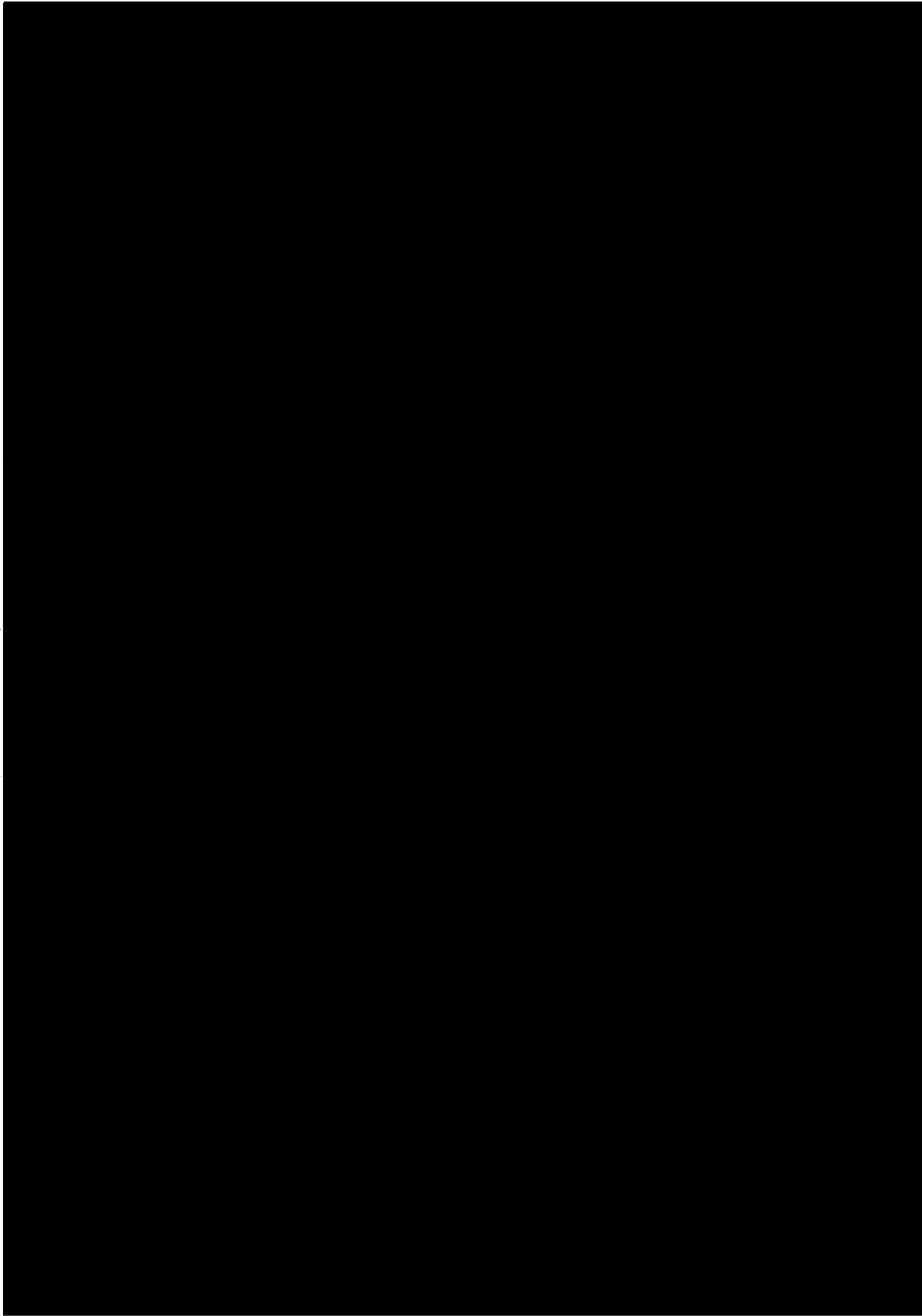
新R ㊦ JN 機G IV 01554 B



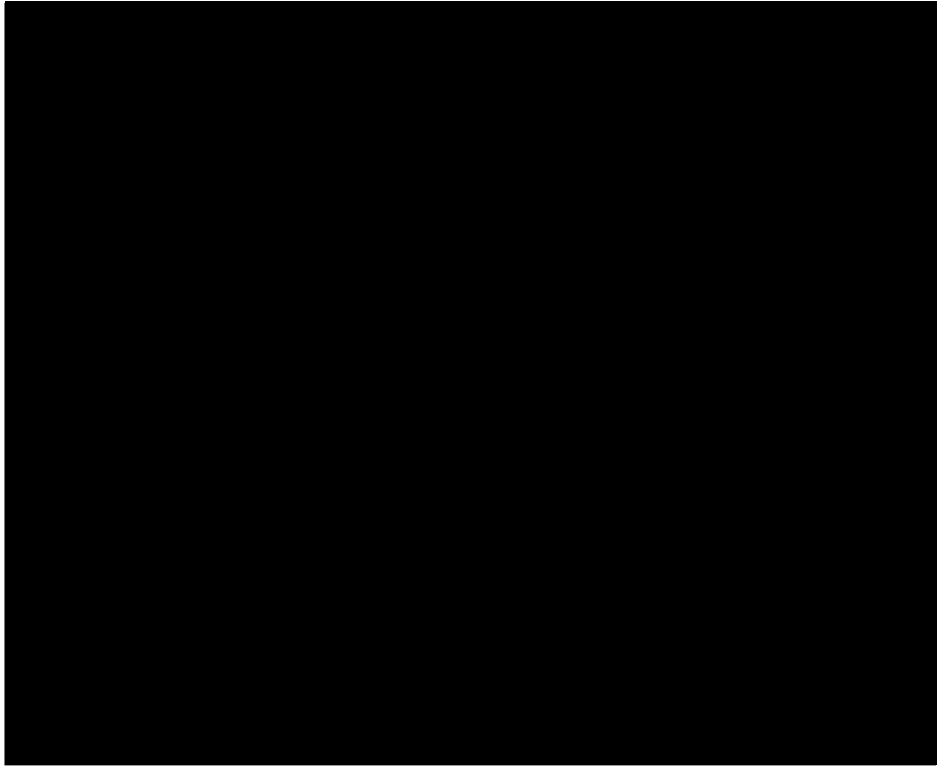
新 R ① JN 機 G IV 01555 B



新 R ① JN 機 G IV 01556 B



新R ① JN 機G IV 01557 B

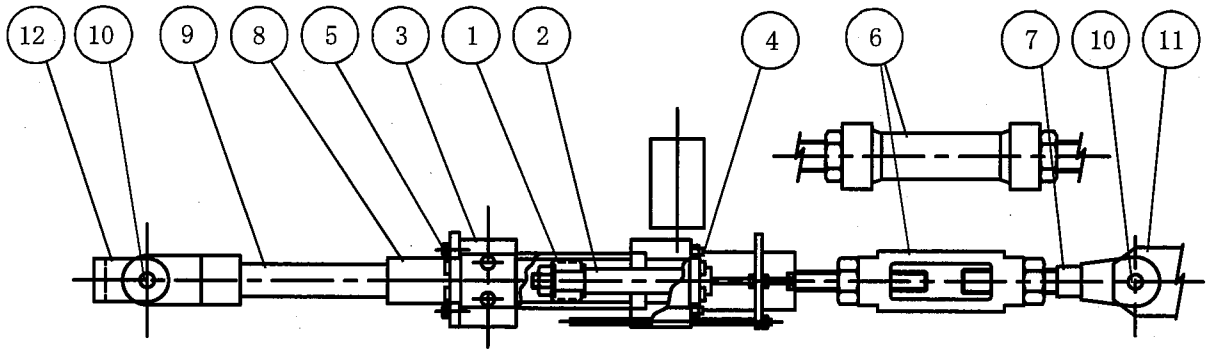


(2) オイルスナバ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力(又は圧縮応力)、支圧応力及び引張応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

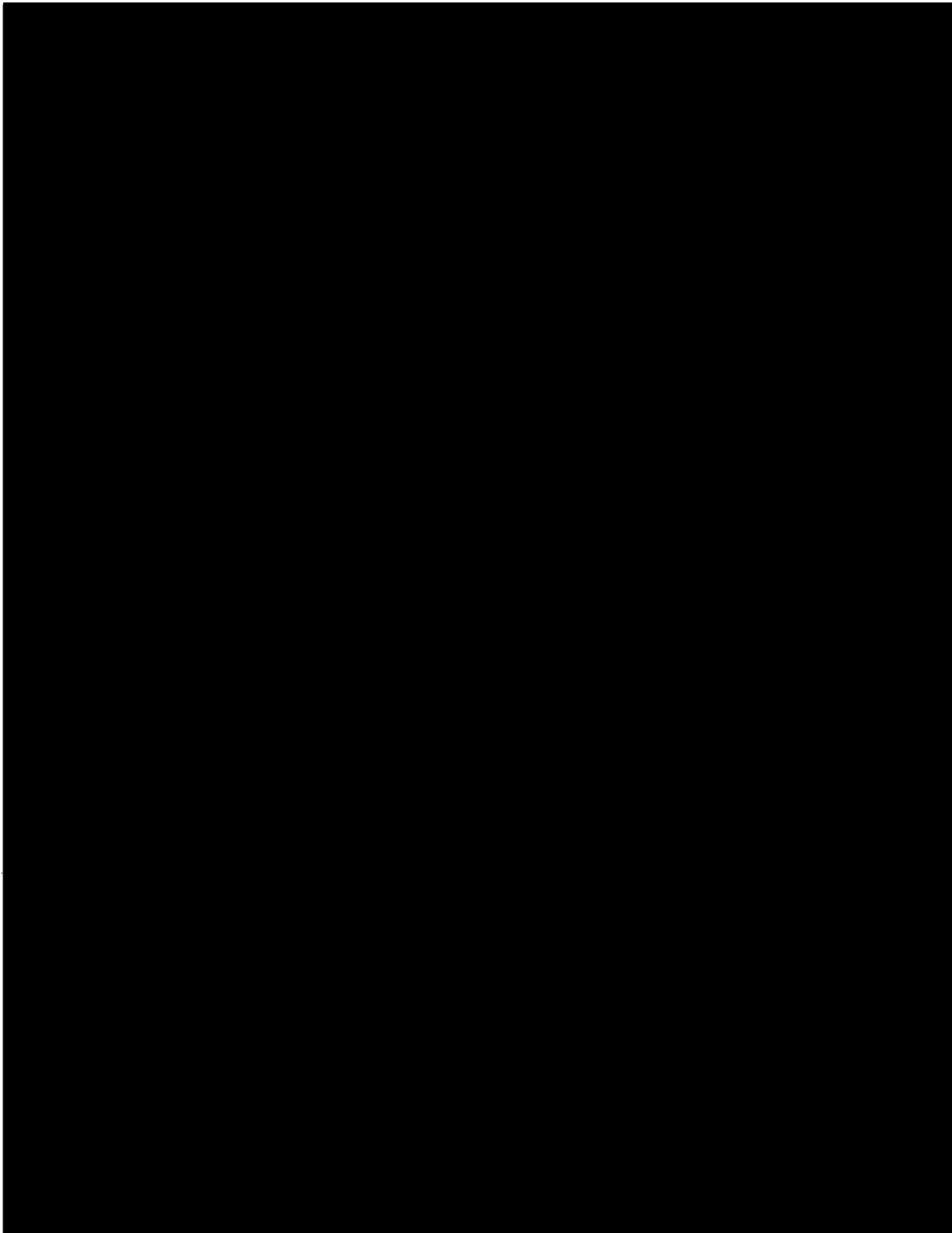
a. 強度部材

①シリンダチューブ、②ピストンロッド、③シリンダカバー、④タイロッド、⑤六角ボルト、⑥ターンバックル、⑦スヘリカルアイボルト、⑧アダプタ、⑨コネクティングパイプ、⑩ピン、⑪クランプ及び⑫ブラケット

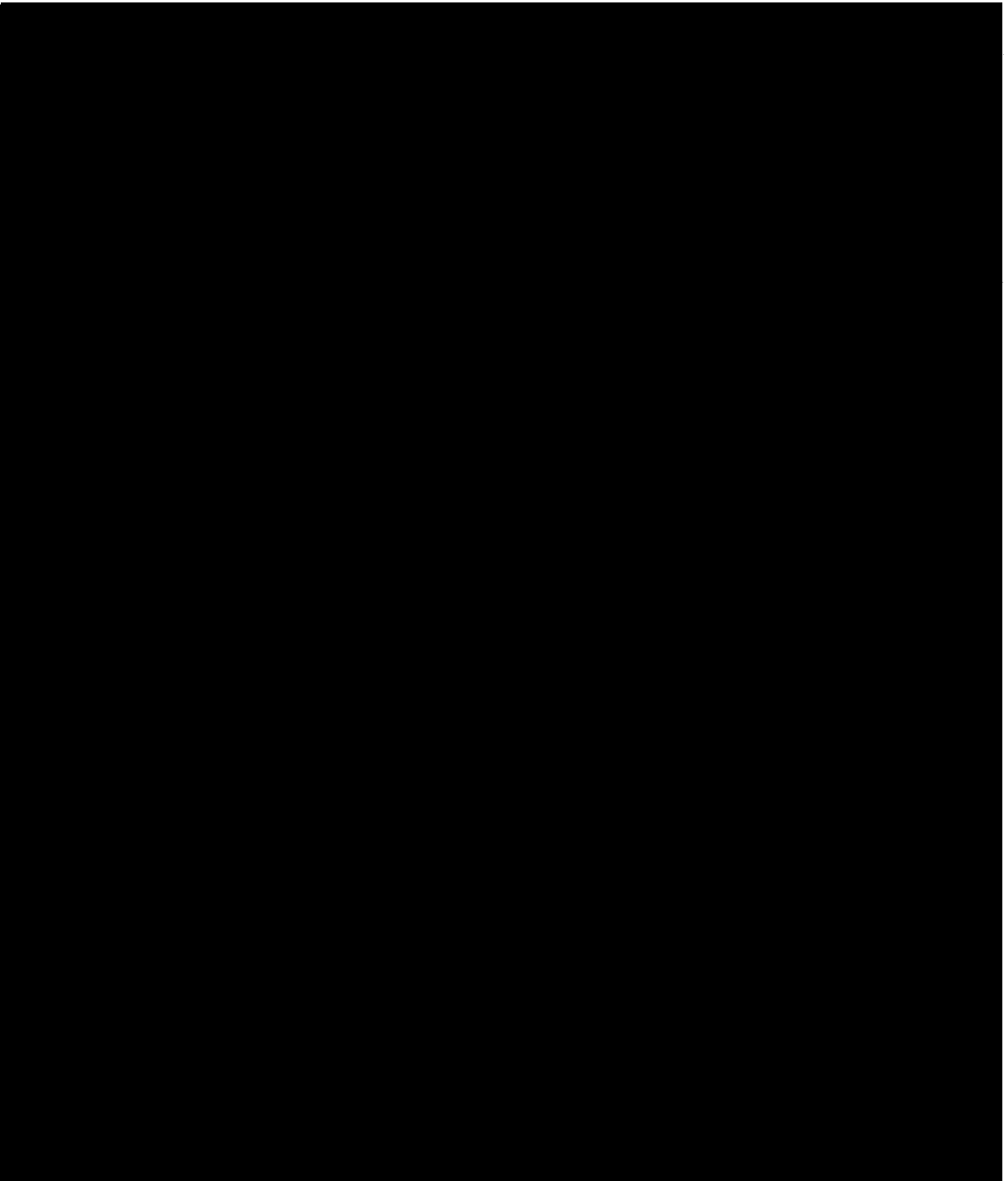


新R ① JN 機G IV 01558 B

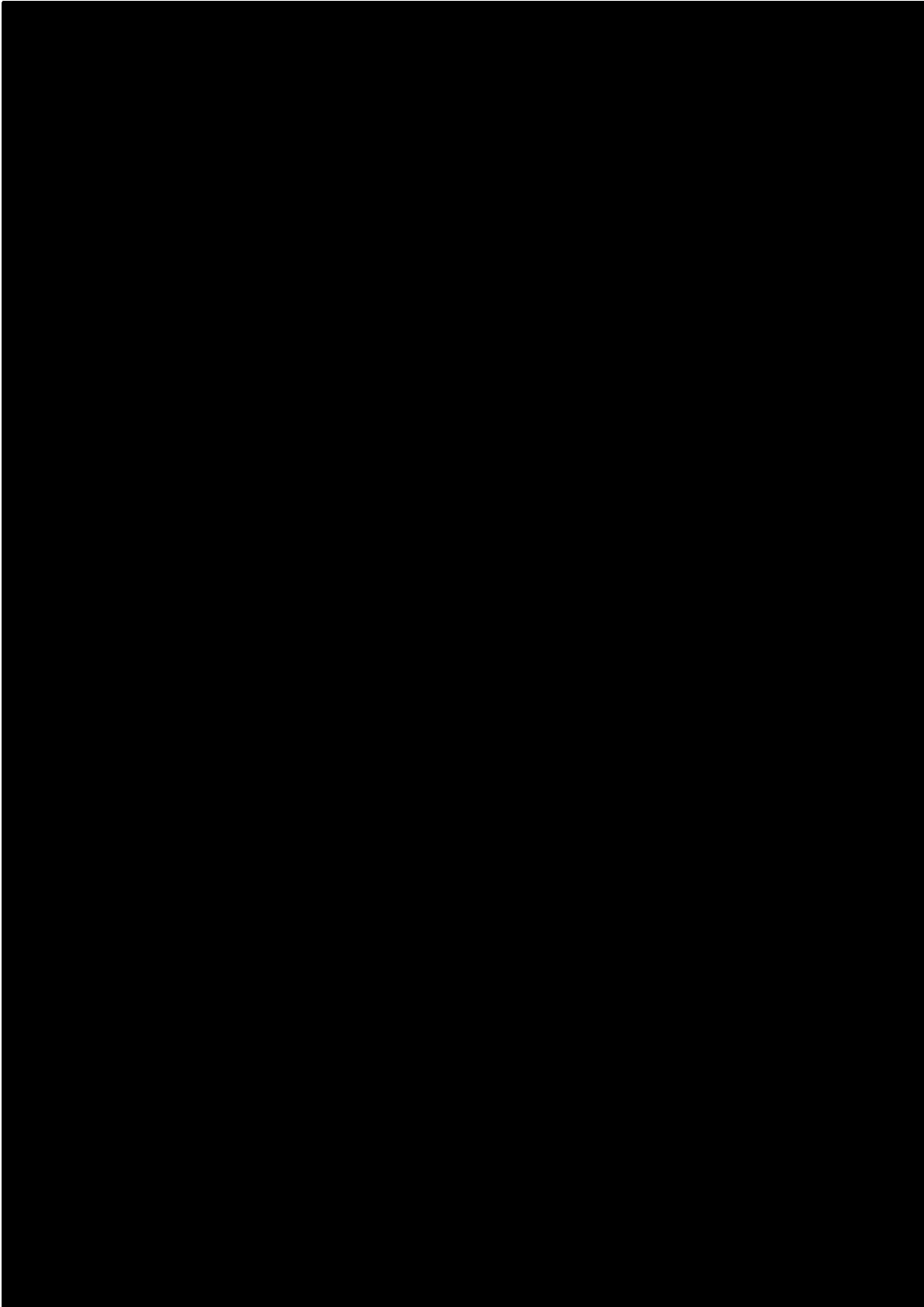
新 R ① JN 機 G IV 01559 B



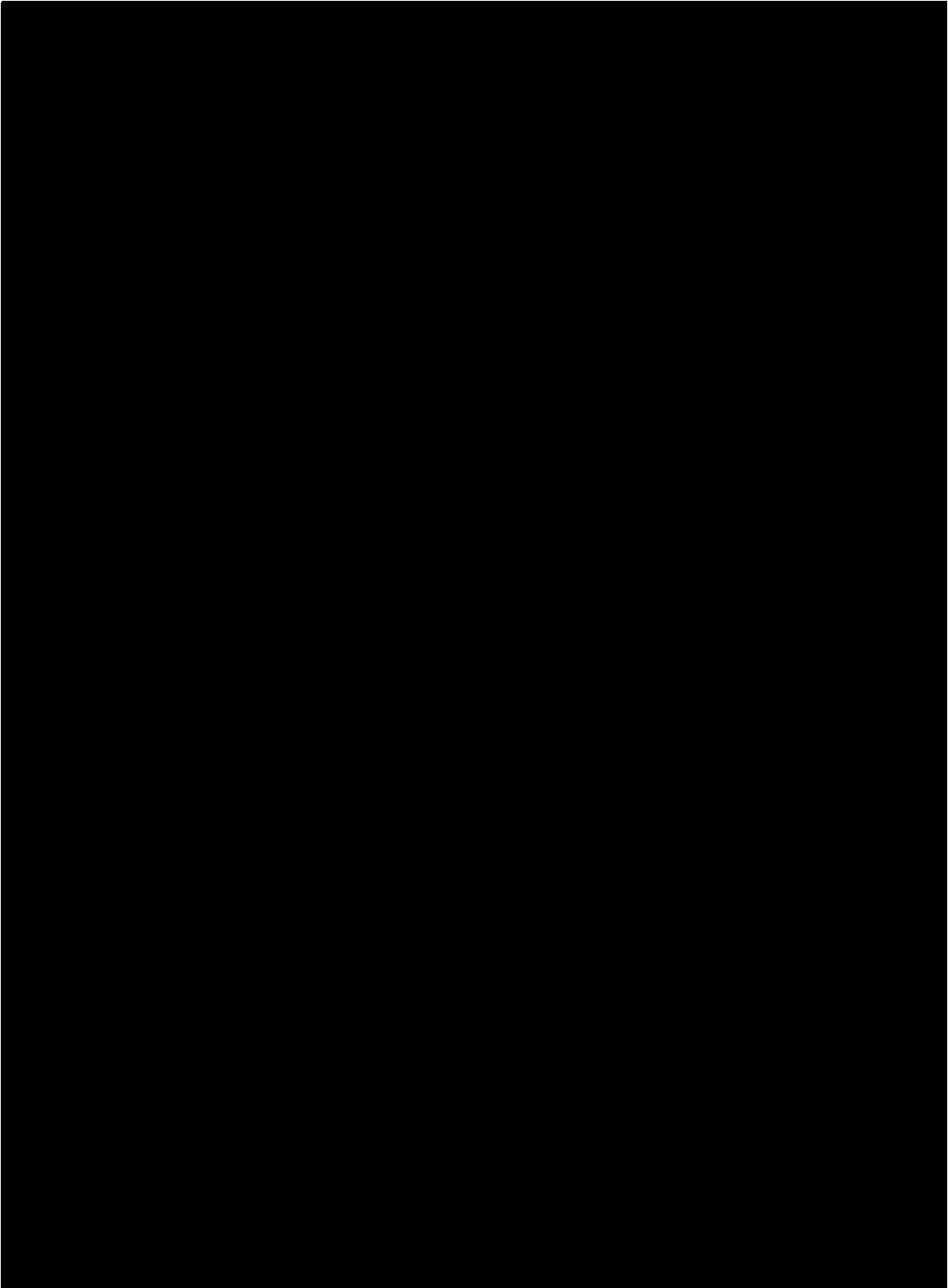
新R ① JN 機G IV 01560 B



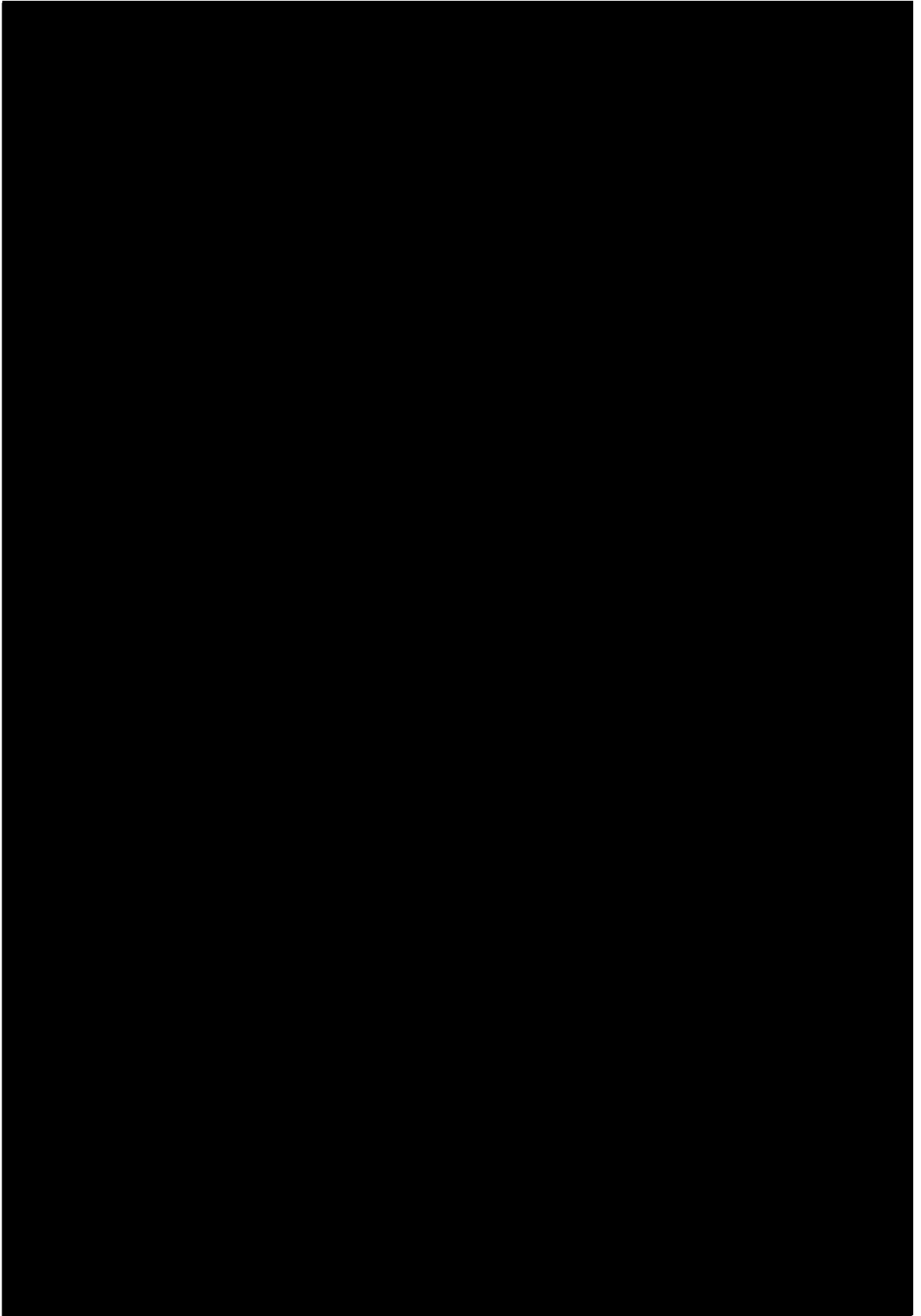
新R ① JN 機G IV 01561 B



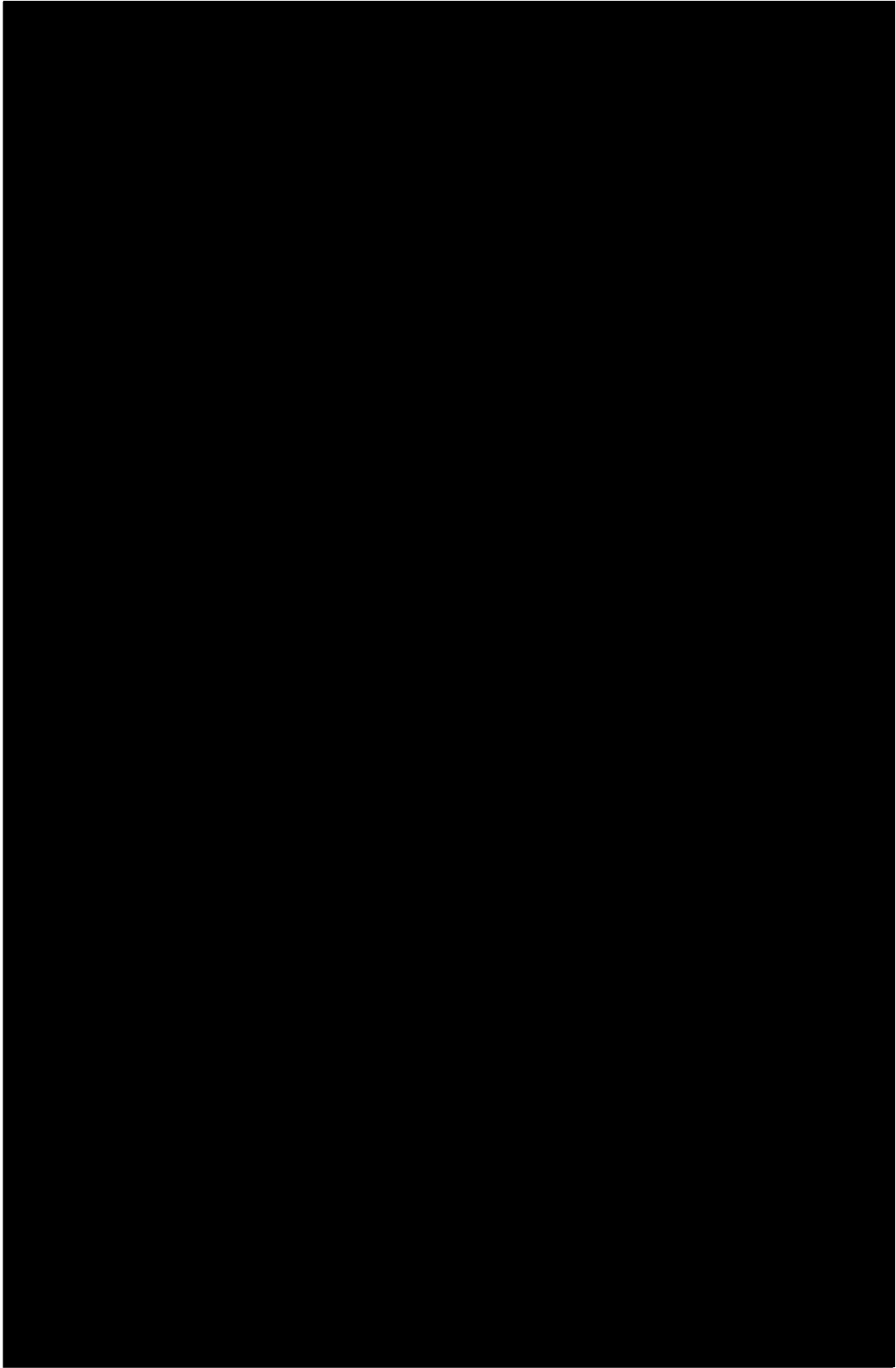
新 R ① JN 機 G IV 01562 B



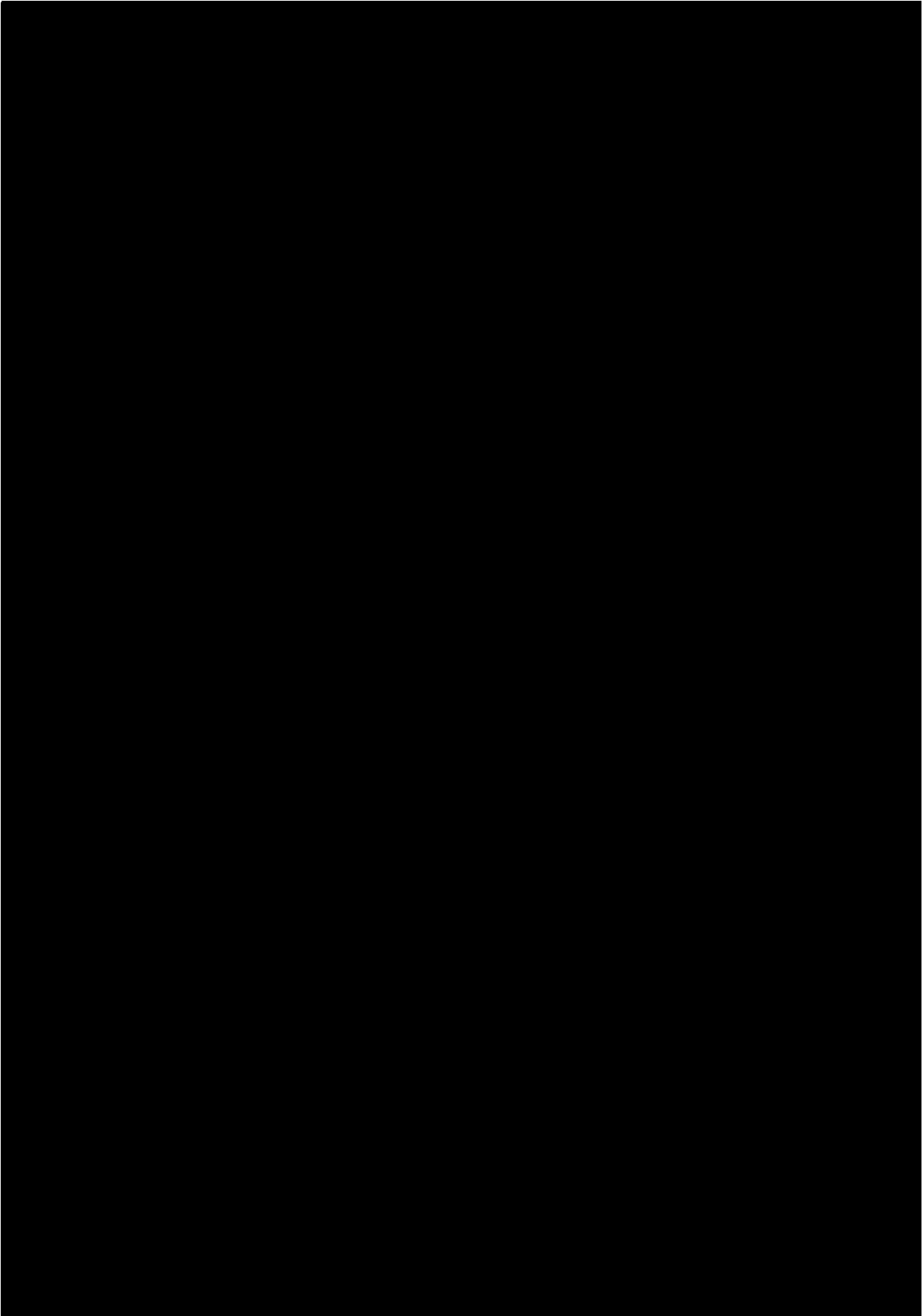
新R ㊦ JN 機G IV 01563 B



新R ㊦ JN 機G IV 01564 B



新R ① JN 機 G IV 01565 B

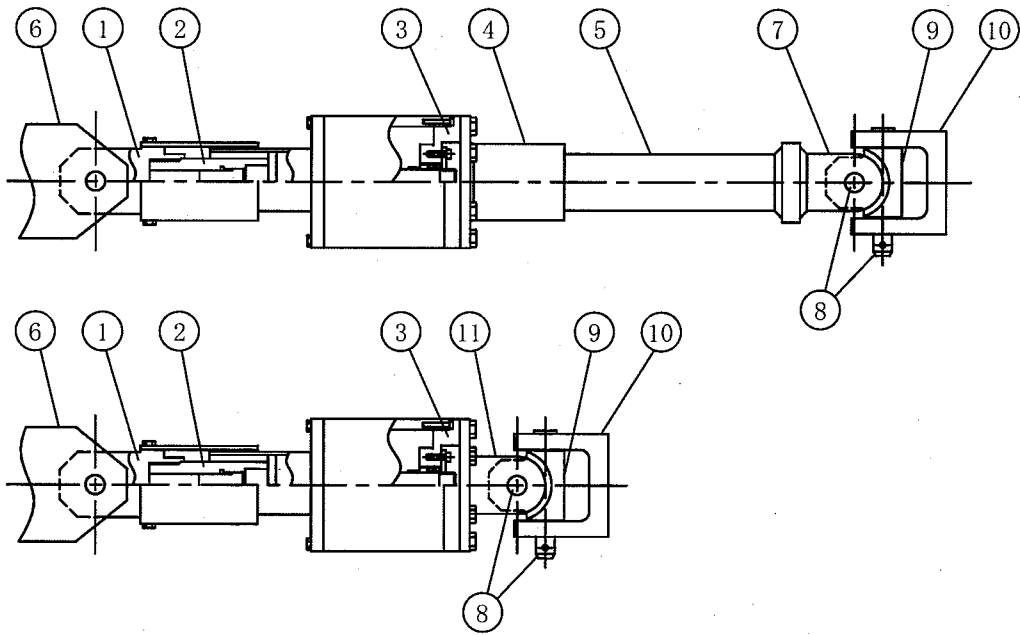


(3) メカニカルスナバ

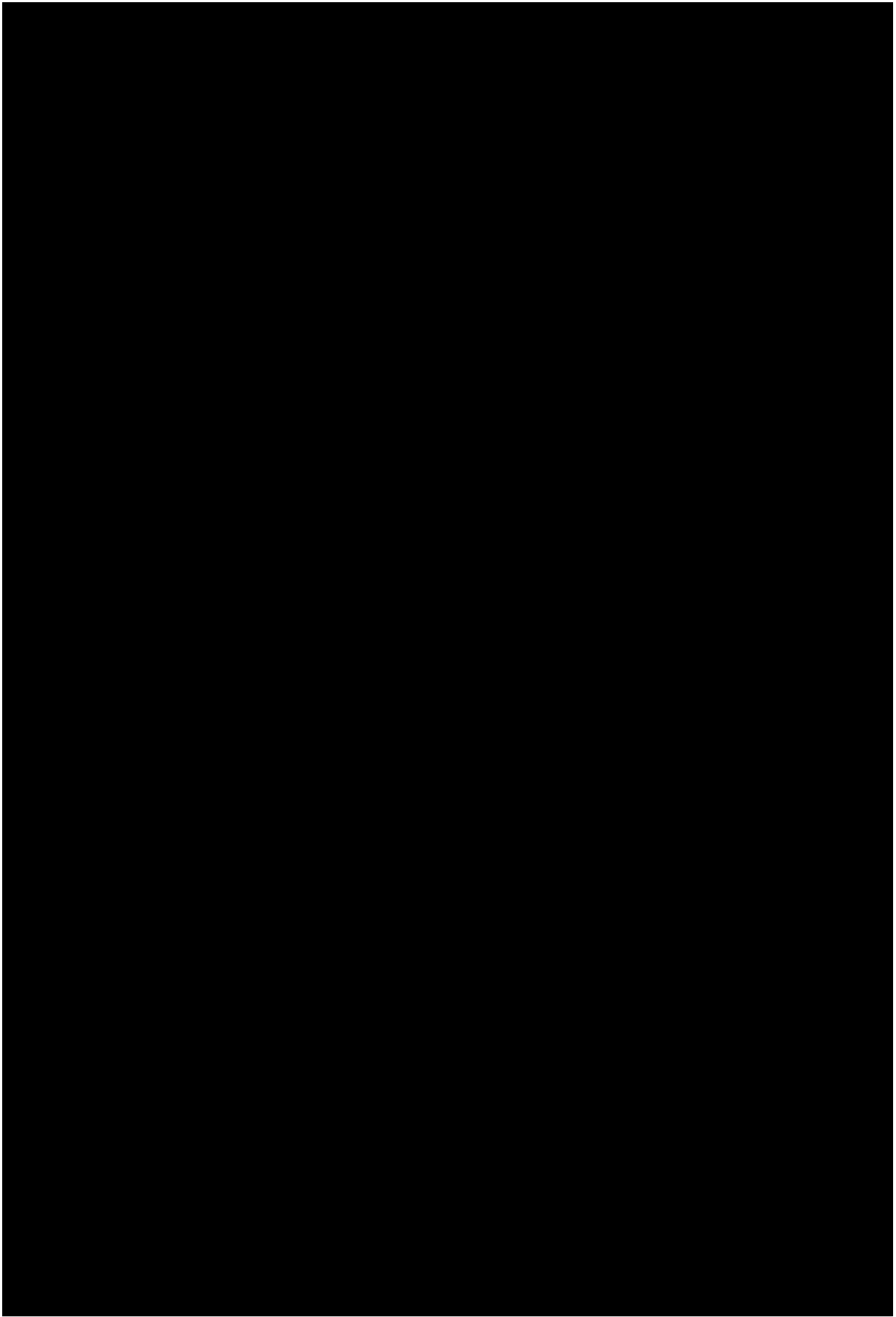
応力評価は、次の強度部材である最弱部に発生するせん断応力、引張応力(又は圧縮応力)及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

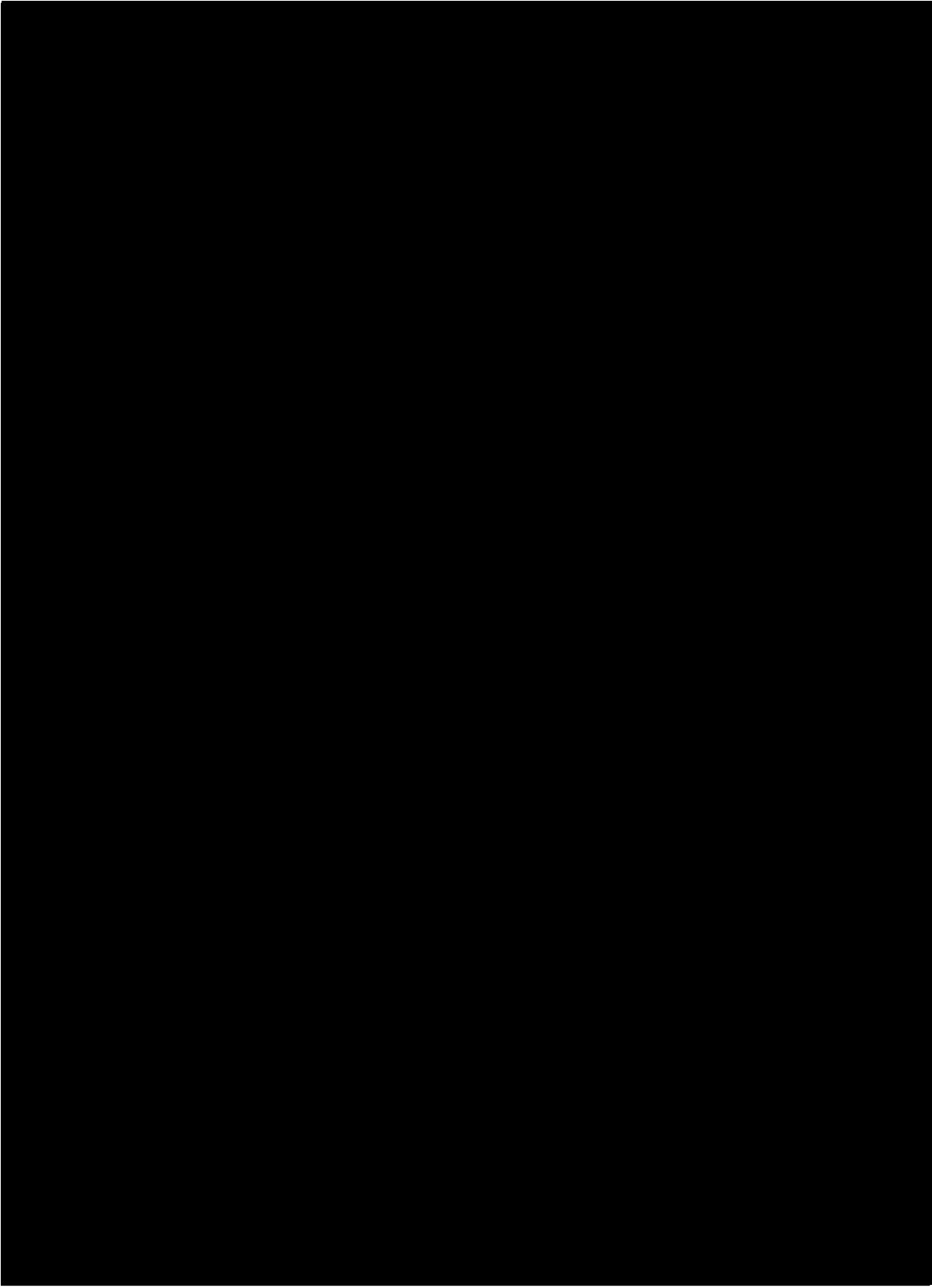
①イーヤ、②ロードコラム、③ケース、ベアリング押さえ及び六角ボルト、④ジャンクションコラムアダプタ、⑤コネクティングチューブ、⑥クランプ、⑦コネクティングチューブイーヤ部、⑧ピン、⑨ユニバーサルボックス、⑩ユニバーサルブラケット及び⑪ダイレクトアタッチブラケット



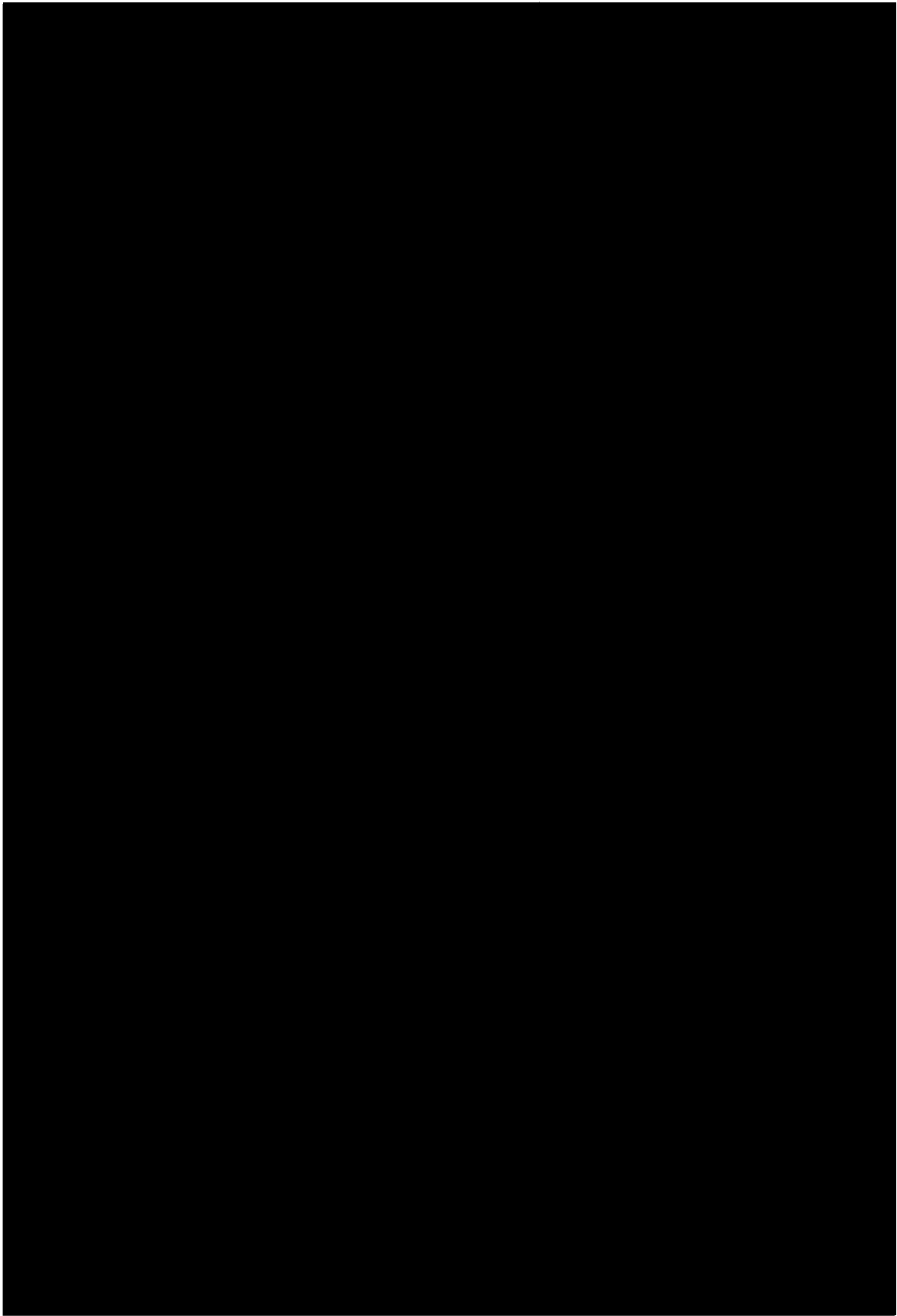
新 R ① JN 機 G IV 01567 B



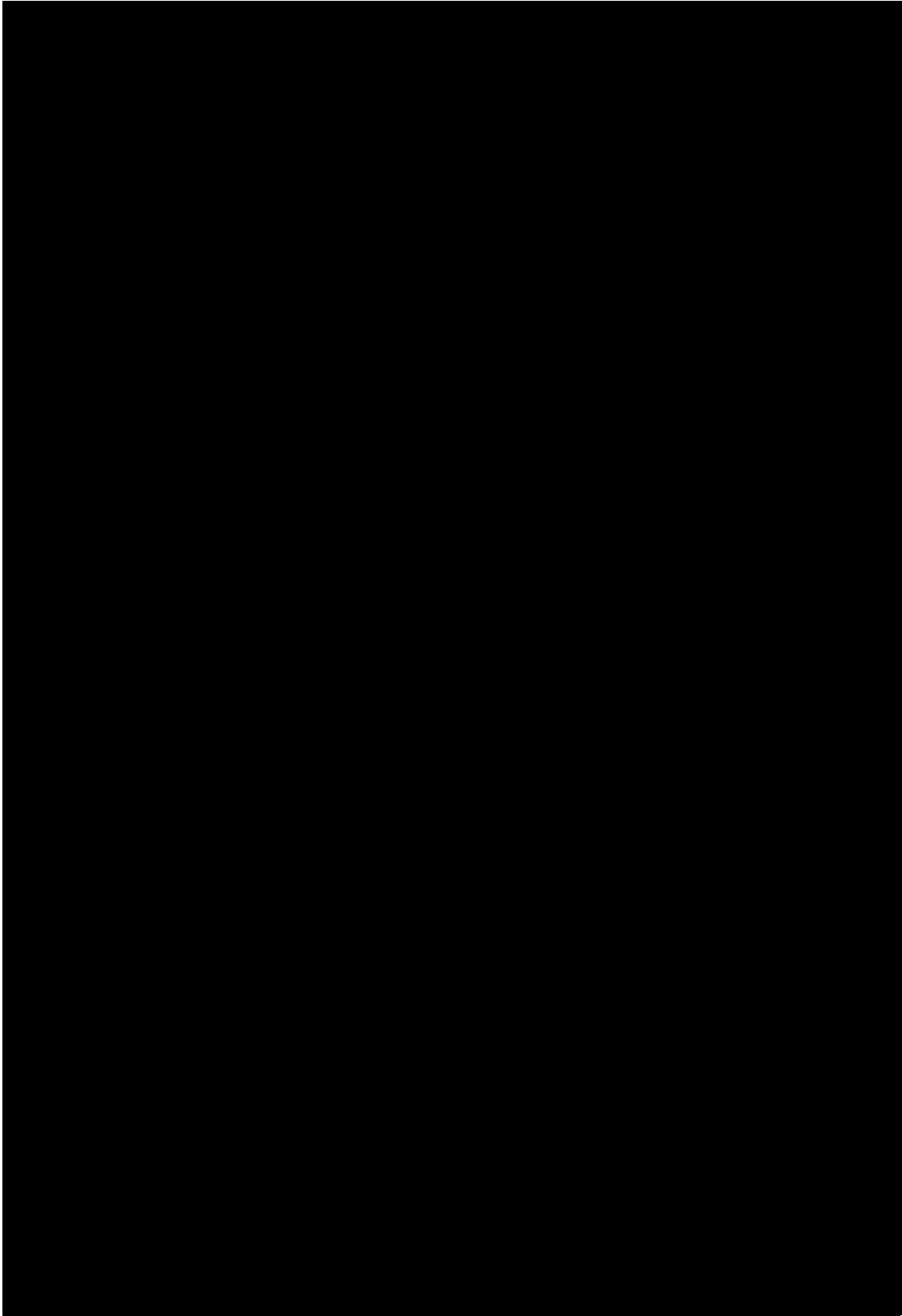
新 R ① JN 機 G IV 01568 B



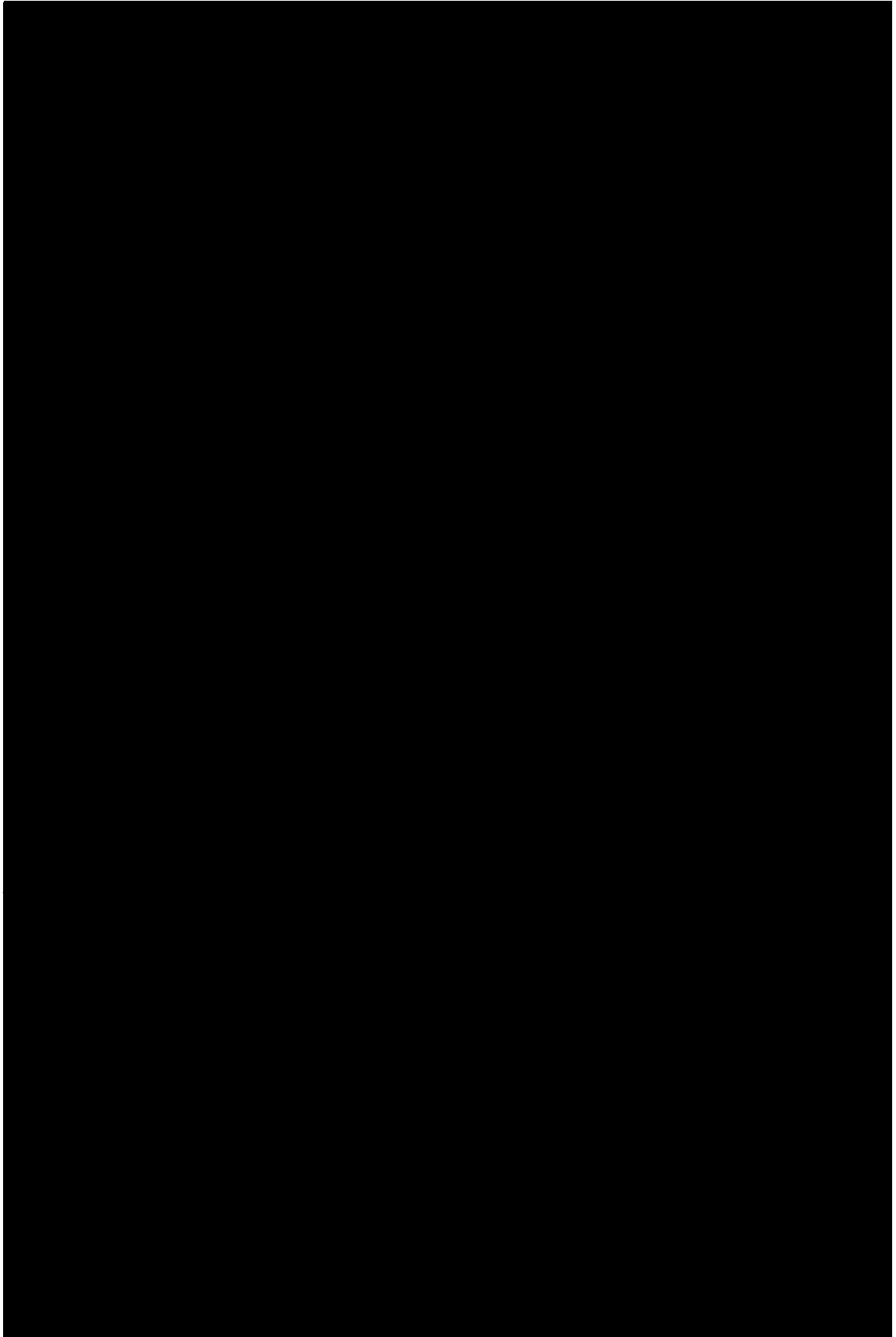
新 R ① JN 機 G IV 01569 B



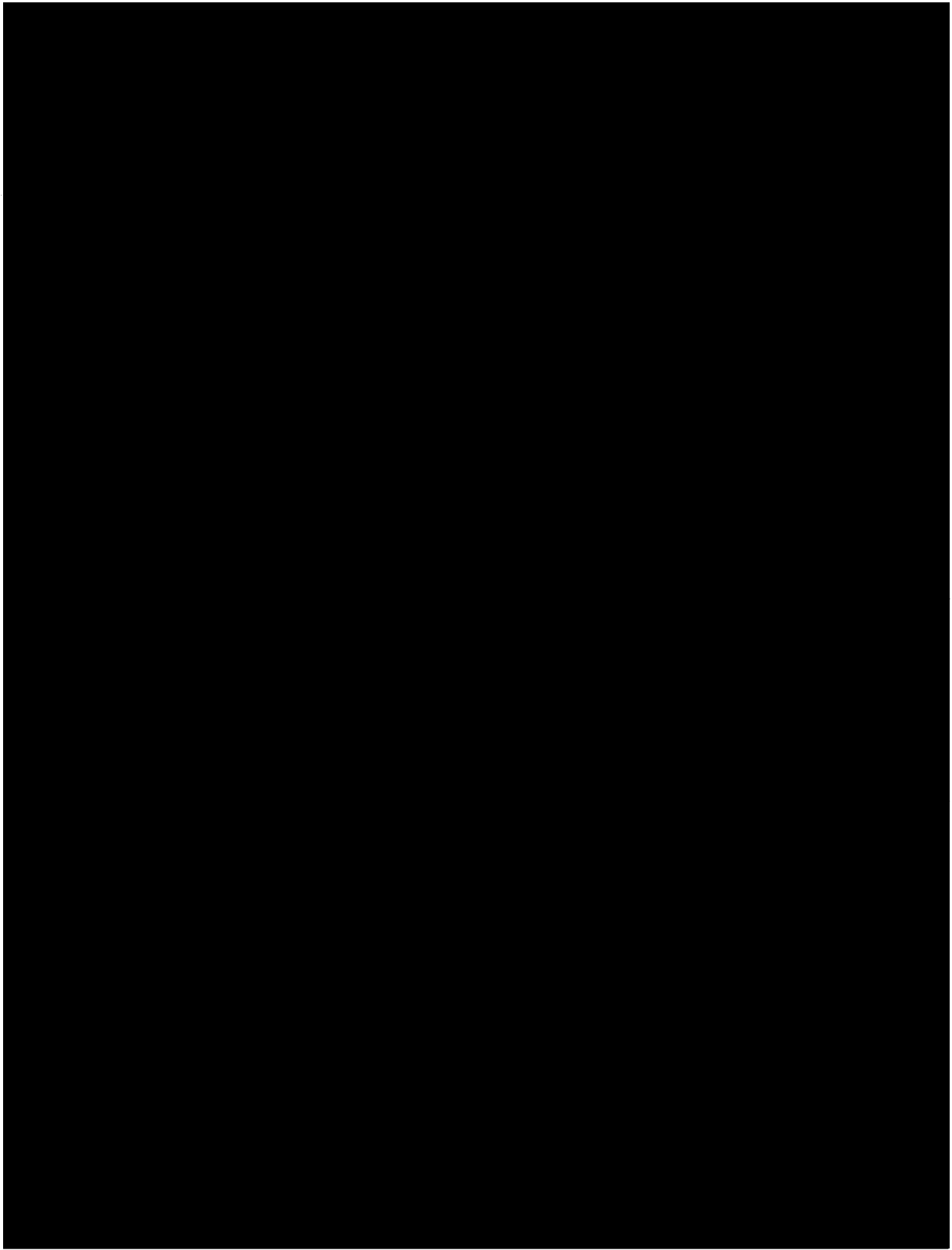
新 R ① JN 機 G IV 01570 B



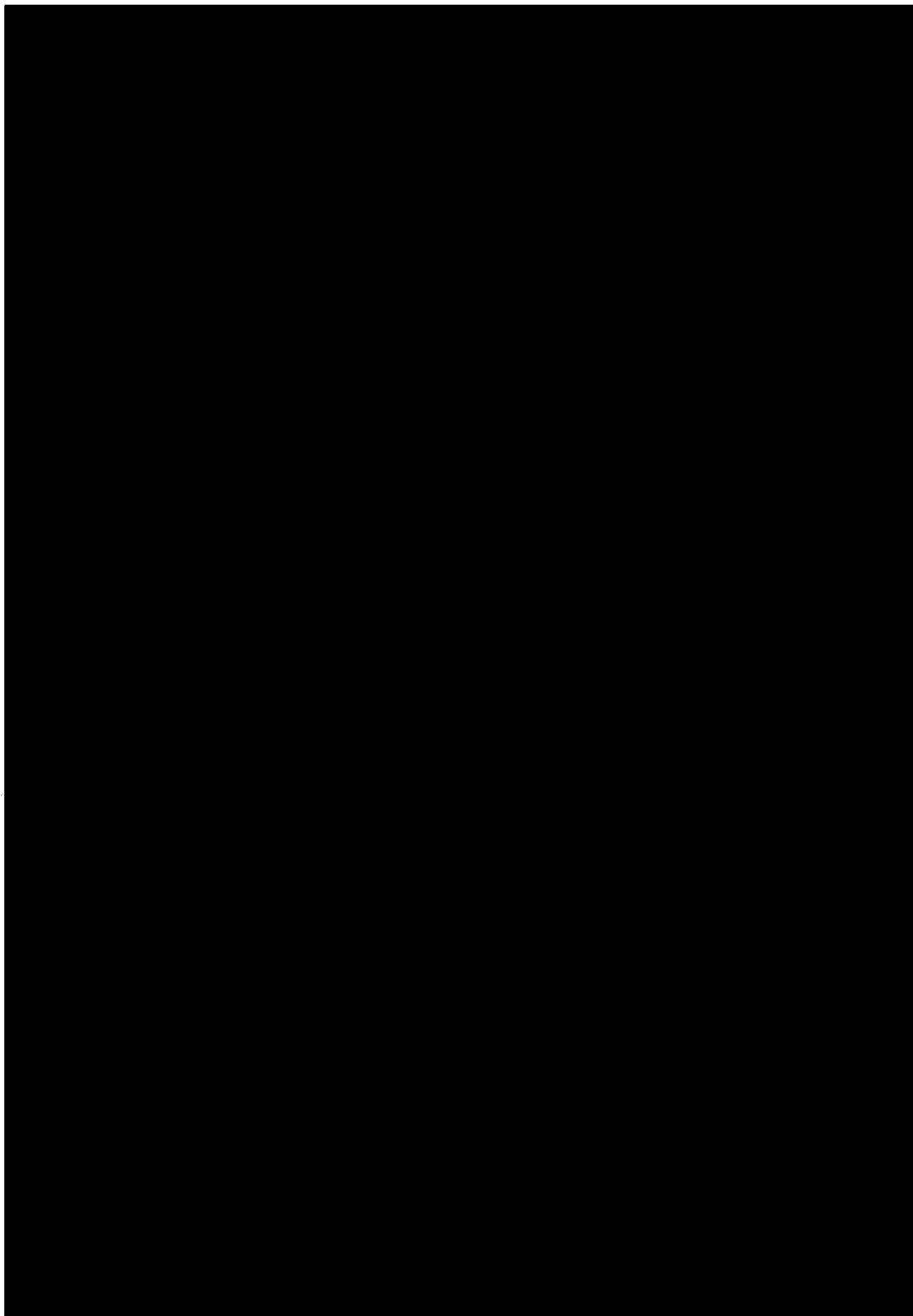
新R ① JN 機G IV 01571 B



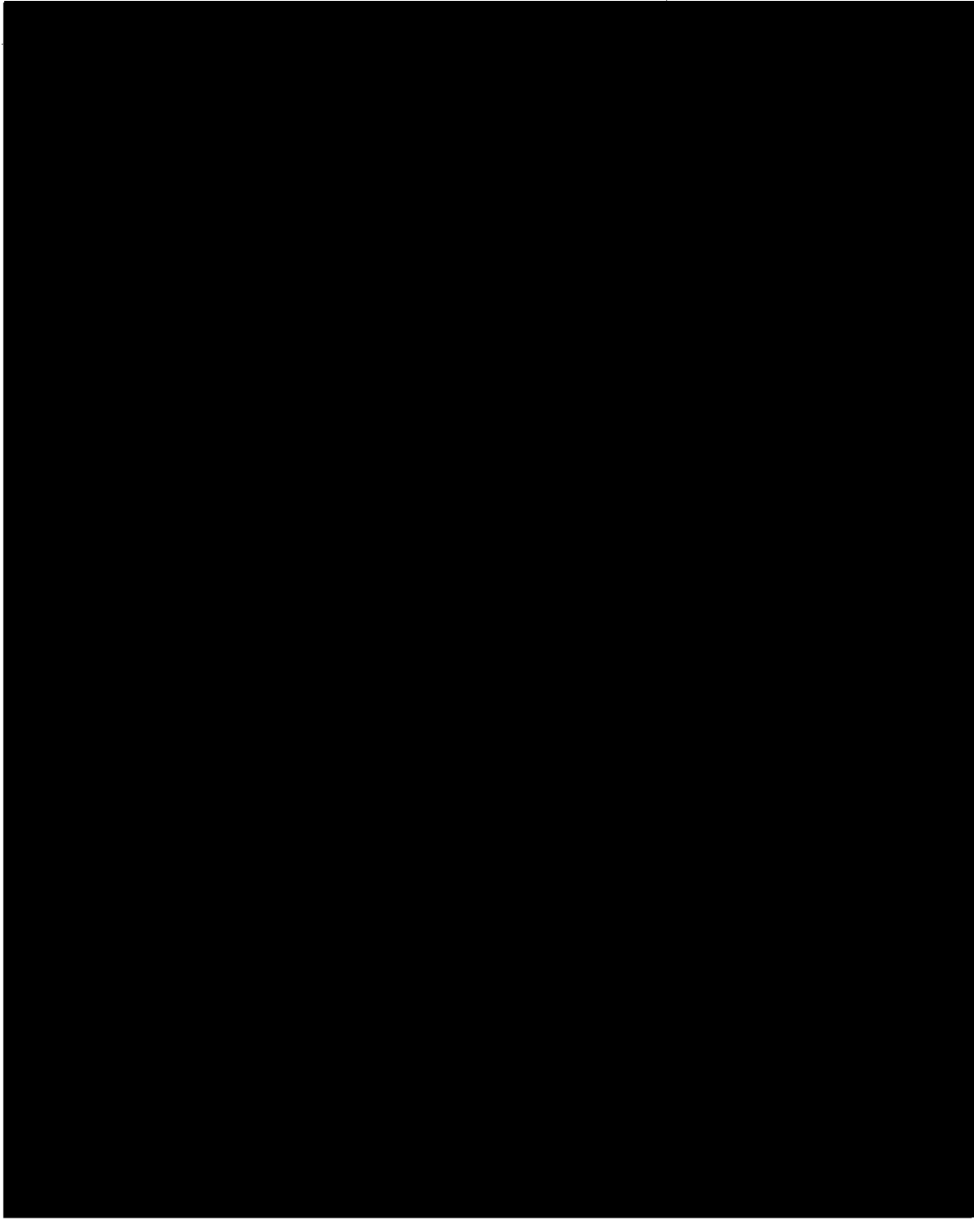
新 R ① JN 機 G IV 01572 B



新R ① JN 機G IV 01573 B



新 R ① JN 機 G IV 01574 B

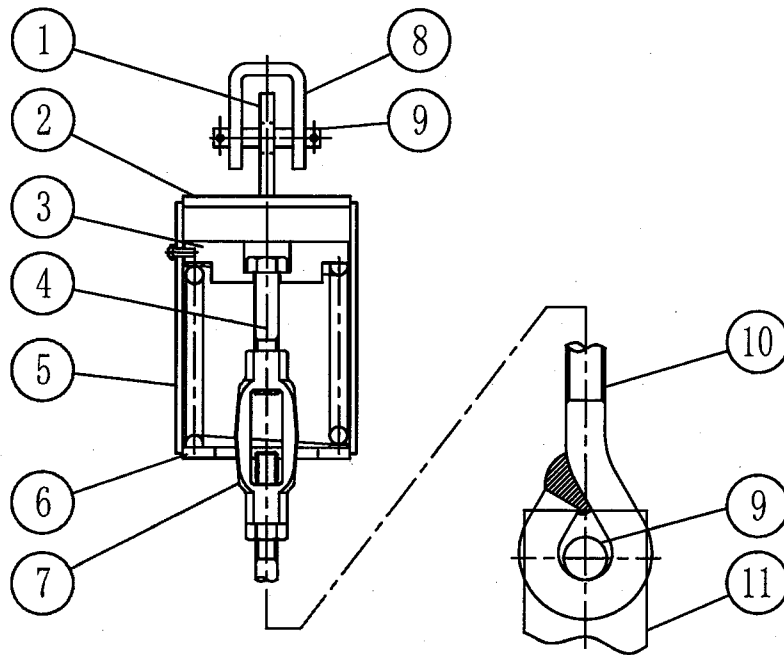


(4) スプリングハンガ

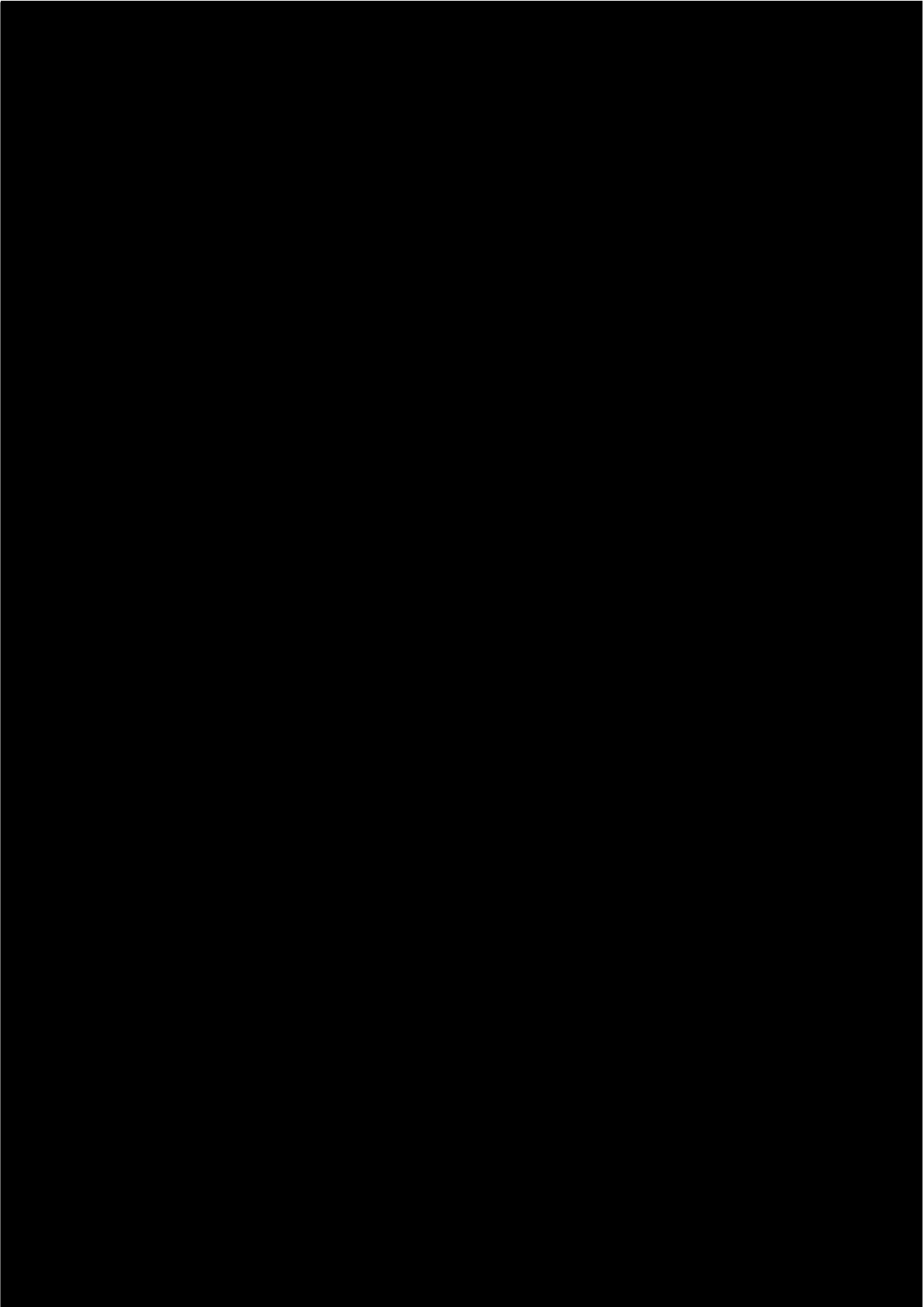
応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力、曲げ応力、支圧応力及び組合せ応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

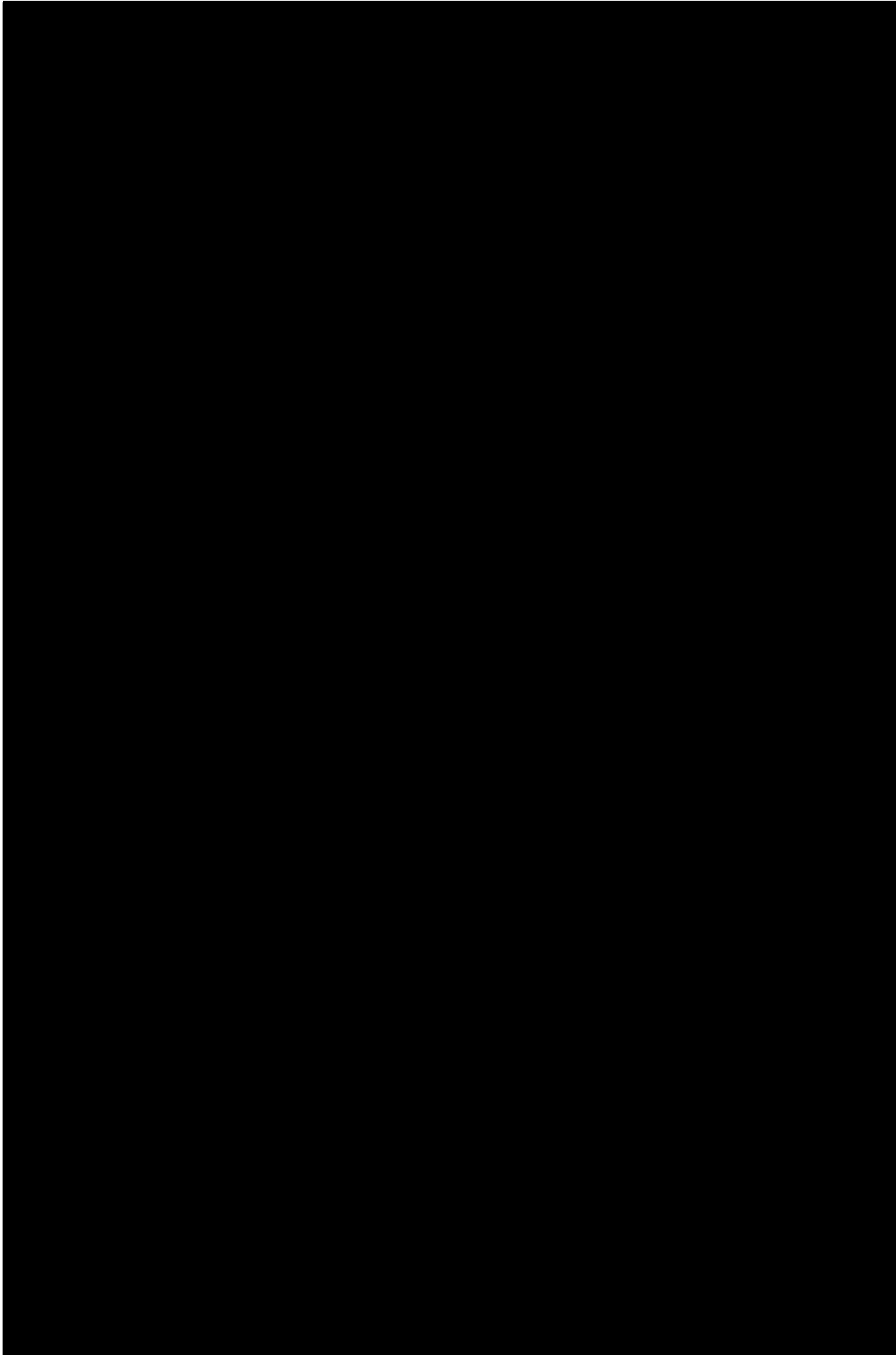
①イーヤ、②上部カバー、③バネ座(ピストンプレート)、④ハンガロッド、⑤スプリングケース、⑥下部カバー、⑦ターンバックル、⑧クレビスブラケット、⑨ピン、⑩アイボルト及び⑪クランプ



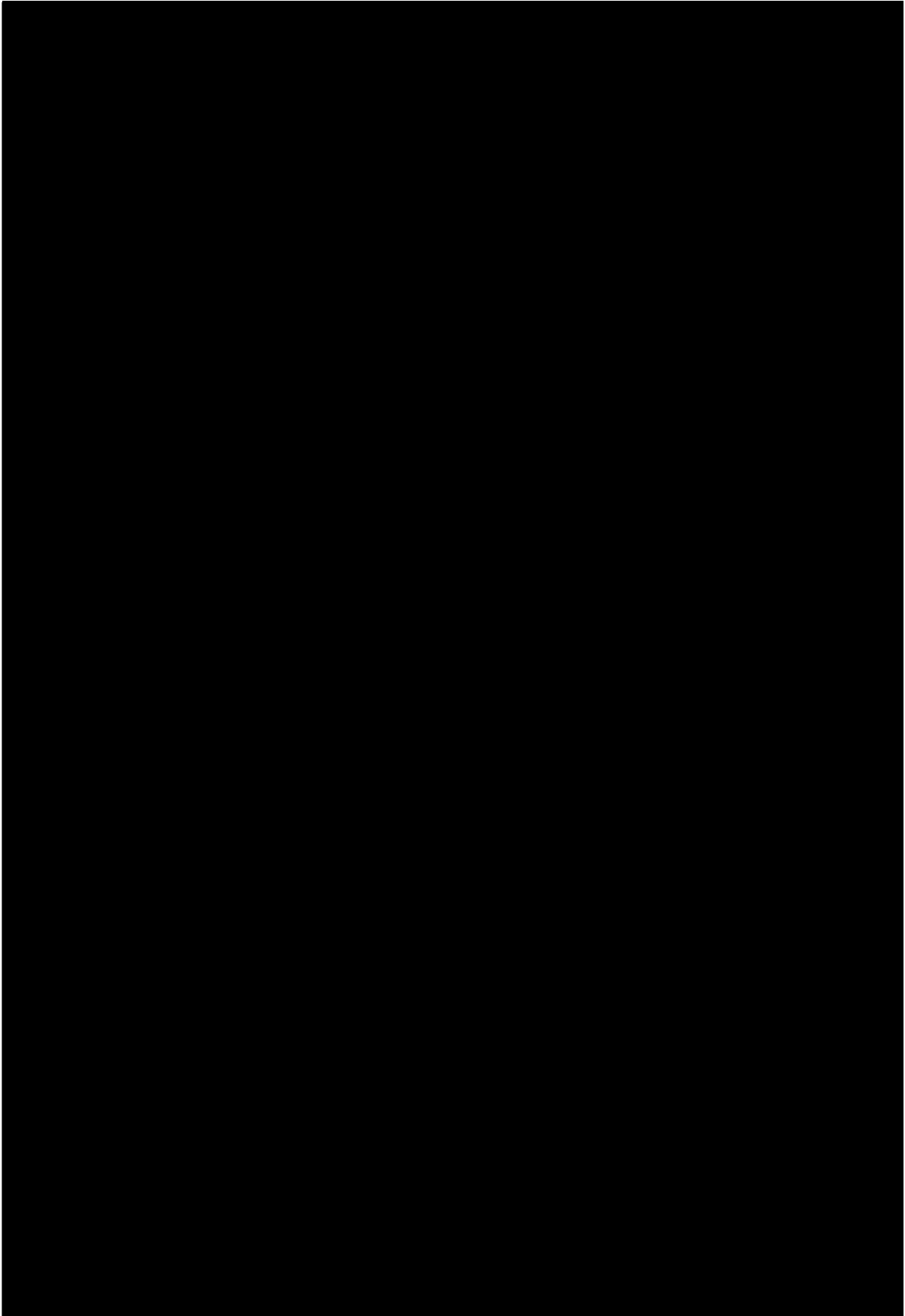
新R ① JN 機G IV 01576 B



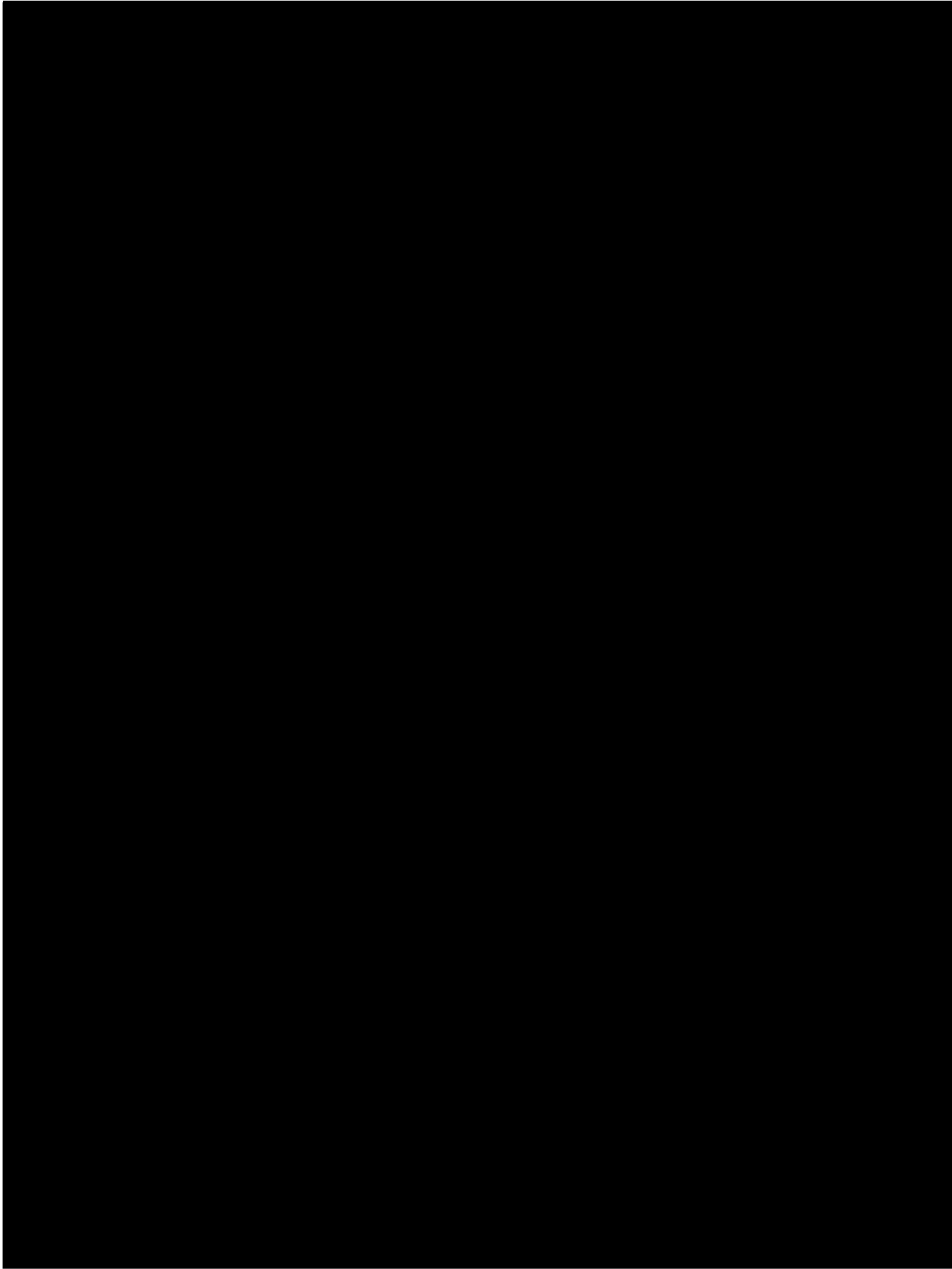
新R ① JN 機G IV 01577 B



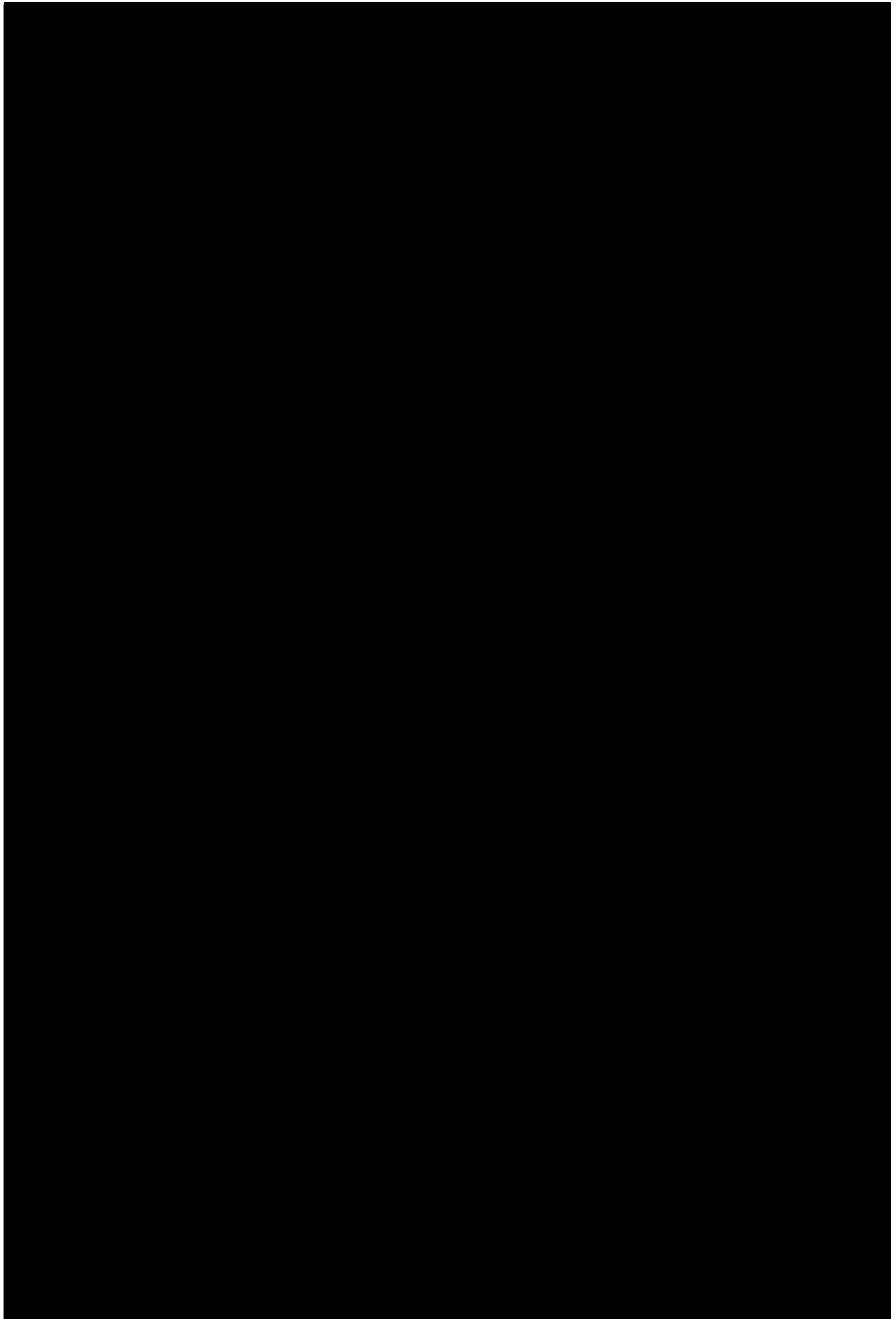
新 R ① JN 機 G IV 01578 B



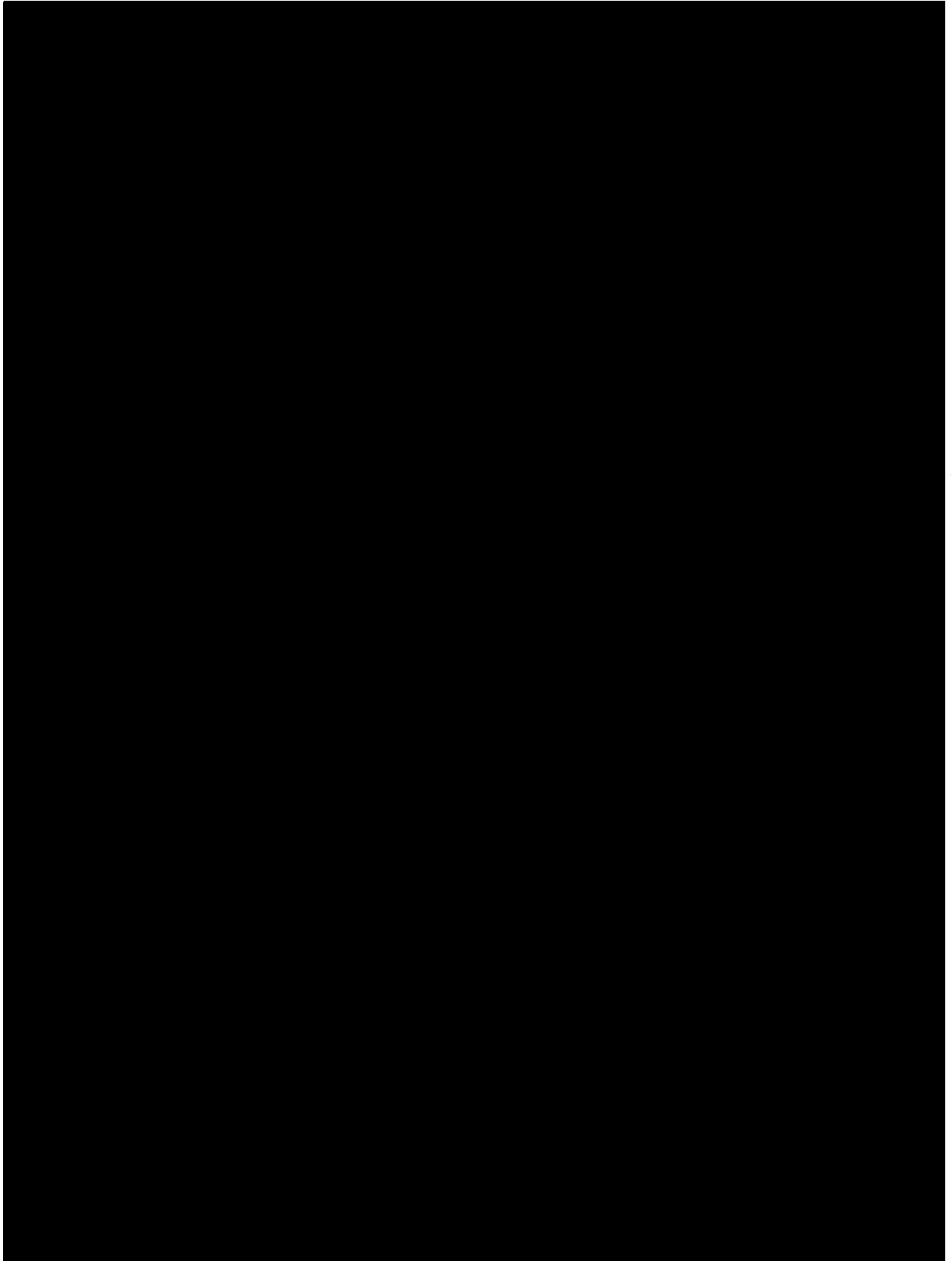
新R ① JN 機G IV 01579·B



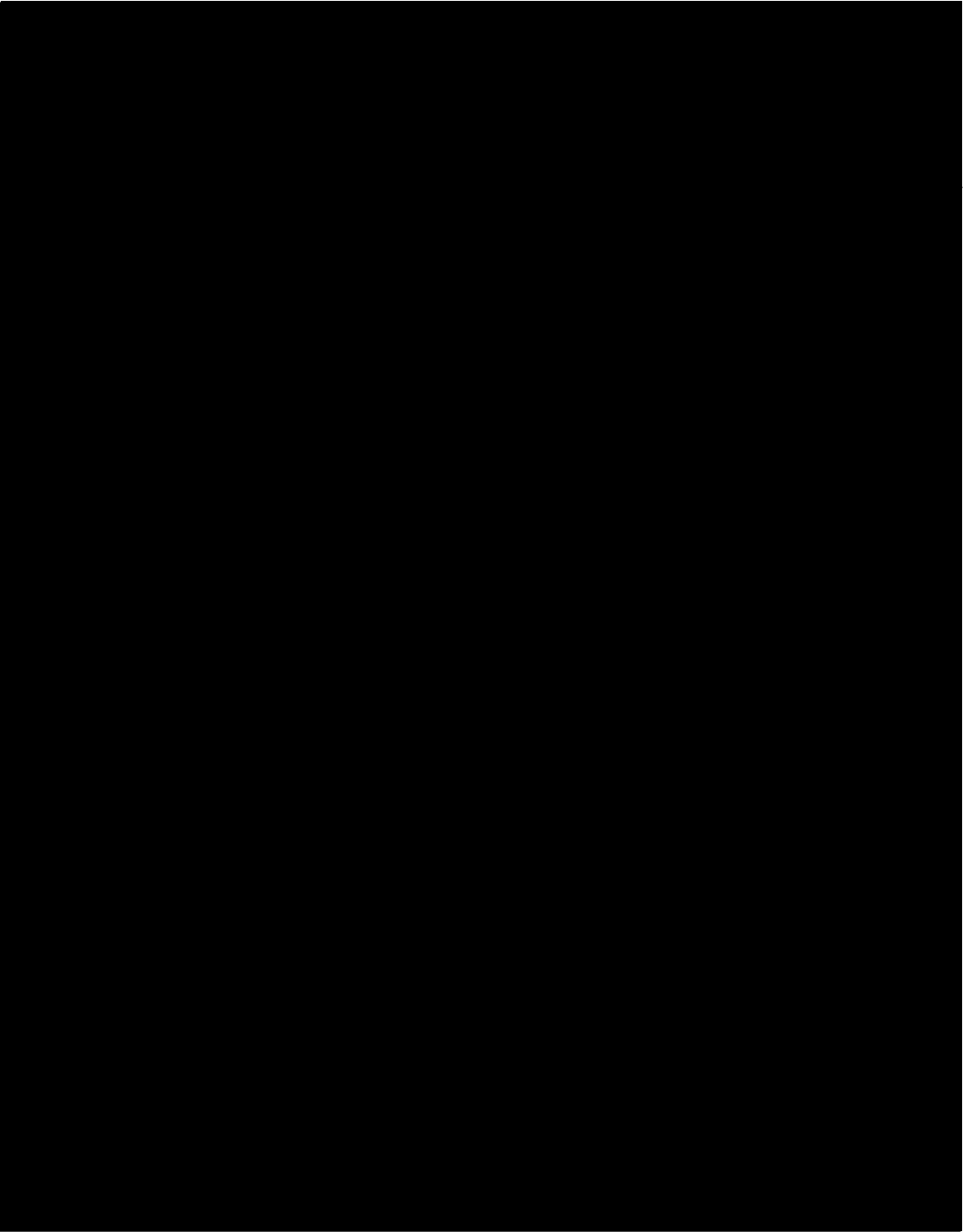
新 R ① JN 機 G IV 01580 B



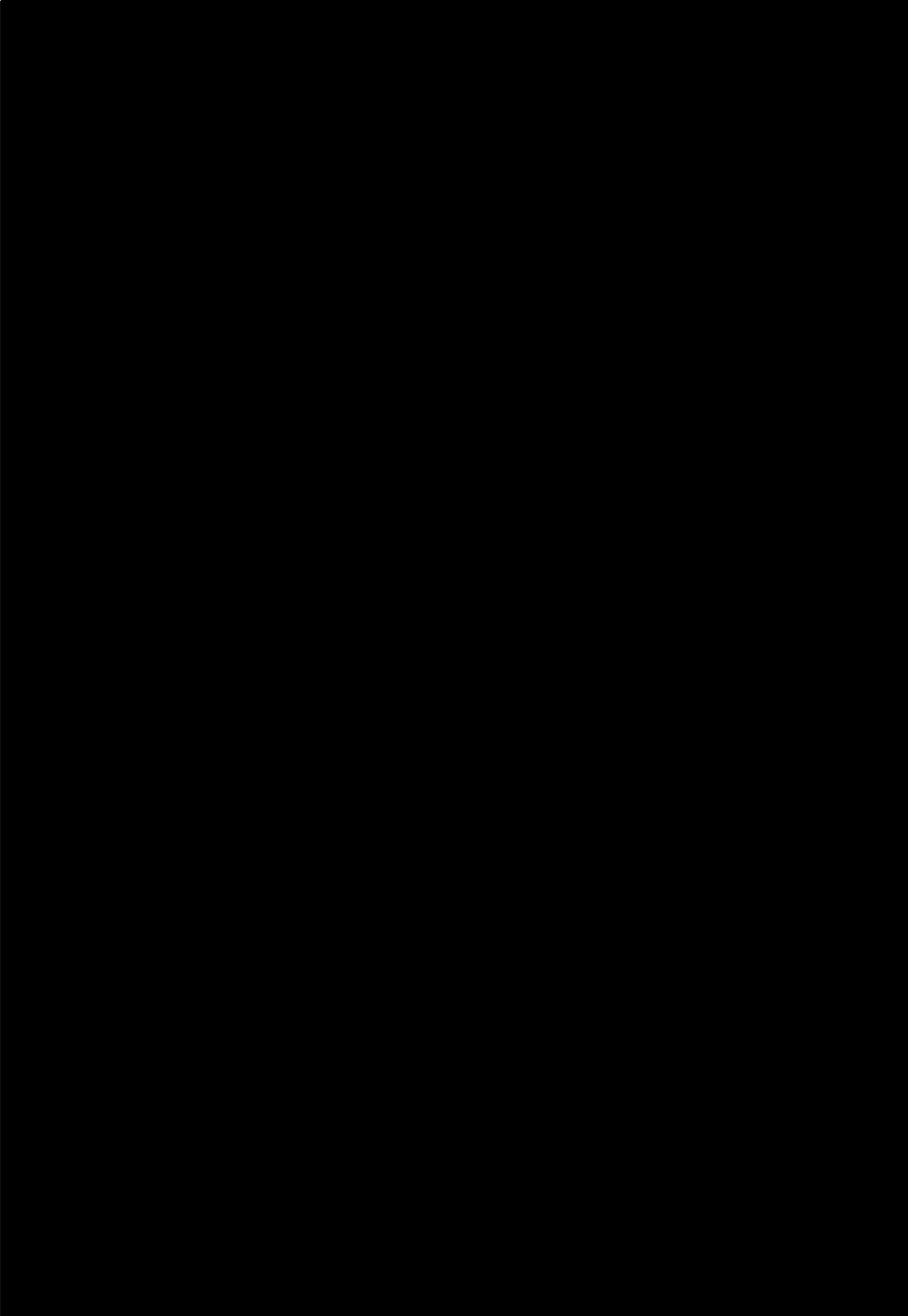
新R ㊦ JN 機G IV 01581 B



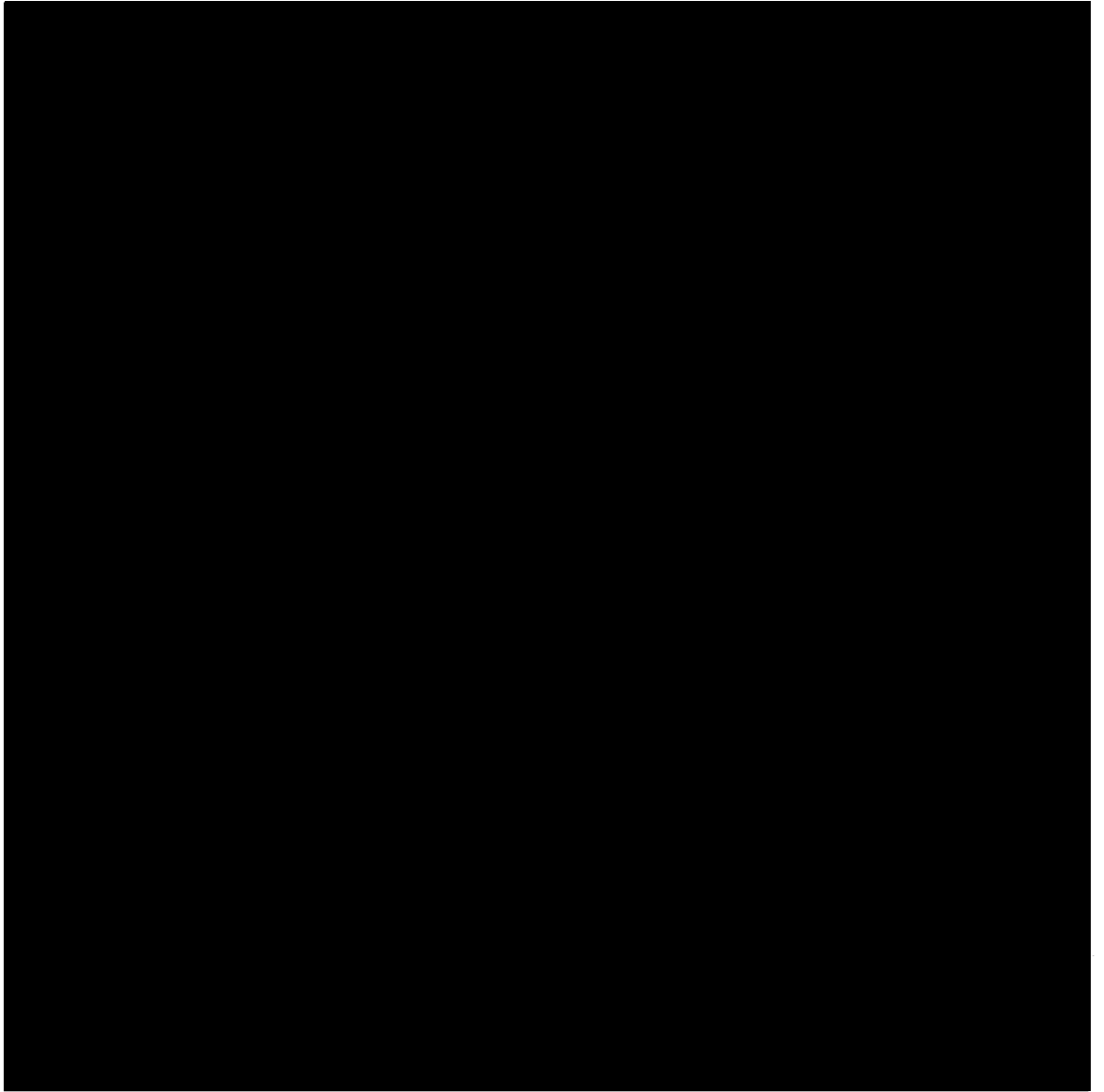
新 R ① JN 機 G IV 01582 B



新 R ① JN 機 G IV 01583 B



新R ① JN 機 G IV 01584 B

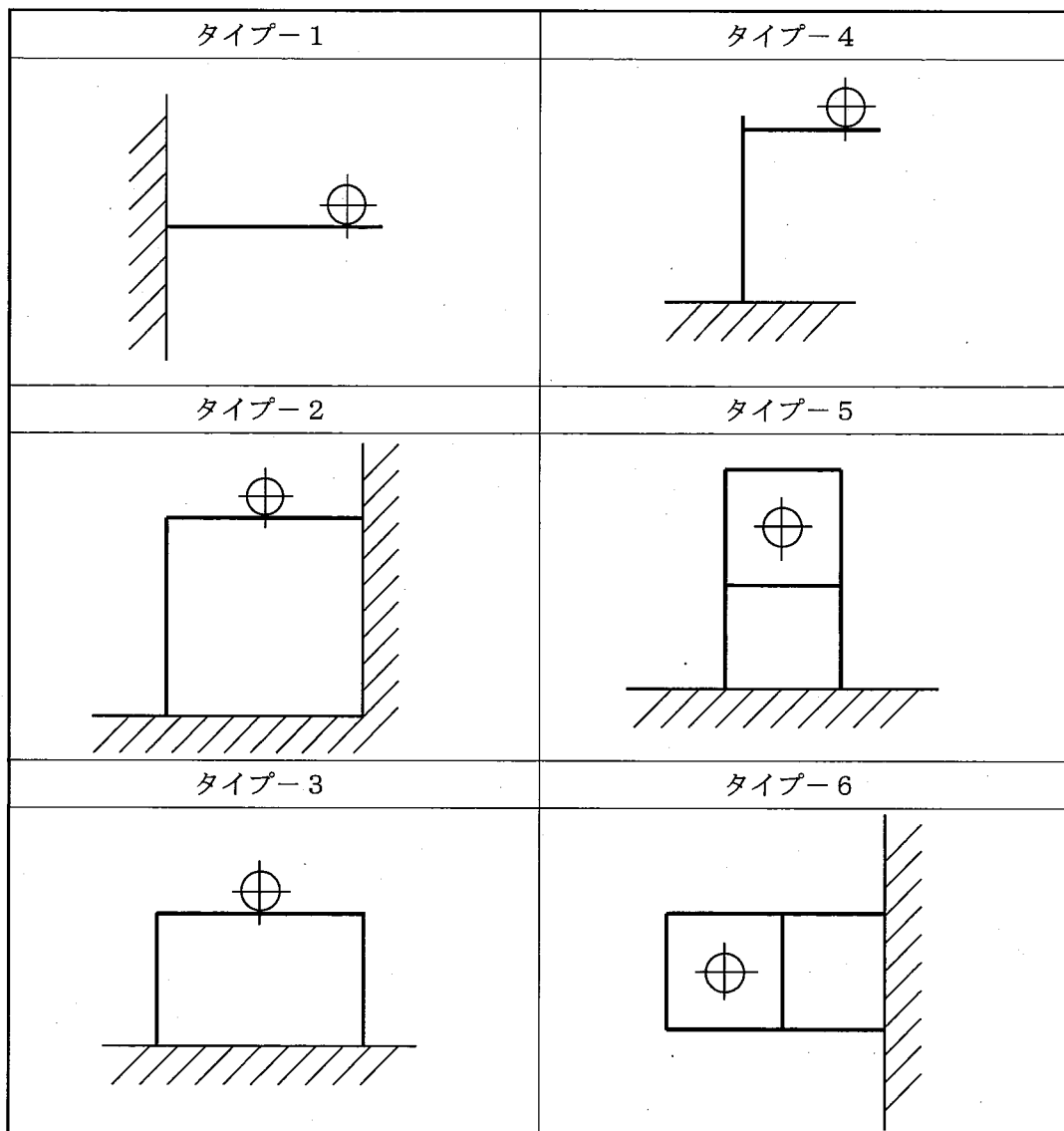


2.4 支持架構及び付属部品の設計

2.4.1 概要

配管の支持架構及び付属部品(ラグ, Uボルト等)は, 配管の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力の比較による応力評価, 又は, 最大使用荷重と支持点荷重の比較による荷重評価により設計する。

支持架構は, 上記応力評価によるほか, 特に機器配置, 保守点検上の配慮等を考慮して設計する必要があるため, その形状は多種多様である。支持架構の代表構造例を第2.4.1-1図に示す。



第2.4.1-1図 支持架構の代表構造例

2.4.2 設計方針

配管の支持架構は、非常に物量が多いことから、第2.4.1-1図に示す基本形状ごとに、以下の要領で鋼材選定の標準化を図って設計に適用する。

- (1) 配管の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力の比較による応力評価、又は、最大使用荷重と支持点荷重の比較による荷重評価により設計する。
- (2) 支持点荷重を条件とした強度及び耐震評価を行い、発生応力が許容応力を超えないように使用する鋼材(山形鋼、溝形鋼、H形鋼、角形鋼、鋼管等)を決定する。

2.4.3 荷重条件

支持架構の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

2.4.4 種類及び選定

支持架構の選定要領を、第2.4.4-1図 支持架構の設計フローに示す。

(1) 支持条件の設定

配管の支持点と床、壁面等からの距離並びに周囲の設備配置状況から、第2.4.1-1図に示す支持架構の基本形状の中から適用タイプを選定する。

支持点荷重は、地震時や各運転状態で生じる荷重又は直管部標準支持間隔における地震時の荷重を用いる。また、支持点荷重を低減する必要がある場合は、実支持間隔による荷重を適用する。

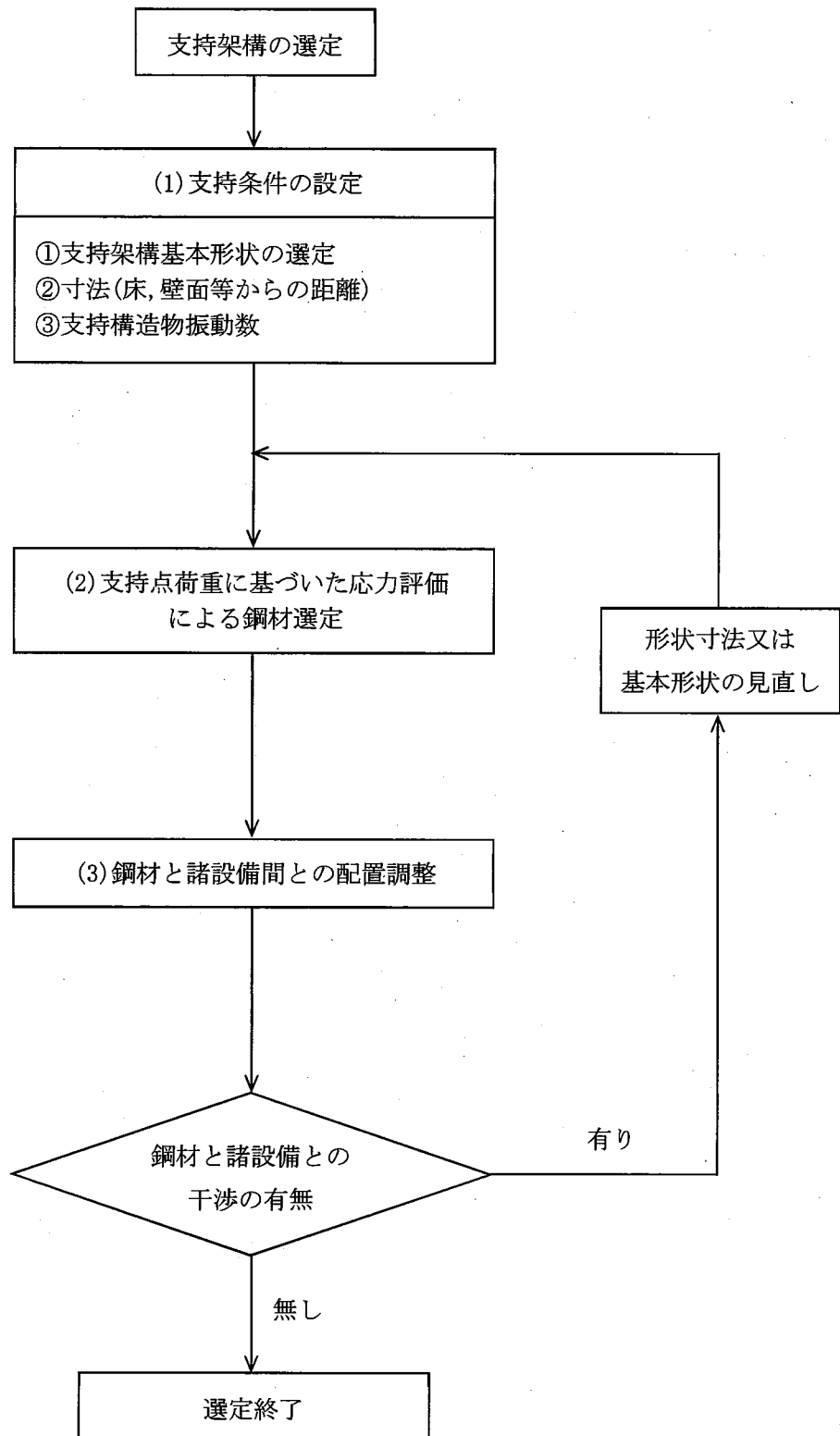
(2) 支持点荷重に基づいた応力評価による鋼材選定

地震時の支持点荷重により鋼材を選定する。

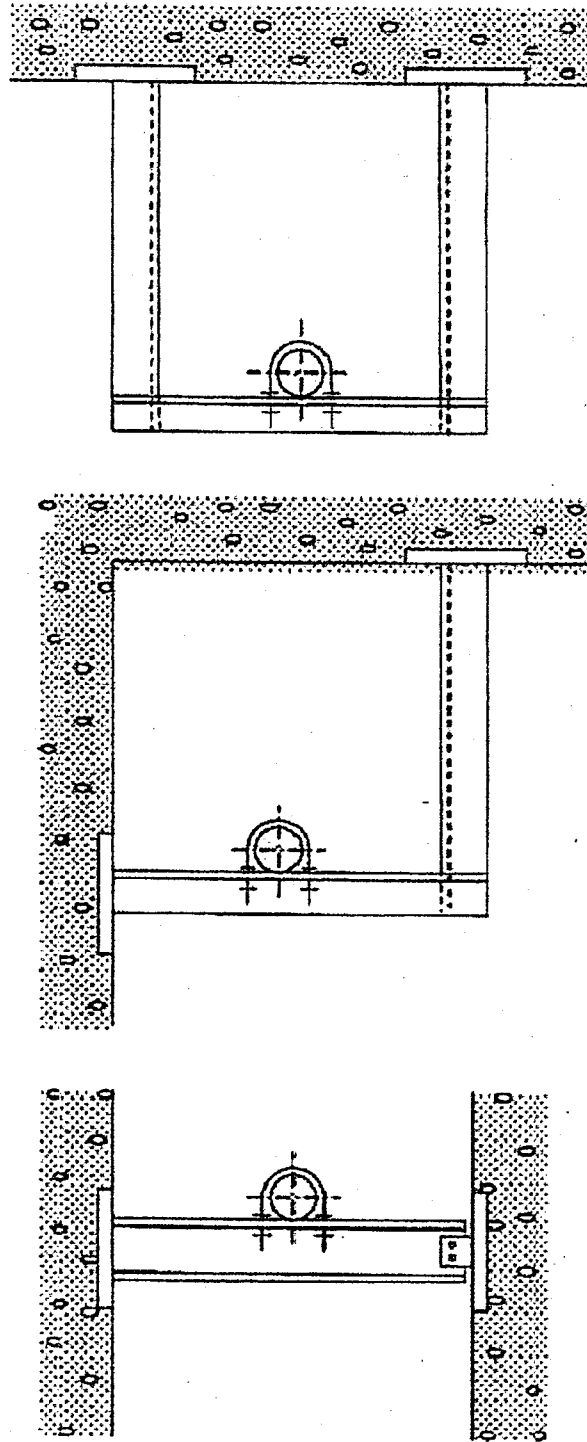
(3) 鋼材と諸設備間との配置調整

決定した鋼材が、他の配管及び周囲の設備との干渉がないか確認する。干渉がある場合は、支持架構の形状寸法又は基本形状の見直しを行って、再度鋼材選定を行う。

配管の支持架構の例を、第2.4.4-2図 支持架構の例に示す。



第 2.4.4-1 図 支持架構の設計フロー



第 2.4.4-2 図 支持架構の例

2.4.5 支持架構及び付属部品の選定

支持架構については、支持点荷重を条件とした強度及び耐震評価を行い、発生応力が許容応力を超えないように使用する鋼材（山形鋼、溝形鋼、H形鋼、角形鋼、鋼管等）を決定する。

付属部品については、支持点荷重が最大使用荷重を超えないように使用する付属部品を選定する。なお、付属部品については、最大使用荷重を超える場合であっても個別の評価により健全性の確認を行うことが可能である。

2.4.6 支持架構及び付属部品の使用材料

JSME S NC1の適用を受ける箇所に使用する材料は、JSME S NC1 付録材料図表Part1に従うものとする。ただし、ラグの材料は当該配管に適用する材料とする。

2.4.7 支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法

支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

(1) 許容応力

許容応力は、JSME S NC1及びJEAG4601に基づくものとする。

供用状態及び許容応力状態に対する許容応力を第2.4.7-1表に示す。

第2.4.7-1表 許容応力状態(供用状態)の許容応力^{7) 8)}

許容応力 状態 (供用状態)	一次応力						一次+二次応力				
	引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	組合せ ⁵⁾	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈
(A, B)	f_t	f_s	f_c	f_b	f_p	f_t	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{1)}$	$3 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p^{3)}$	$1.5 \cdot f_c$ 又は $1.5 \cdot f_c^{3)}$
III _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$1.5 \cdot f_t$	$3 \cdot f_t^{6)}$	$3 \cdot f_s^{1) 6)}$	$3 \cdot f_b^{2) 6)}$	$1.5 \cdot f_p^{4)}$	$1.5 \cdot f_b$ $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c^{2) 4)}$
IV _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_p^*$	$1.5 \cdot f_t^*$				$1.5 \cdot f_p^{*4)}$	

注記1): すみ肉溶接部にあつては、最大応力に対して $1.5 \cdot f_s$ とする。

2): JSME S NC1 SSB-3121.1(4)a. により求めた f_b とする。

3): 応力の最大圧縮値について評価する。

4): 自重, 熱等により常時作用する荷重に, 地震による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

5): 組合せ応力の許容応力は, JSME S NC1に基づく値とする。

6): 地震動のみによる応力振幅について評価する。

7): 材料の許容応力を決定する場合の基準値Fは, JSME S NC1 付録材料図表 Part 5 表8に定める値又は表9に定める値の0.7倍のいずれか小さい方の値とする。ただし, 使用温度が40度を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては, JSME S NC1 付録材料図表 Part5 表8に定める値の1.35倍の値, 表9に定める0.7倍の値又は室温における表8に定める値のいずれか小さい値とする。

8): $f_t^*, f_s^*, f_c^*, f_b^*, f_p^*$ は, f_t, f_s, f_c, f_b, f_p の値を算出する際にJSME S NC1SSB-3121.1(1)本文中「付録材料図表 Part5 表8に定める値」とあるのを「付録材料図表 Part5 表8に定める値の1.2倍の値」と読み替えて計算した値とする。

記号の説明

f_t :許容引張応力	支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(1)により規定される値 ボルト等に対してはJSME S NC1 SSB-3131(1)により規定される値
f_s :許容せん断応力	支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(2)により規定される値 ボルト等に対してはJSME S NC1 SSB-3131(2)により規定される値
f_c :許容圧縮応力	支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(3)により規定される値
f_b :許容曲げ応力	支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(4)により規定される値
f_p :許容支圧応力	支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-312 1.1(5)により規定される値

(2) 支持架構及び付属部品の強度計算式

a. 記号の定義

支持架構及び付属部品の強度計算に使用する記号は, 下記のとおりとする。

(a) 支持架構

記号	単位	定義
A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
F_b	MPa	曲げ応力
F_s	MPa	せん断応力
F_t	MPa	引張応力
f_t	MPa	許容引張応力
M_0	$\text{N}\cdot\text{mm}$	モーメント
Z	mm^3	断面係数
P_1	N	せん断方向荷重
P_2	N	引張方向荷重

(b) ラグ

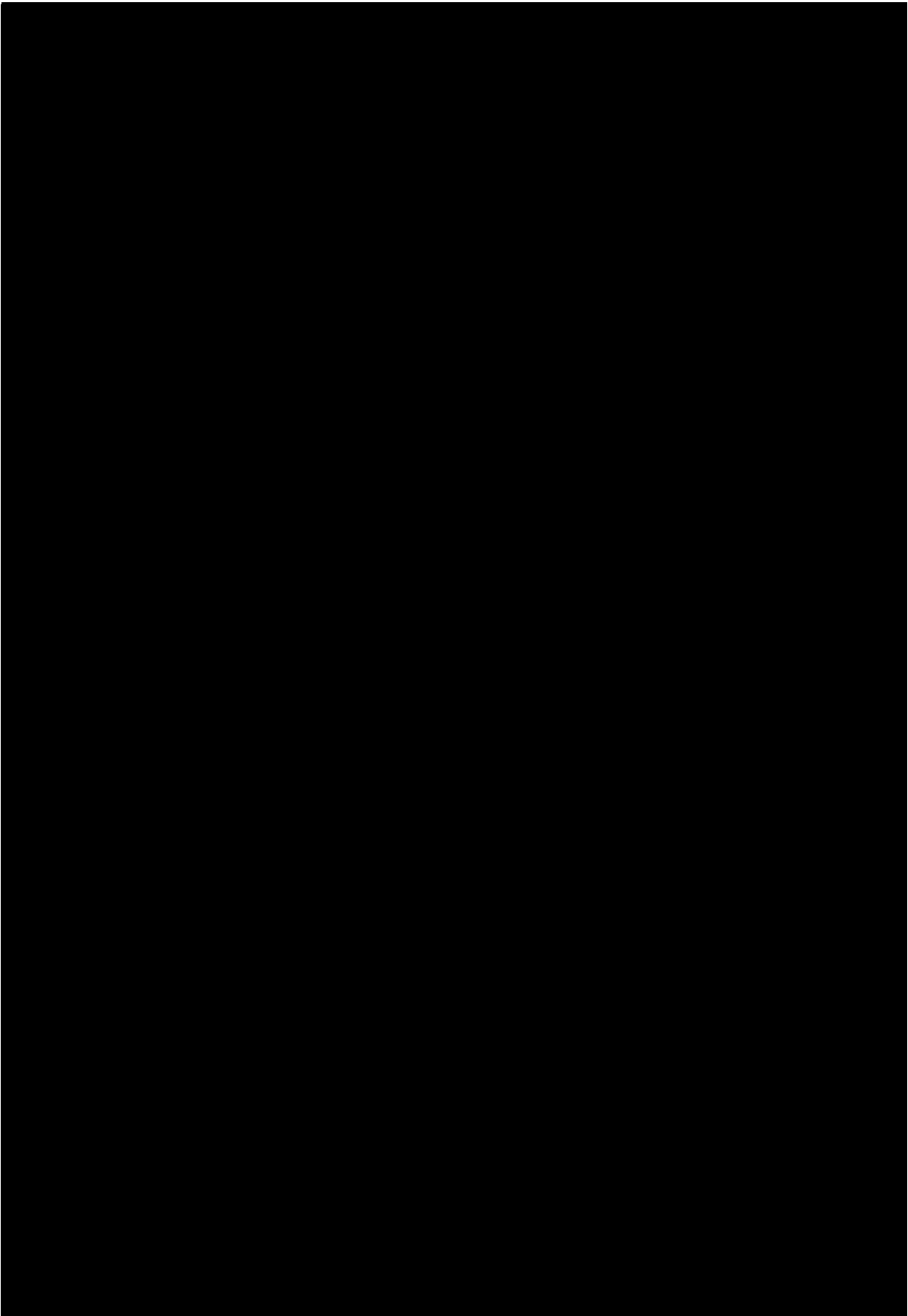
記号	単位	定義
A_L	mm^2	角形鋼管の断面積
A_p	mm^2	パッドと配管の溶接部の断面積
		パッドと角形鋼管の溶接部の断面積
		角形鋼管と底板の溶接部の断面積
a	mm	角形鋼管の幅
a_1	mm	強度評価有効長(配管軸方向長さ)内のり寸法
a_2	mm	強度評価有効長(配管軸方向長さ)外のり寸法
b_1	mm	パッド幅(配管周方向長さ:配管外径)
b_2	mm	$b_1 + \sqrt{2} t_{wp}$
D_1	mm	強度評価有効長(配管軸直方向長さ)内のり寸法
D_2	mm	強度評価有効長(配管軸直方向長さ)外のり寸法
F_x	N	配管軸方向荷重
F_y	N	配管軸直方向荷重
F_z	N	配管軸直方向荷重
f_t	MPa	許容引張応力
f_s	MPa	許容せん断応力
h_1	mm	パッド長さ(配管軸方向長さ)
h_2	mm	$h_1 + \sqrt{2} t_{wp}$
I_x	mm^4	配管軸方向の断面二次モーメント
I_y	mm^4	配管軸直方向の断面二次モーメント
l	mm	配管中心から評価部位までの距離
M_x	$\text{N}\cdot\text{mm}$	配管軸方向に生じるモーメント
M_y	$\text{N}\cdot\text{mm}$	配管軸直方向に生じるモーメント
M_z	$\text{N}\cdot\text{mm}$	配管軸直方向に生じるモーメント

記 号	単 位	定 義
t	mm	角形鋼管の厚さ
t_{wp}	mm	パッドと配管のすみ肉溶接脚長
		パッドと角形鋼管のすみ肉溶接脚長
		角形鋼管と底板のすみ肉溶接脚長
Z_x	mm ³	配管軸方向の断面係数
Z_y	mm ³	配管軸直方向の断面係数
σ_L	MPa	角形鋼管の曲げ応力
σ_{LB}	MPa	角形鋼管と底板の溶接部の曲げ応力
σ_P	MPa	パッドと配管の溶接部の曲げ応力
σ_{PL}	MPa	パッドと角形鋼管の溶接部の曲げ応力
τ_L	MPa	角形鋼管のせん断応力
τ_{LB}	MPa	角形鋼管と底板の溶接部のせん断応力
τ_P	MPa	パッドと配管の溶接部のせん断応力
τ_{PL}	MPa	パッドと角形鋼管の溶接部のせん断応力

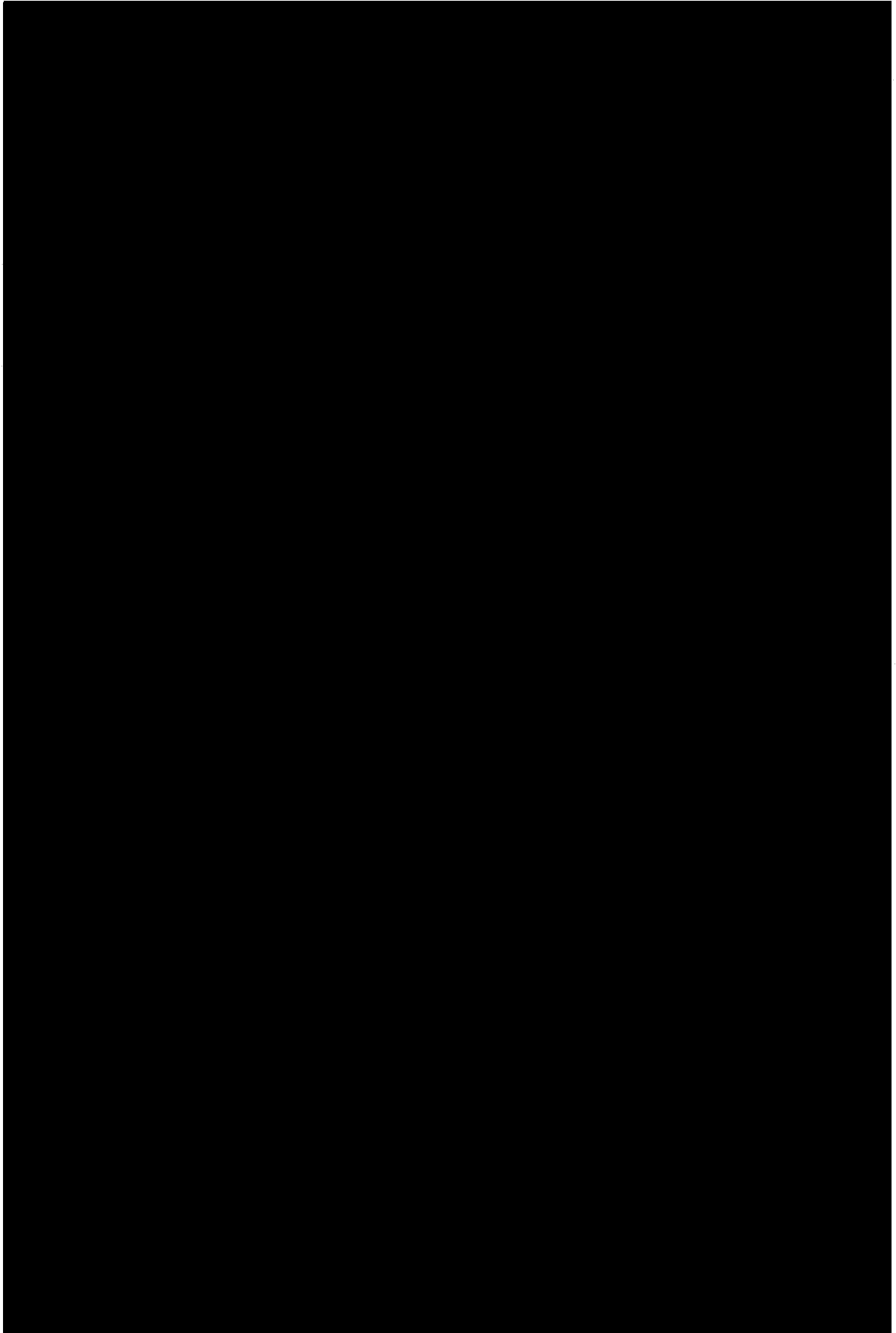
(c) Uボルト

記号	単位	定義
A_0	mm^2	Uボルトの断面積
B	mm	Uボルトの曲げ半径
d_0	mm	Uボルトの呼び径
F_s	MPa	せん断応力
F_t	MPa	引張応力
f_s	MPa	許容せん断応力
f_t	MPa	許容引張応力
l	mm	配管中心から鋼材上面までの距離
P	N	引張方向荷重
P'	N	引張方向荷重
Q	N	せん断方向荷重

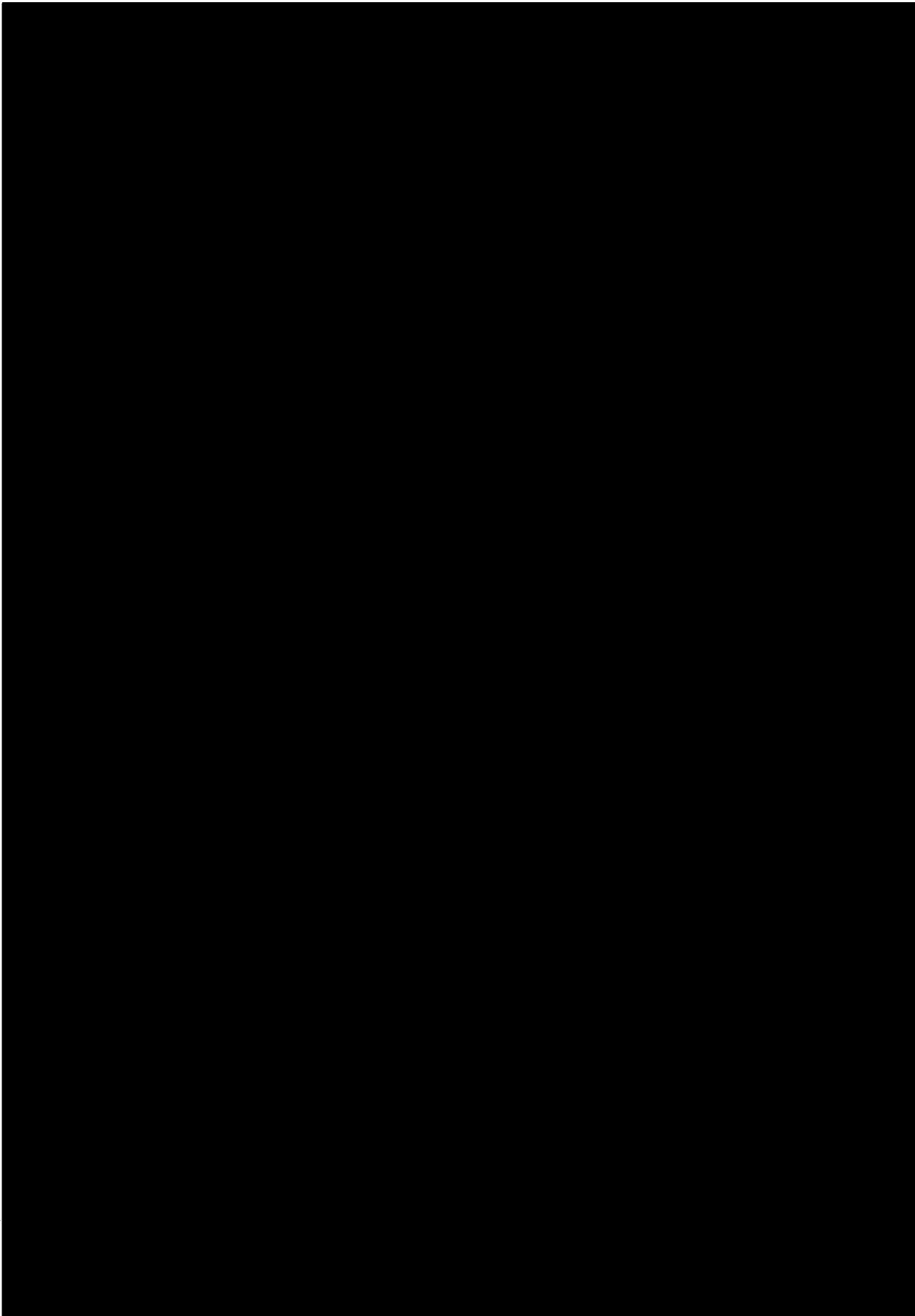
新 R ① JN 機 G IV 01596 B



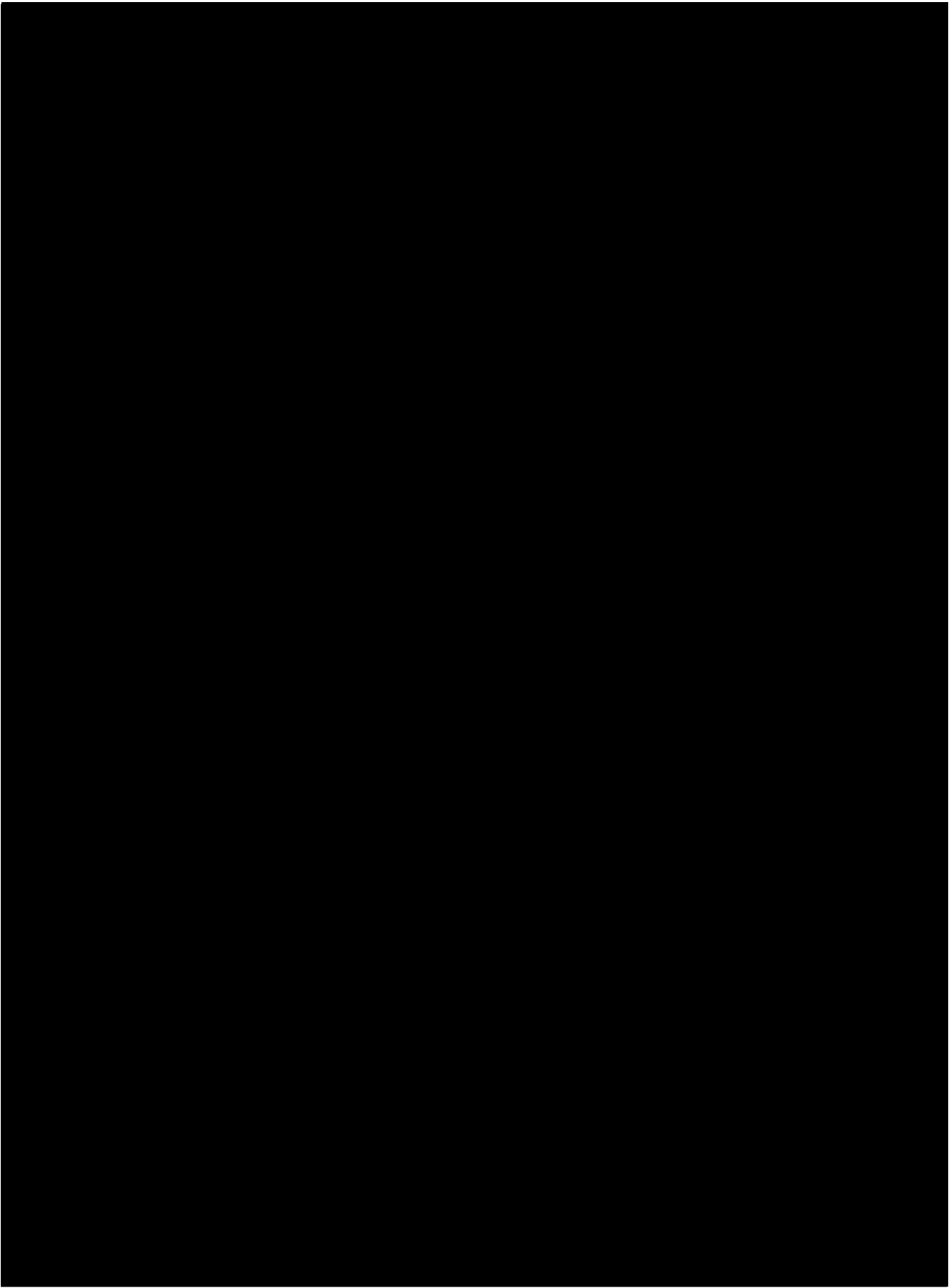
新 R ① JN 機 G IV 01597 B



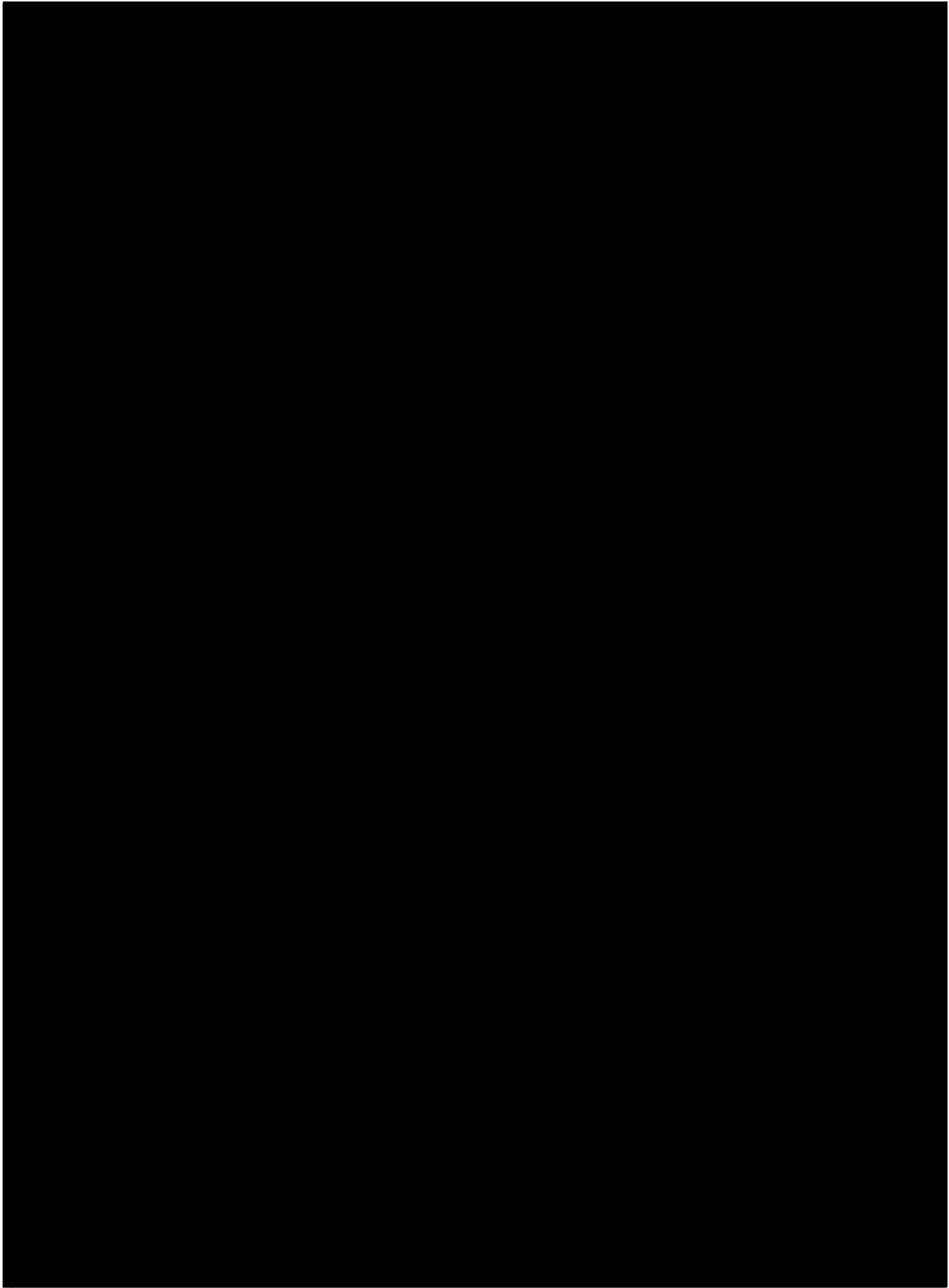
新 R ① JN 機 G IV 01598 B



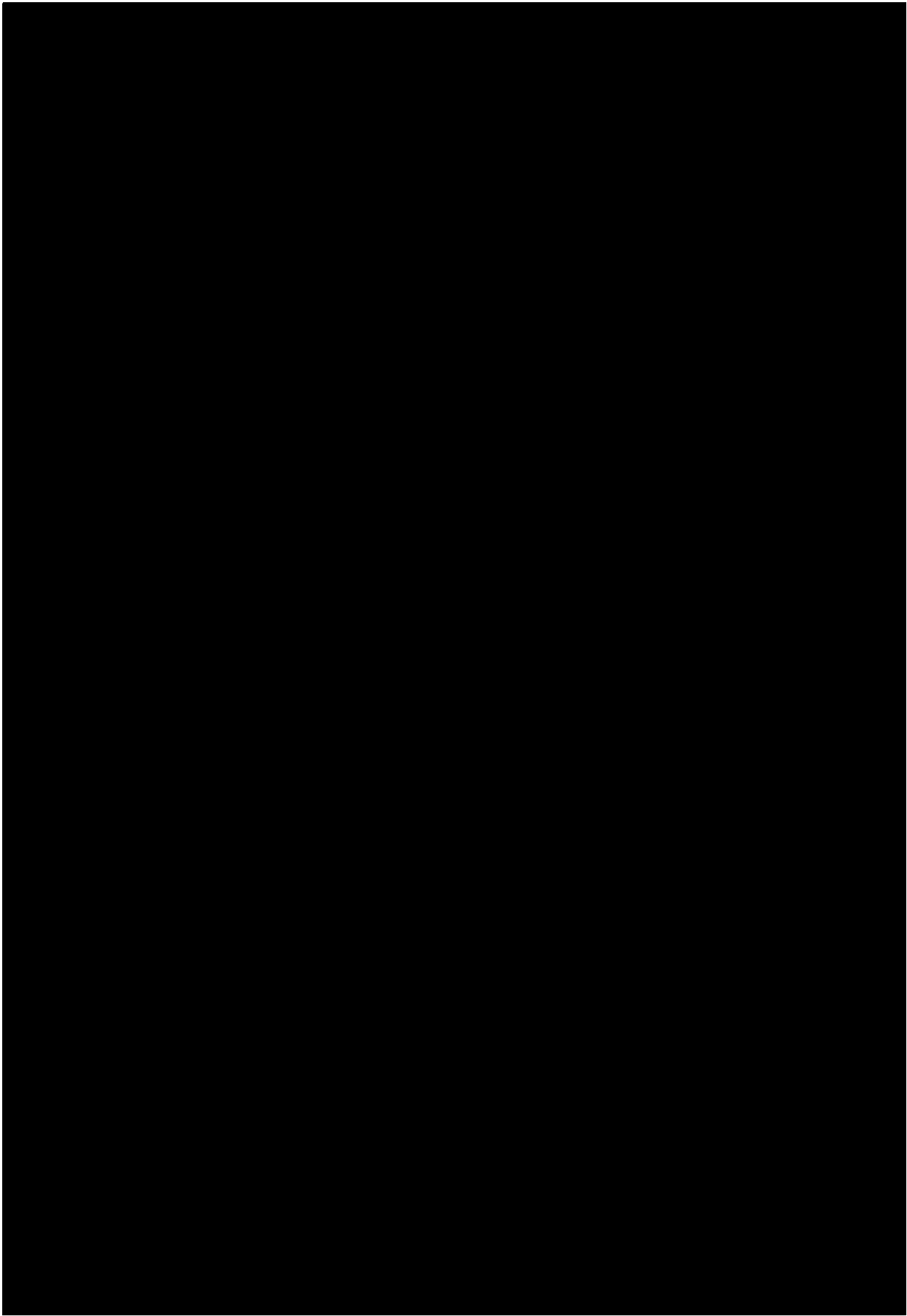
新 R ① JN 機 G IV 01599 B



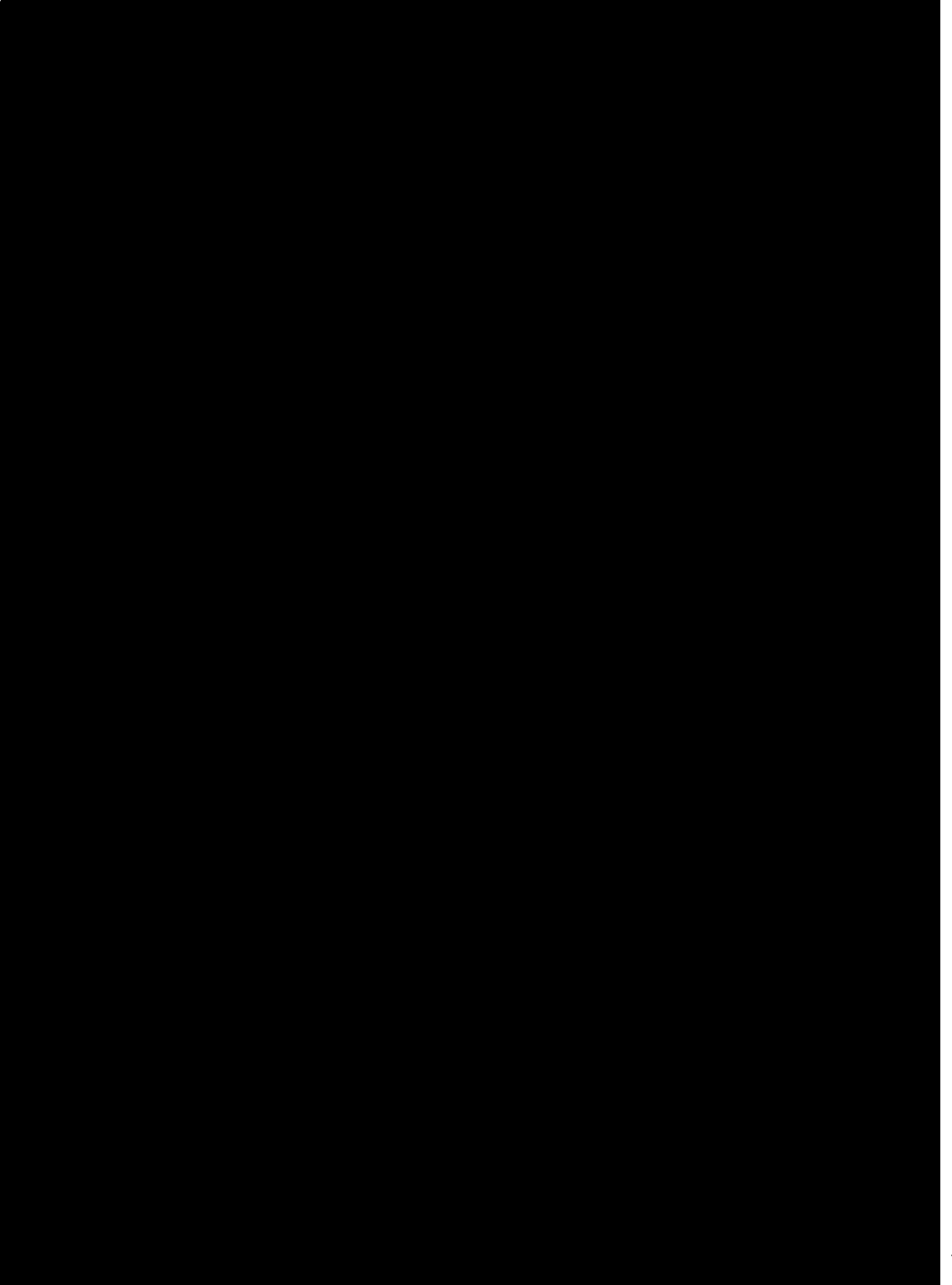
新R ㊶ JN 機G IV 01600 B



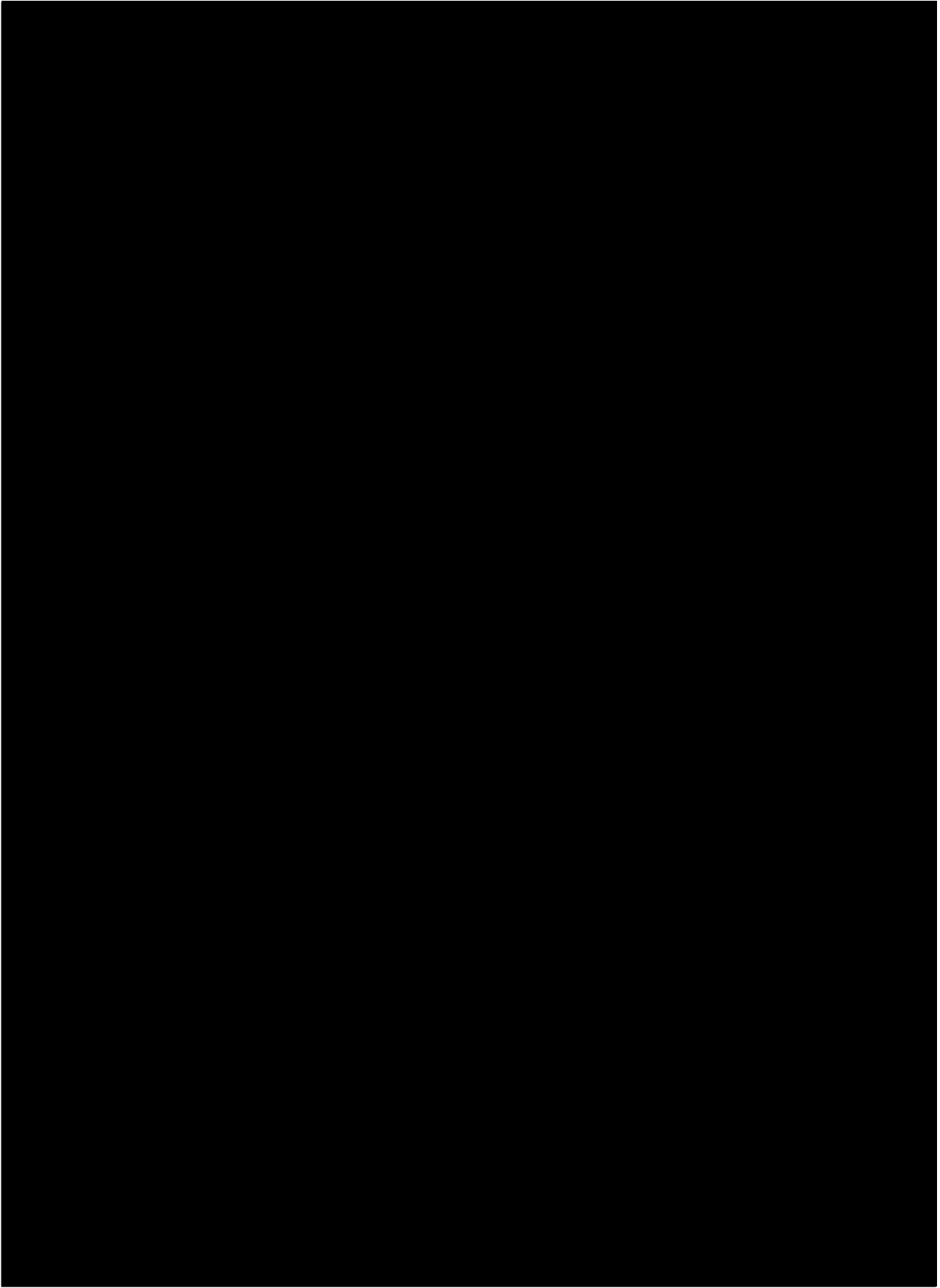
新 R ① JN 機 G IV 01601 B



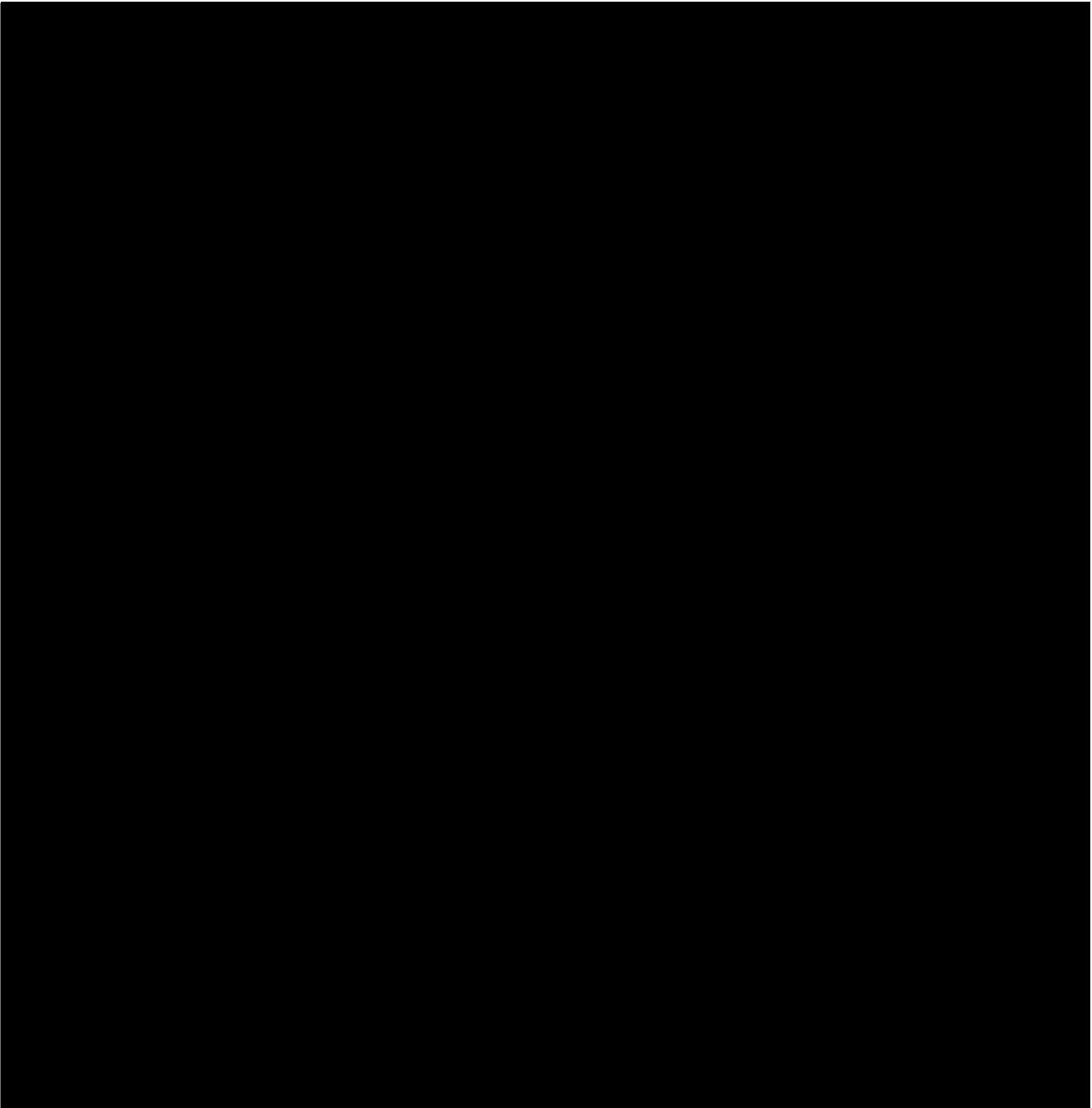
新 R ① JN 機 G IV 01602 B



新 R ① JN 機 G IV 01603 B



新 R ① JN 機 G IV 01604 B

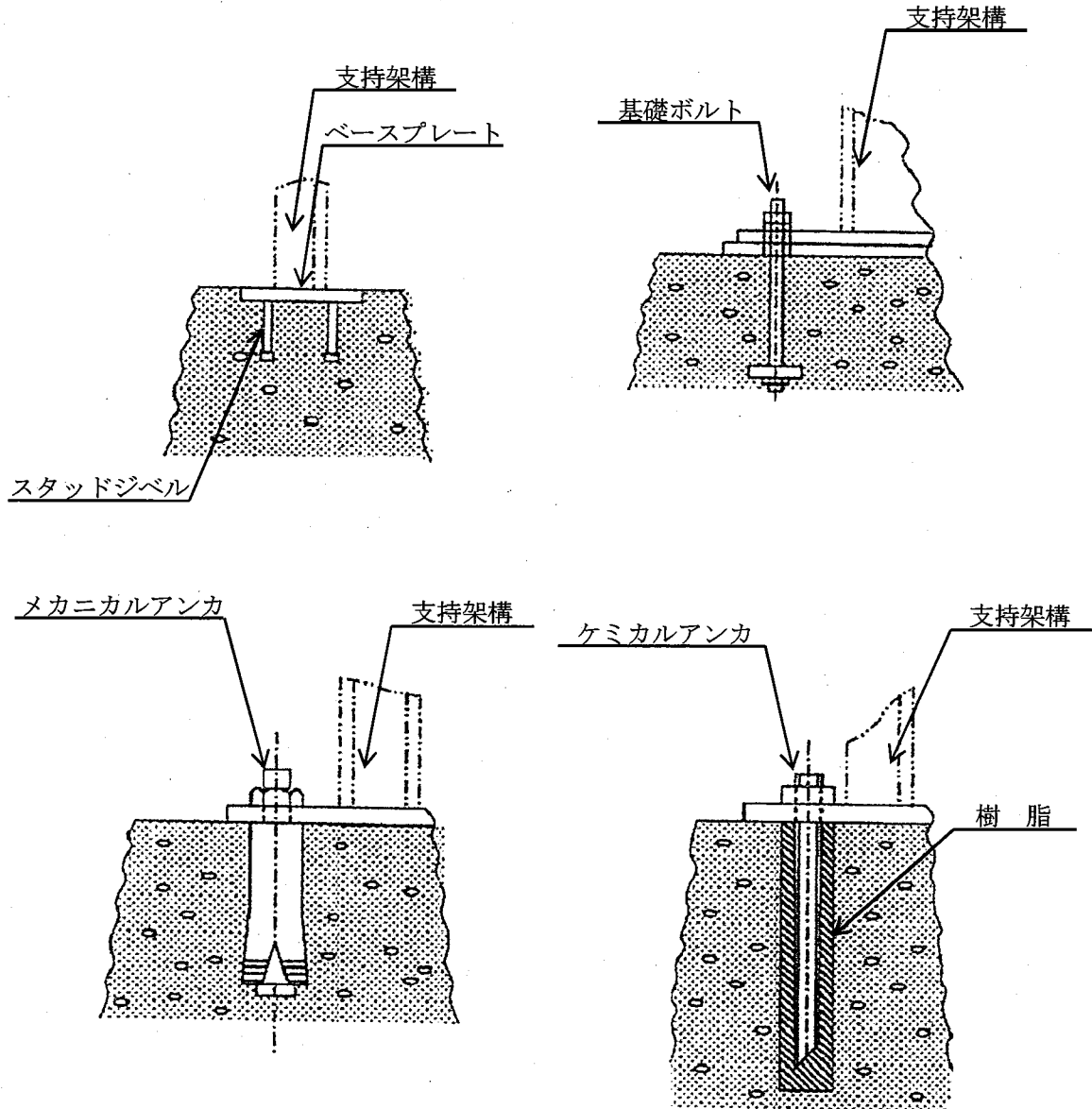


2.5 埋込金物の設計

2.5.1 概要

埋込金物は、支持装置あるいは支持架構を建屋側に取り付けるためのもので、コンクリート打設前に埋め込まれるものとコンクリート打設後に設置されるものがある。

埋込金物の概略図、埋込金物の代表形状を第2.5.1-1図に示す。



第 2.5.1-1 図 埋込金物の概略図

2.5.2 埋込金物の設計

(1) 設計方針

埋込金物は、支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え、支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。埋込金物の選定は、支持荷重及び配置を考慮して行う。

(2) 荷重条件

埋込金物の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。考慮する荷重は、支持する配管に従う。

(3) 種類及び選定

埋込金物は、コンクリート打設前に設置し、そのまま埋め込まれるものと、コンクリート打設後に後打アンカにより取り付けられるものとに分類され、施工時期に応じて適用する。

いずれの場合も支持装置又は支持架構を溶接により剛に建屋側に取り付ける。

コンクリート打設前に設置する埋込金物は、鋼板(以下「ベースプレート」という。)にスタッドジベルを溶接した埋込板、基礎ボルトで、用途及び荷重により数種類の形式に分類される。コンクリート打設後に支持装置及び支持架構の取付けが必要な場合は、メカニカルアンカ又はケミカルアンカを使用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持できる温度条件下で使用する。また、メカニカルアンカは振動が大きい箇所には使用しない。後打アンカの設計は、JEAG4601又は「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき設計を行い、アンカメーカーが定める施工要領に従い設置する。

2.5.3 基礎の設計

(1) 設計方針

配管の基礎は、支持構造物から加わる自重、地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、配管の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

(2) 荷重条件

基礎の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。考慮する荷重は、支持する配管に従う。

2.5.4 埋込金物の選定

埋込金物は、発生する荷重に基づき、タイプごとに定められた最大使用荷重を超えない範囲でタイプを選定する。

なお、最大使用荷重を超える場合であっても発生する荷重の作用状態による個別の強度評価により健全性の確認を行うことが可能である。

また、ケミカルアンカ及びメカニカルアンカを用いる場合には、使用箇所に発生する

荷重を許容できるものをカタログから選定する。

2.5.5 埋込金物の強度及び耐震評価方法

埋込金物の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

(1) 許容応力及び許容荷重

許容応力及び許容荷重は, JEAG4601に基づくものとする。

埋込金物における供用状態及び許容応力状態に対する許容応力及び許容荷重を第

2.5.5-1表に示す。

第2.5.5-1表 埋込金物における許容応力状態(供用状態)の許容応力及び許容荷重

許容応力 状態 (供用状態)	ベース プレート	スタッドジベル		コンクリート		
	曲げ応力 (MPa)	引張応力 ²⁾ (MPa)	せん断応力 (MPa)	引張荷重 ²⁾ (N)	せん断荷重 (N)	圧縮応力 (MPa)
(A, B)	f_b	f_t	f_s	$0.3 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.4 \times 0.5_{sc} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$\frac{F_c}{3}$
Ⅲ _A Ⅲ _{AS}	$1.5f_b$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$0.45 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.6 \times 0.5_{sc} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$2 \times \frac{F_c}{3}$
Ⅳ _A Ⅳ _{AS}	$1.5f_b^*$	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$	$0.6 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.8 \times 0.5_{sc} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$0.75 \times F_c$

注記1): $1.5f_b^*$, $1.5f_t^*$ 及び $1.5f_s^*$ はJSME S NC1, SSB-3121.3による。

2): 埋込板の評価では, コンクリート支圧による許容荷重が引張荷重による許容荷重より大きいことから, 引張荷重を許容荷重として設定する。

3): 許容値は, 常温における物性値を用いて算出する。

記号の説明

f_t : 許容引張応力	支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-3 121.1(1)により規定される値
f_s : 許容せん断応力	支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-3 121.1(2)により規定される値
f_b : 許容曲げ応力	支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-3 121.1(3)により規定される値
$F_c, A_c, s_c A, E_c$	(2)項の記号の定義による

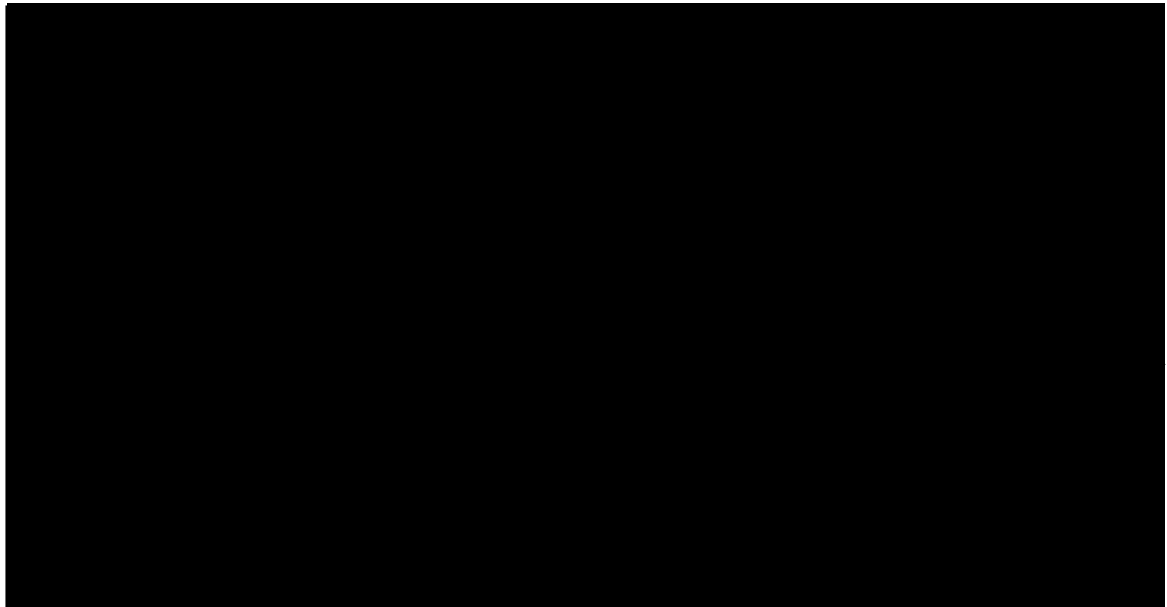
(2) 強度計算式

a. 記号の定義

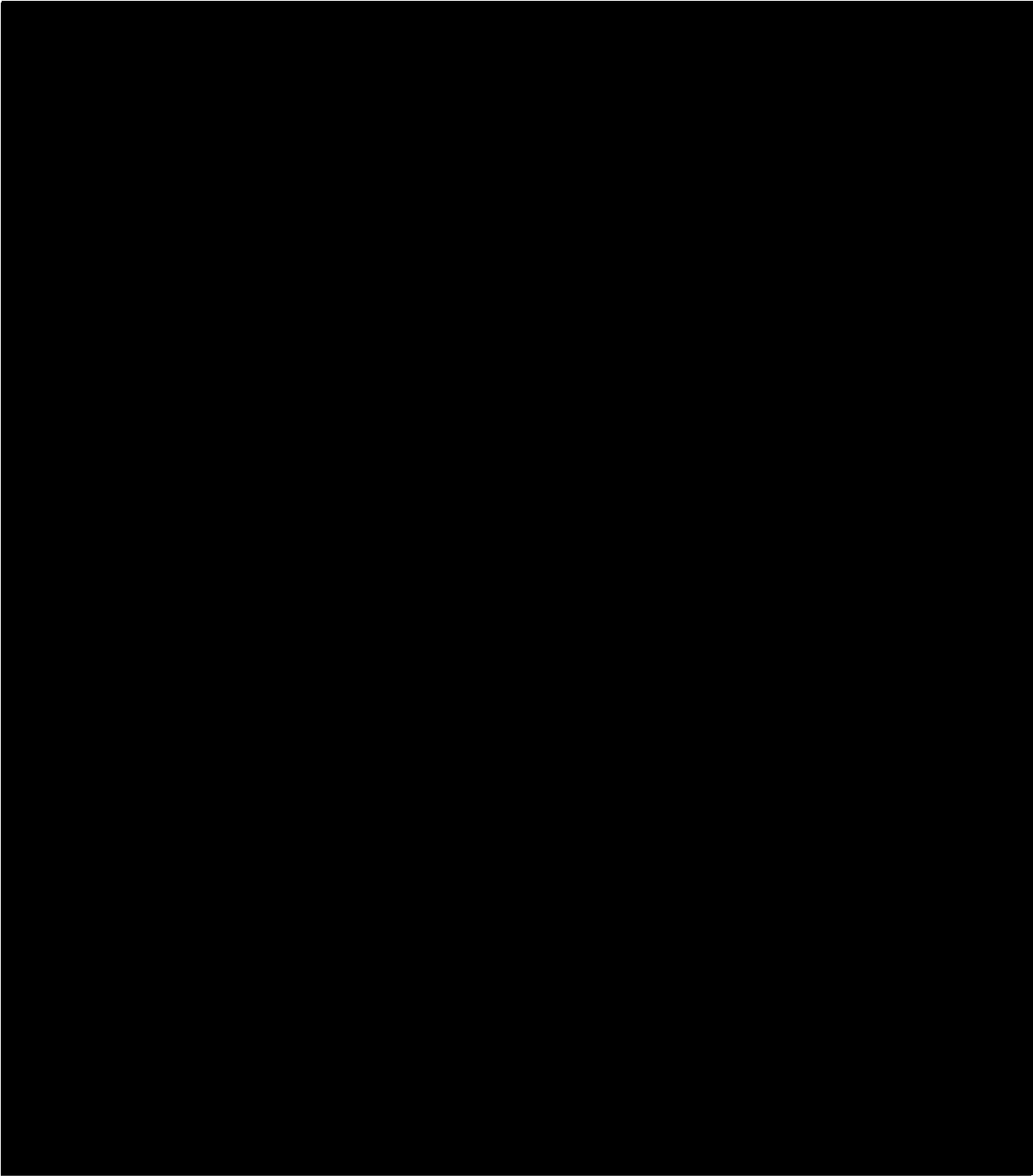
埋込金物の強度計算に使用する記号は, 下記のとおりとする。

記号	単位	定義
A_c	mm^2	コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積
a_t	mm^2	片側スタッドジベルの断面積
B	mm	ベースプレートの矩形短辺側の長さ
D	mm	ベースプレートの矩形長辺側の長さ
d_t	mm	スタッドジベルからベースプレート端までの距離
E_c	MPa	コンクリートの縦弾性係数
e	mm	偏心距離
F	MPa	ベースプレート及びスタッドジベルの基準許容応力
F_A	N	軸方向荷重
F_c	MPa (kgf/cm^2)	コンクリートの設計基準強度
F_x	N	X軸方向の荷重
F_y	N	Y軸方向の荷重
F_z	N	Z軸方向の荷重
f_b	MPa	ベースプレートの許容曲げ応力
f_s	MPa	スタッドジベルの許容せん断応力
f_t	MPa	スタッドジベルの許容引張応力
H	mm	支持架構の幅
L	mm	スタッドジベル間最大距離
M	$\text{N}\cdot\text{mm}$	曲げモーメント
M_x	$\text{N}\cdot\text{mm}$	X軸回りのモーメント
M_y	$\text{N}\cdot\text{mm}$	Y軸回りのモーメント
M_z	$\text{N}\cdot\text{mm}$	Z軸回りのモーメント
N	本	スタッドジベルの全本数

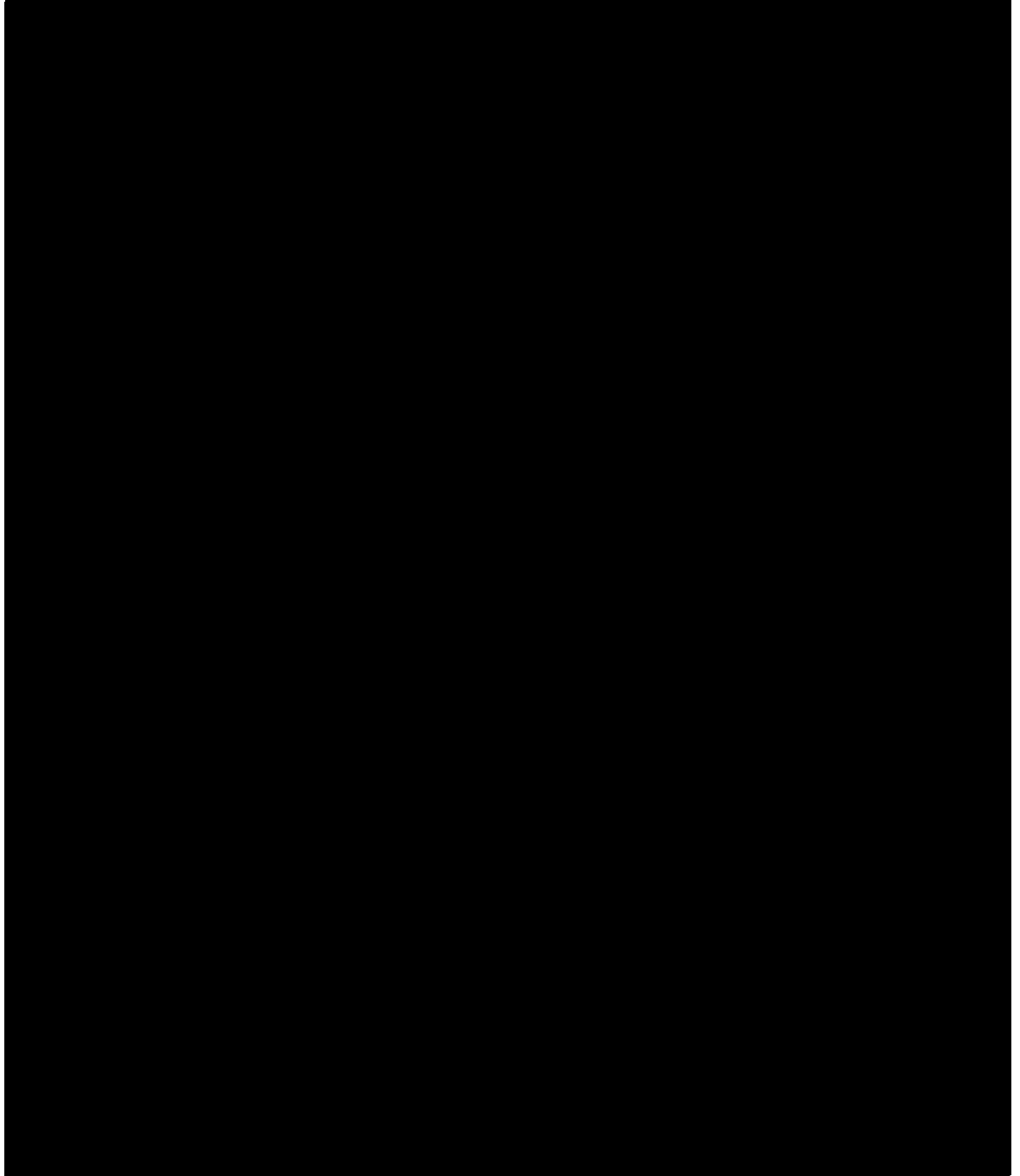
記号	単位	定義
N'	本	スタッドジベルの片側本数
n	—	ボルトの縦弾性係数とコンクリートの縦弾性係数との比
P	N	コンクリートのコーン状破壊における引張荷重
P_{ca}	N	コンクリートのコーン状破壊における許容引張荷重
Q	N	スタッドジベルのせん断荷重
$s_c A$	mm ²	スタッドジベル1本当たりの断面積
t	mm	ベースプレートの板厚
U	mm	支持金物の圧縮側柱面からベースプレート端までの距離
X_n	mm	圧縮側最外端部から中立軸までの距離
Z_t	N	スタッドジベルの引張力
η	mm ²	ベースプレートの曲げ応力評価式に用いる係数 ($a_t \cdot n$)
σ_b	MPa	スタッドジベルの引張応力
σ_c	MPa	コンクリートの圧縮応力
σ_{pc}	MPa	ベースプレートの圧縮側の曲げ応力
σ_{pt}	MPa	ベースプレートの引張側の曲げ応力
τ_b	MPa	スタッドジベルのせん断応力



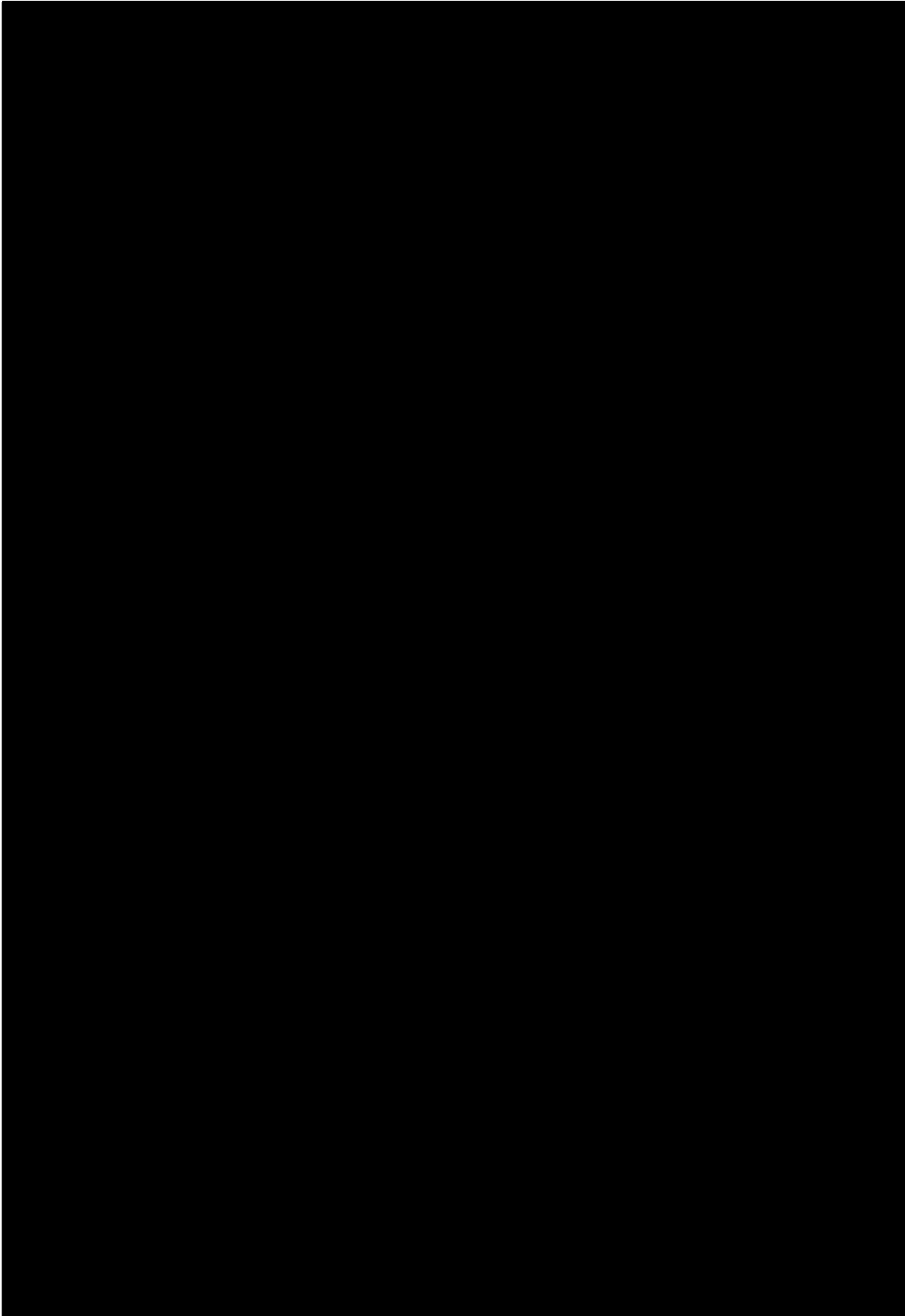
新R ① JN 機G IV 01610 B



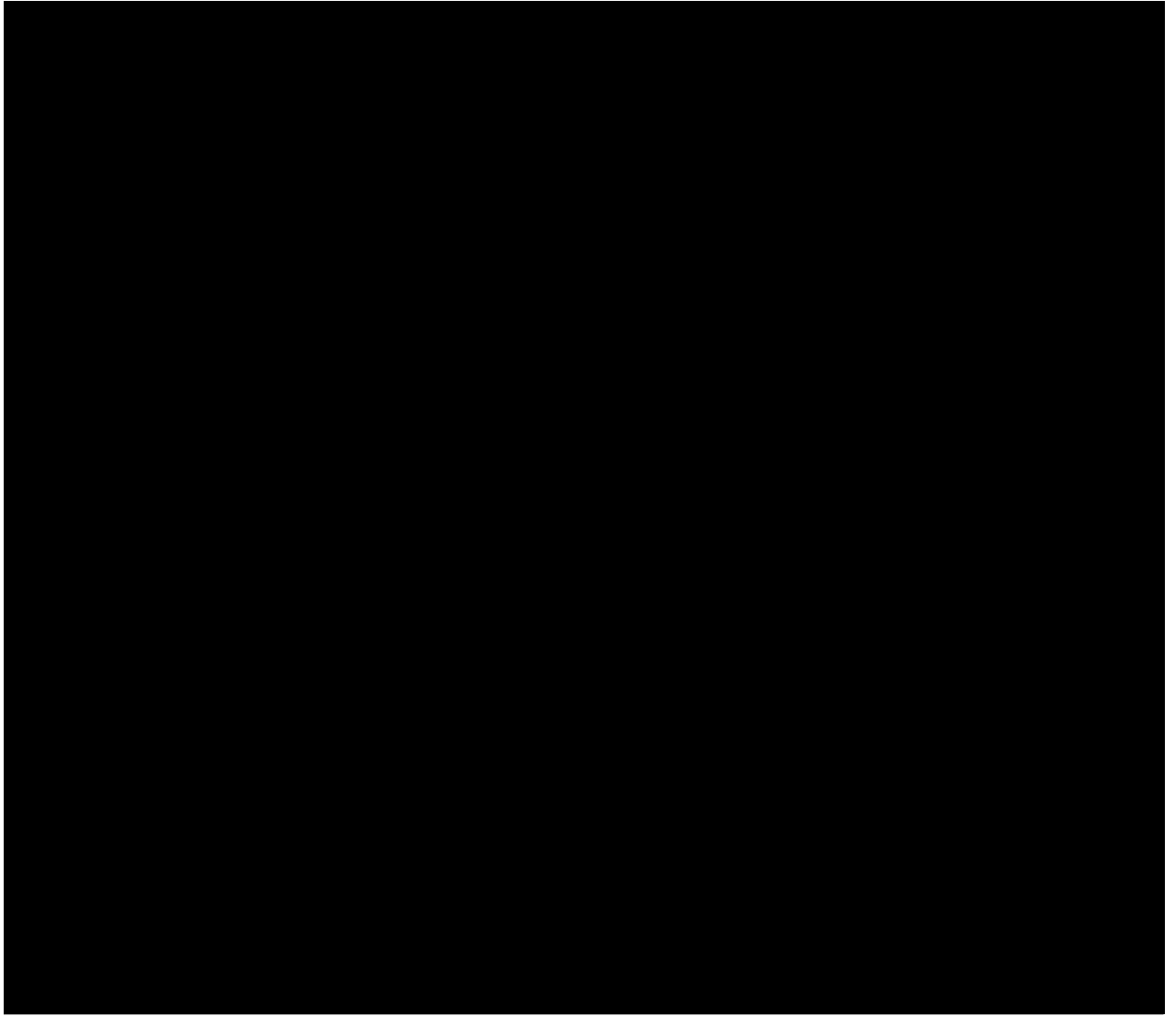
新R ① JN 機G IV 01611 B



新 R ① JN 機 G IV 01612 B



新R ① JN 機G IV 01613 B



3. その他の考慮事項

3.1 機器と配管の相対変位に対する考慮

機器と配管との相対変位に対しては、配管側のフレキシビリティでできる限り変位を吸収することとし、機器側管台部又は支持構造物に過大な反力を生じさせないように配管側のサポート設計において考慮する。

3.2 建屋・構築物との共振の防止

支持に当たっては据付場所に応じ、建屋・構築物の共振領域からできるだけ外れた固有振動数を持つよう考慮する。また、共振領域近くで設計する場合は地震応答に対して十分な強度余裕を持つようにする。

3.3 波及的影響の防止

耐震重要度における下位クラスの機器の破損によって上位クラスの機器に波及的影響を及ぼすことがないように配置等を考慮して設計するが、波及的影響が考えられる場合には、下位クラス機器の支持構造物は上位クラスに適用される地震動に対して設計する。

3.4 隣接する設備

配管が他の配管又は諸設備と接近して設置される場合は、地震、自重、熱膨張及び機械的荷重による変位があっても干渉しないようにする。保温材を施工する配管については、保温材の厚みを含めても干渉しないようにする。

3.5 材料の選定

材料選定に当たっては、使用条件下における強度に配慮し、十分な使用実績があり、材料特性が把握された安全上信頼性が高いものを使用する。

また、添付書類「IV-1-1-9 構造計画, 材料選択上の留意点」の材料の選択方針に基づき、ダクティリティを持つよう配慮する。

IV-1-1 1-1 別紙
各施設の配管標準支持間隔

安全冷却水 B 冷却塔の配管標準支持間隔

新 R ① JN 許 IV 01702 A

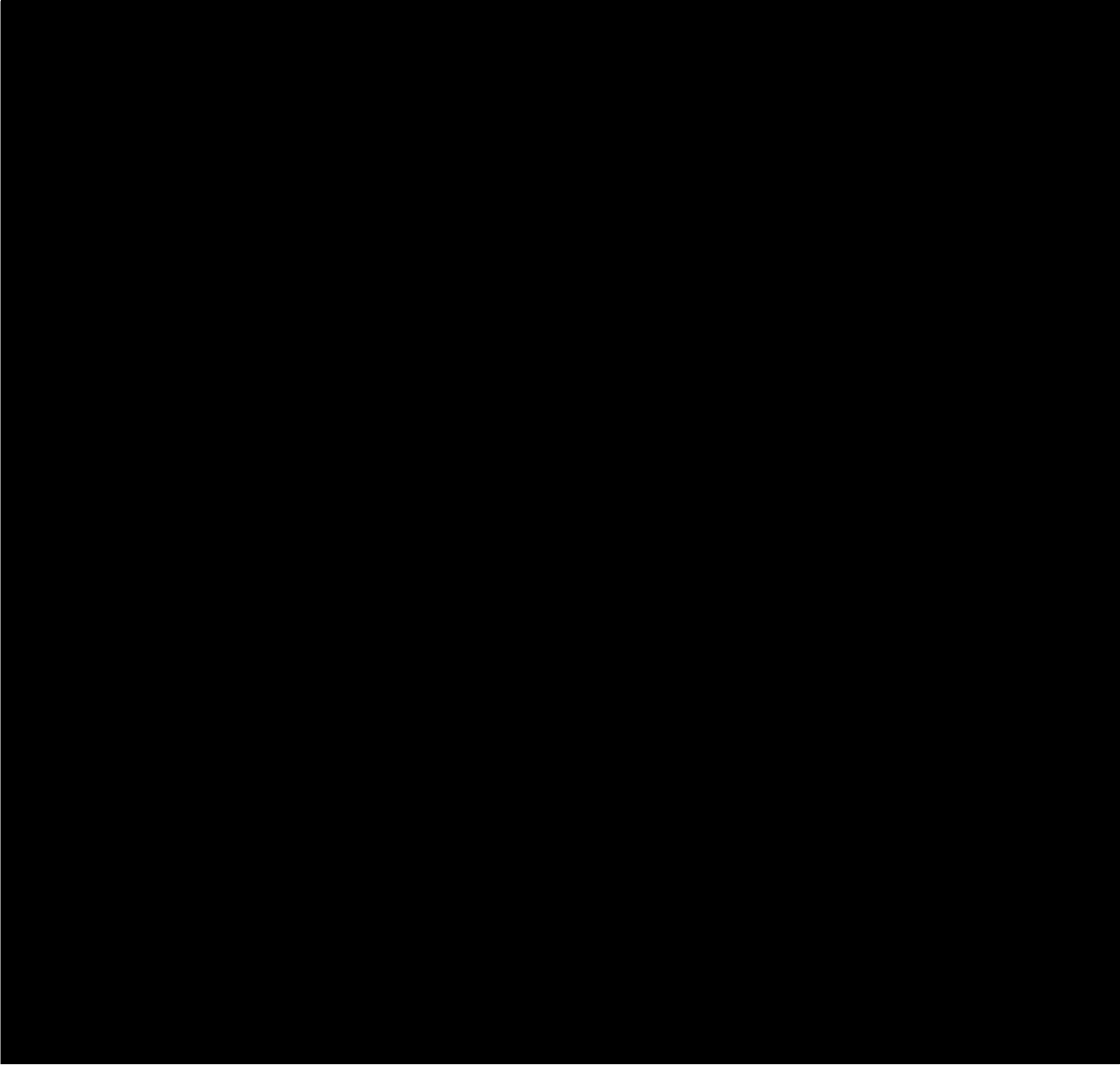
目 次

1. 概要	1
2. 直管部の支持間隔	2
2.1 解析モデル	2
2.2 解析方法	2
2.3 解析条件	2
2.3.1 配管設計条件	2
2.3.2 階層の区分	2
2.4 解析結果	2

1. 概要

本資料は,安全冷却水B冷却塔の全ての配管のうち耐震Sクラスの支持間隔を,添付書類「IV-1-1-11-1 配管の耐震支持方針」に基づき標準支持間隔法により算出した結果をまとめたものである。

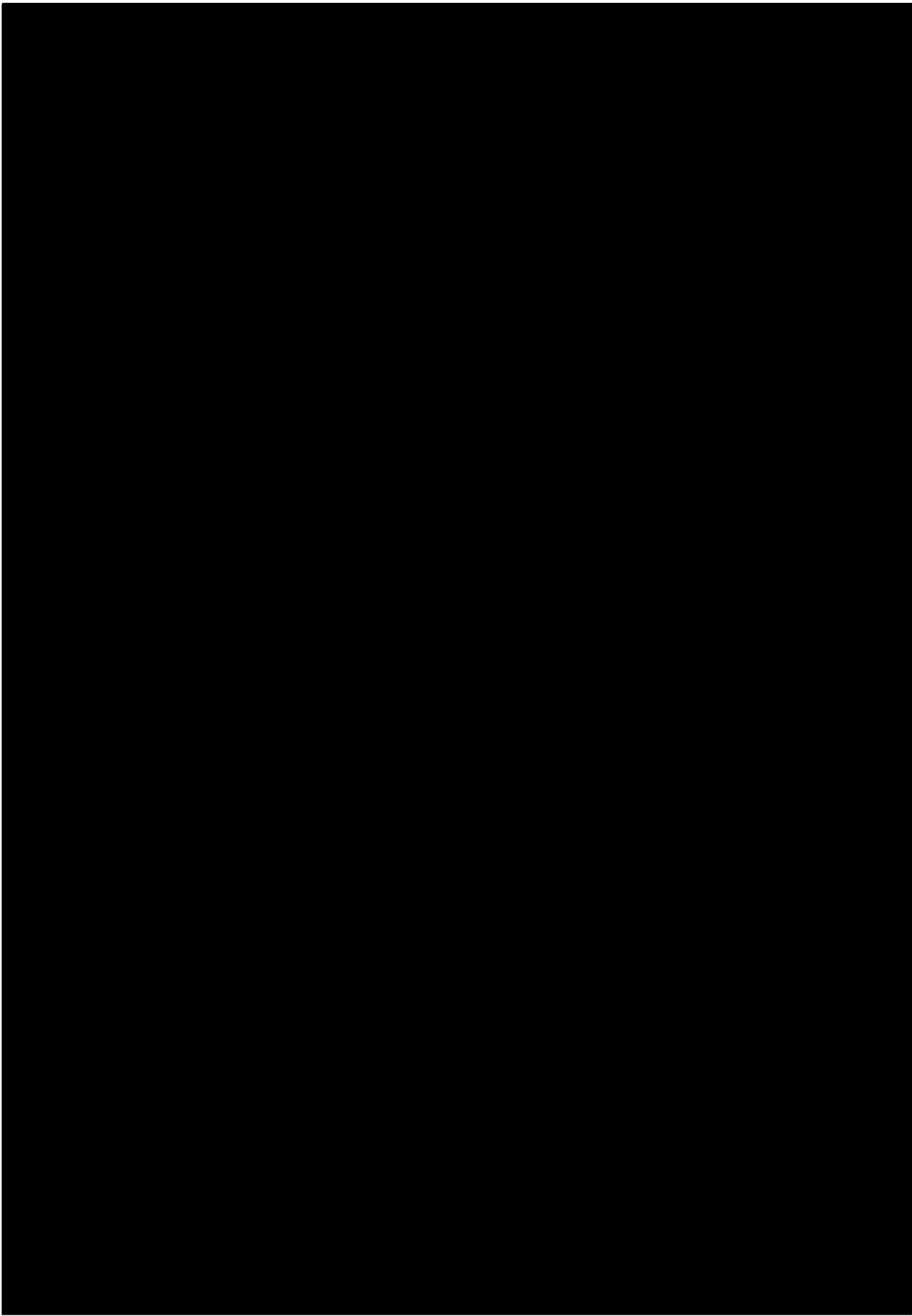
新 R ① JN 安コ IV 01705 B

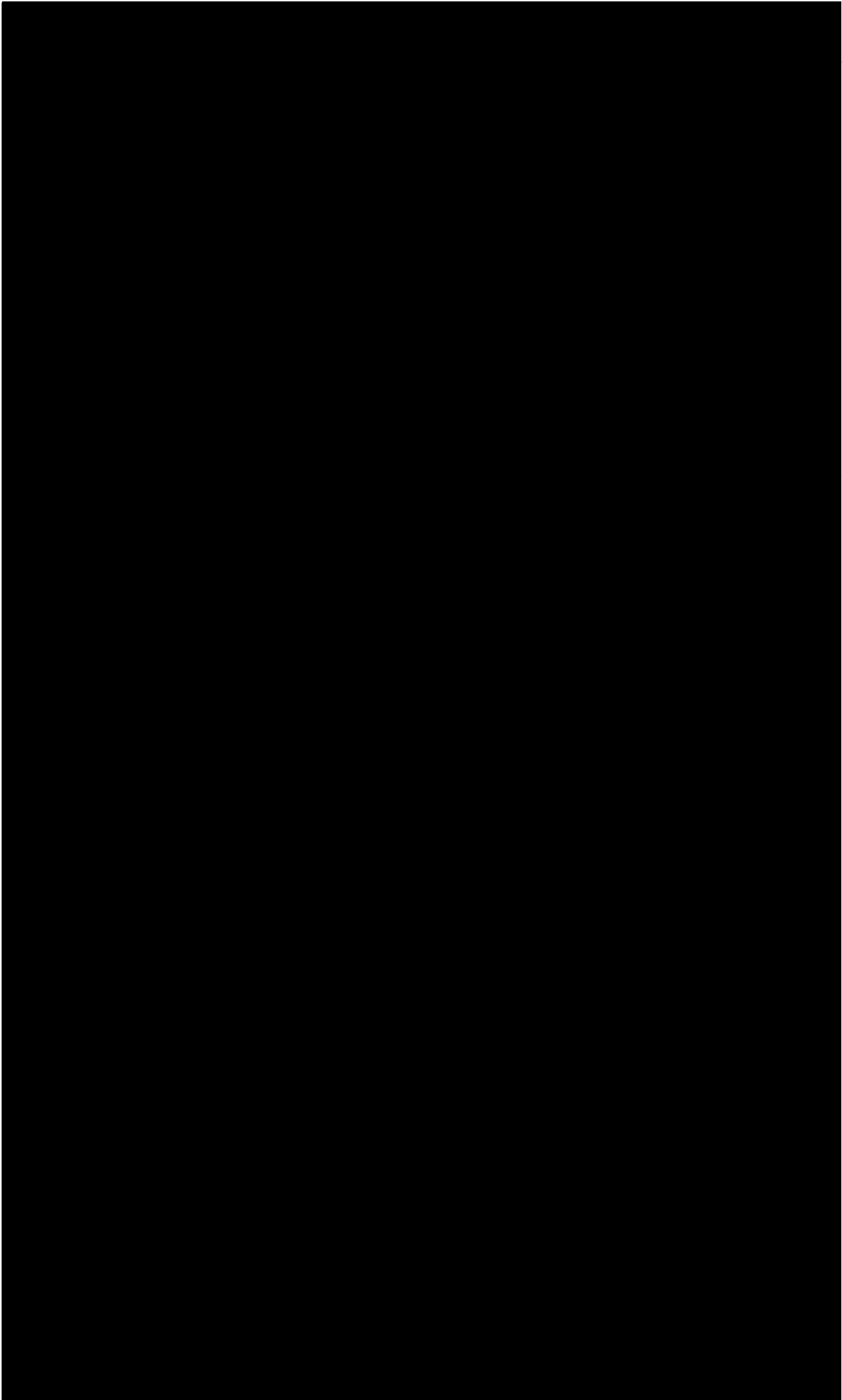


新 R ① JN 安ユ IV 01706 B



新 R ① JN 安コ IV 01707 A





IV-1-1-12 電気計測制御装置等 の耐震設計方針

目 次

1. 概要	1
2. 基本設計	1
3. 耐震設計方針	1
3.1 盤	3
3.2 器具	5
3.3 装置	7
3.4 電路類	8
3.5 既存資料の利用による耐震設計	10
4. 耐震支持方針	10
4.1 基本方針	10
4.2 支持構造物の設計方針	10

1. 概要

本方針は、電気計測制御装置(以下「電気計装品」という。)の耐震設計の基本方針を示したものである。

2. 基本設計

本方針で対象とする電気計装品は、耐震設計上の耐震重要度 S クラスに属する電気計装品及び常設耐震重要重大事故等対処設備に分類される電気計装品を対象とする。

ただし、下位の耐震重要度に属する電気計装品であっても地震力による構造上の損傷により、上位クラス施設の機能上の健全性に影響を与えるおそれのあるものについては、波及的影響を与えないよう構造的健全性の確認を行う。

電気計装品の区分及び適用範囲を第 2. -1 表に示す。

3. 耐震設計方針

電気計装品は、地震時及び地震後においても再処理施設を安全な状態に維持できるものでなくてはならない。したがって、地震による再処理施設の安全性に対する影響を考慮して、耐震設計上の重要度に応じて電気計装品の耐震設計を行う。

第 2. -1 表において区分した 4 種類に対する具体的な設計方針を以下に示す。

第2.-1表 電気計装品の区分及び適用範囲

区分	定義	適用範囲	対象例
盤	電気計装品の一部で、鋼材、鋼板等によって作られた構造物で器具、ケーブル等を含み、電気系、計装系の信号の処理、制御及び操作系の保護、開閉並びに電力の変換等の機能をもっているものをいう。	盤本体の他にチャンネルベース、盤とチャンネルベース取付ボルト及び基礎ボルトまで含む。	中央制御盤類、閉鎖配電盤、パワーセンタ、コントロールセンタ、計装ラック、現場操作盤、静止形インバータ、蓄電池用充電器等
器具	電気計装品において取扱われる信号又は電力に対し、検出、変換、演算、制御等の操作を行い、電気系、計装系の機能を作り出す要素をいう。これらは盤類に取付けられ、あるいは所定の取付場所に設置される。	発信器、検出器等のように計装配管に取り付けられたり、現場に支持金物で据え付けられるものはその取付金物まで含む。	各種検出器、発信器、保護継電器、制御継電器、演算器、スイッチ、遮断器、指示計、計器用変成器、変流器等
装置	電力の変換、あるいはエネルギーの変換を目的とした電気計装品の一部をいう。	ディーゼル発電機は発電機本体及び基礎ボルトを含む。蓄電池は接続導体、架台及び基礎ボルトまで含む。	変圧器、ディーゼル発電機、電動発電機、蓄電池等
電路類	電線、ケーブル、導体等の形で電流が通じている回路が、鋼板その他の材料で構成された支持及び保護の役目をする構造物に収納されている場合、その構造物及び電気回路を含めて電路類という。	ケーブルトレイ、バスダクト、電線管等の支持構造物及び埋込金物を含む。計装配管は止め弁以降の計装配管、支持構造物及び埋込金物を含む。	ケーブルトレイ、バスダクト、電線管、ケーブルペネトレーション、計装配管等

3.1 盤

盤は設計用地震力に対して構造的，機能的健全性を確認する。

解析モデル化が可能で解析が容易である場合は「振動特性解析による方法」を採用し，解析モデル化が不可能な場合若しくは解析モデル化が可能であっても実験によって耐震性を検定するのが容易な場合は，「振動特性試験による方法」等を採用する。

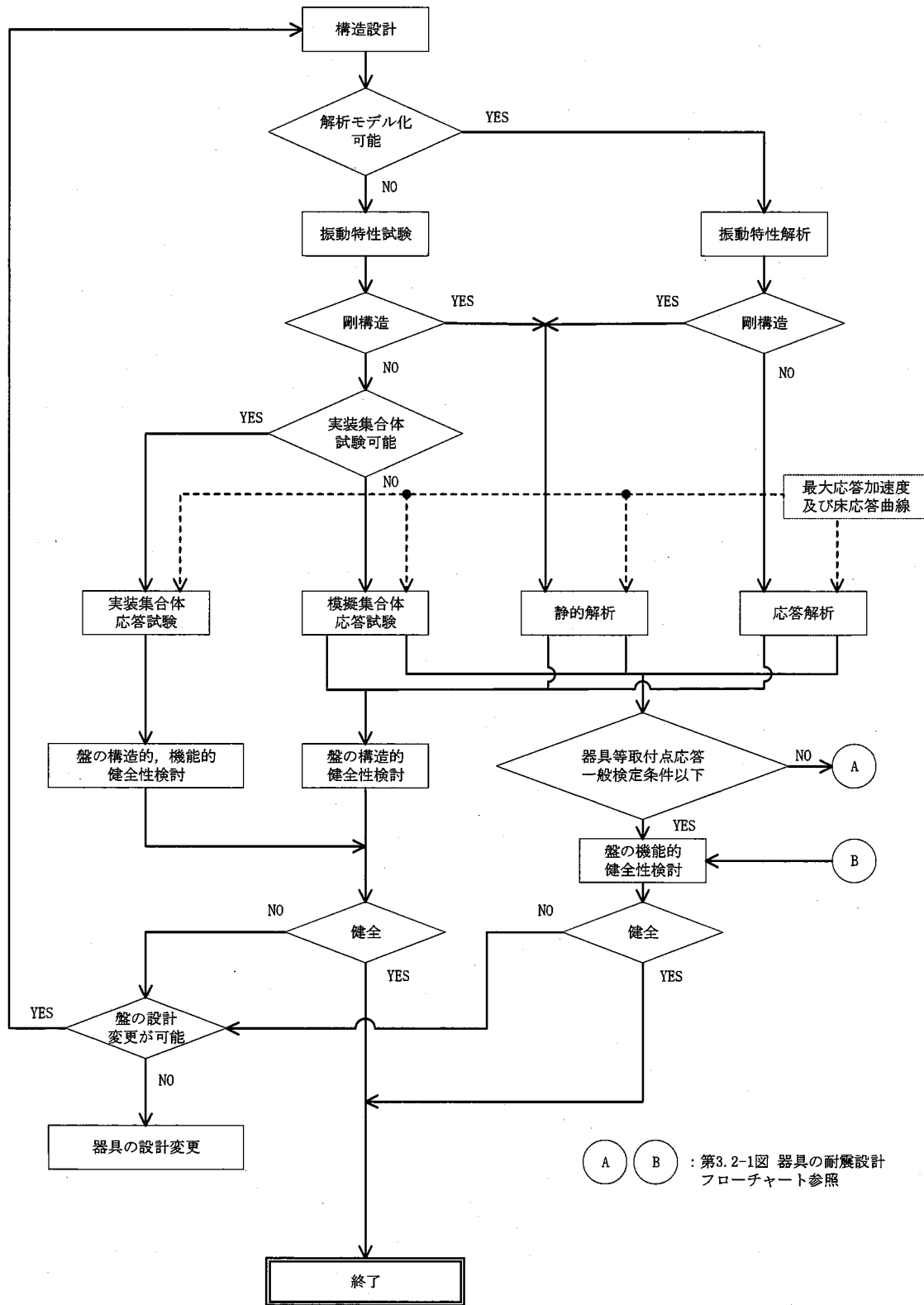
振動特性解析又は振動特性試験等によって剛構造かどうかを判定し，剛構造であれば静的解析により構造及び機能的健全性を確認する。剛構造でない場合は，応答解析又は応答試験を実施する。

応答試験による場合は，取付けられる器具を実装して行うことが容易な場合には，実装集合体応答試験により構造的，機能的健全性を確認する。

また，器具を実装して行うことが困難な場合には物理的，構造的に実物を模擬したものを取付けた模擬集合体応答試験を行い構造的健全性を確認するとともに，模擬器具取付点の応答を測定し，器具の単体で検定された検定スペクトルと比較することにより機能的健全性を確認する。

応答解析による場合は，解析により構造的健全性を確認するとともに器具の取付点の応答と器具単体で得られた検定スペクトルとを比較することにより，機能的健全性を確認する。

第3.1-1図に盤の耐震設計フローチャートを示す。



A B : 第3.2-1図 器具の耐震設計フローチャート参照

第 3.1-1 図 盤の耐震設計フローチャート

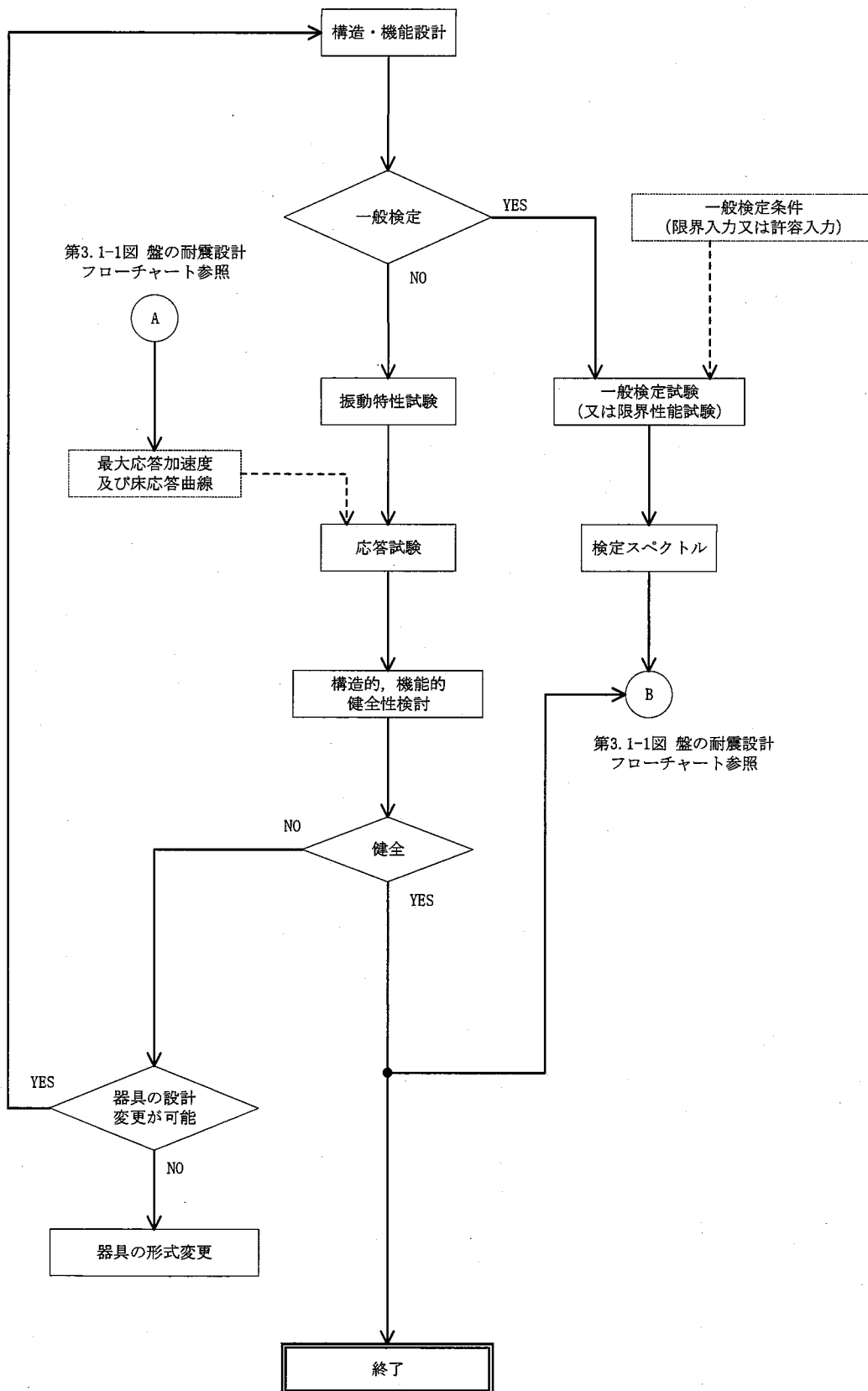
3.2 器具

耐震設計を要する器具は，その誤作動により施設の安全性を損なうことのないように器具の選択を行う。

器具は，構造的，機能的健全性を保持し得る限界入力，又は許容入力値を求める一般検定試験(又は限界性能試験)を行い，検定スペクトルを求め，これと取付け位置の応答とを比較することにより耐震性を判定する。一般検定試験を行えない場合は，器具取付け位置の動的入力によって応答試験を行うことにより耐震性を判定する。

器具の中で，計器用変成器等のように剛体と見なせるものであつて構造的に健全であれば，その機能が維持されるものについては装置と同様に静的解析を行つて構造的健全性を確認する。

第3.2-1図に器具の耐震設計フローチャートを示す。



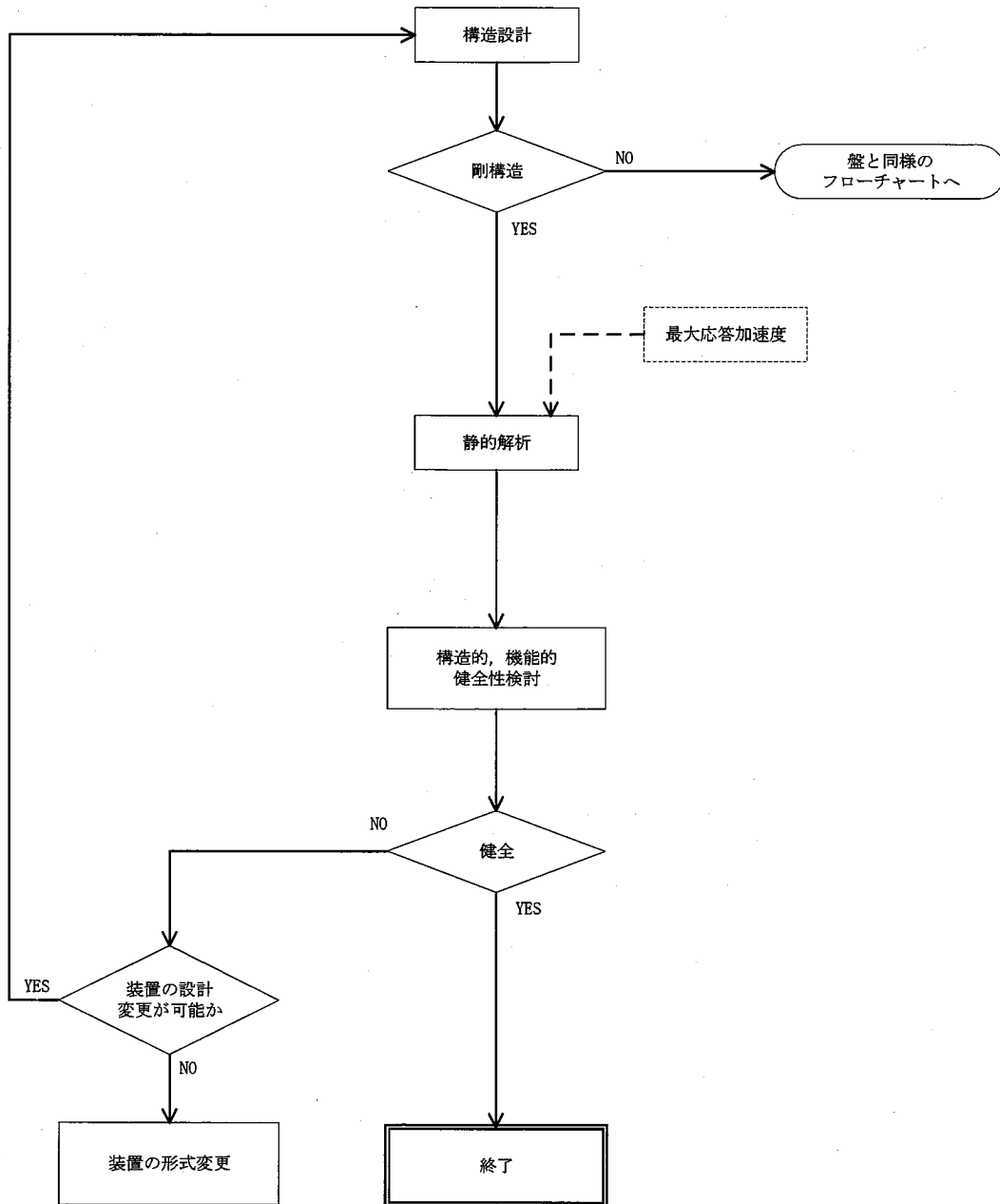
第 3.2-1 図 器具の耐震設計フローチャート

3.3 装置

装置は、一般的に剛構造であり、構造強度を有していれば機能は維持できる。したがって、その耐震性は静的解析を行って、構造的健全性を確認する。

ただし、剛構造と認められない場合は、盤の設計方法に準じてその構造的、機能的健全性の確認を行う。

第 3.3-1 図に装置の耐震設計フローチャートを示す。



第 3.3-1 図 装置の耐震設計フローチャート

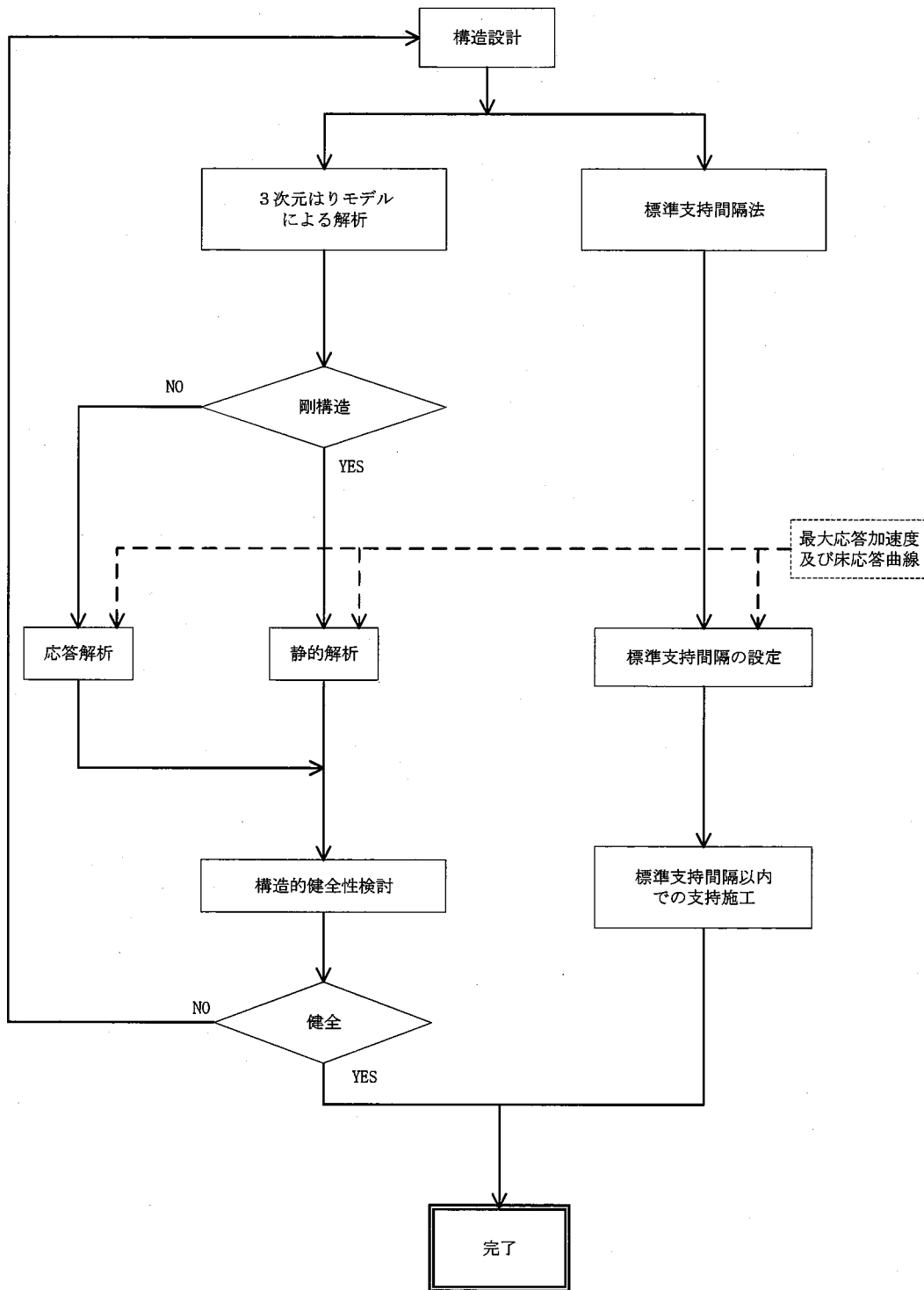
3.4 電路類

電路類は、構造的に健全であれば機能が維持されることから構造的検討を行う。この際に、電路類を支持する支持構造物の支持間隔が、据付位置での静的又は動的地震力による応力によって定めた標準支持間隔において算出された最大支持間隔より小さくなることで、構造的健全性を確認する。

第3.4-1図に電路類の耐震設計フローチャートを示す。

また各建屋間、建屋と建屋外地盤とにまたがって設置されるものについては、それらの地震時の相対変位を吸収できる構造とする。

熱膨張等を考慮しなければならないものについては、その荷重に対して構造的健全性を確認する。



第 3.4-1 図 電路類の耐震設計フローチャート

3.5 既存資料の利用による耐震設計

電気計装品の耐震設計は、3.1～3.4の設計方針に加えて、既に振動実験若しくは解析が行われており、かつ、その電気計装品が本再処理施設に使用されるものと同等又は類似と判断される場合には、その実験データ若しくは解析値を利用して耐震設計を行う。

4. 耐震支持方針

4.1 基本方針

電気計装品の耐震支持方針は下記によるものとする。

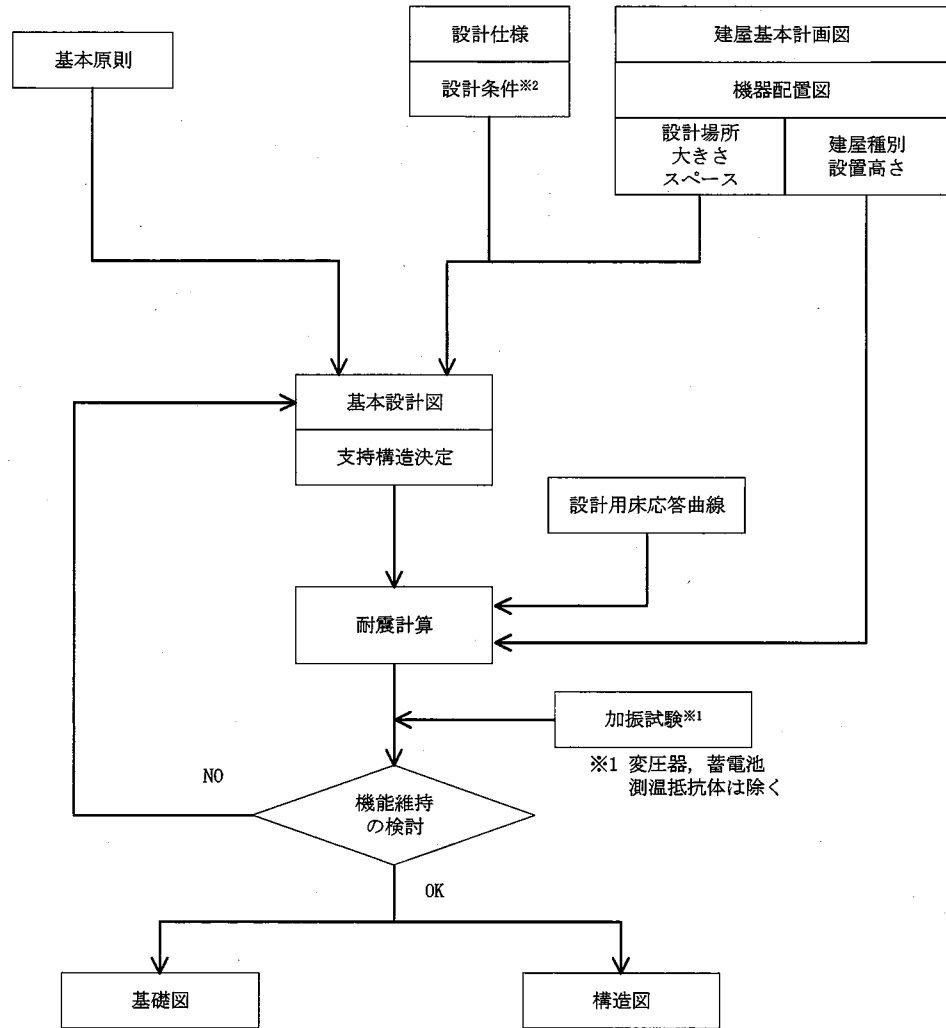
- (1) 電気計装品は取付ボルト等により支持構造物に固定される。支持構造物は、剛な床、壁面等から支持することとする。
- (2) 支持構造物を含め十分剛構造とすることで建屋との共振を防止する。
- (3) 剛性を十分に確保できない場合は、振動特性に応じた地震応答解析により、応力評価に必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- (4) 地震時に要求される電氣的機能を喪失しない構造とする。

4.2 支持構造物の設計方針

電気計装品の配置、構造計画に際しては、設置場所の環境条件、現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行い、電気計装品類の特性、運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等についての配慮を十分加味した耐震設計を行うよう考慮する。

支持構造物の耐震設計フローチャートを第4.2-1図に示す。

支持構造物の設計は、建屋基本計画及び電気計装品の基本設計条件等から配置設計を行い、耐震解析、機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し、詳細設計を行う。



※2 環境条件，現地施工性及び運転操作・保守点検時の配慮含む。

第 4. 2-1 図 支持構造物の耐震設計フローチャート

4.2.1 支持構造物

(1) 盤

a. 設計方針

盤に実装される器具は器具取付ボルトにより盤に固定する。

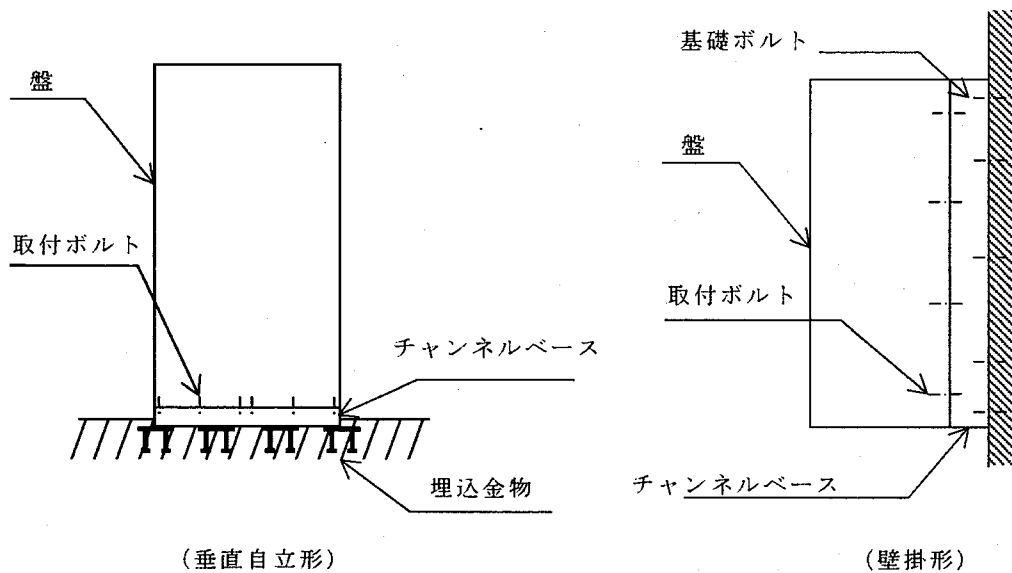
盤には垂直自立形と壁掛形があり，鋼材及び鋼板を組み合わせたフレーム及び筐体で構成される箱型構造とする。

垂直自立形の盤は，基礎に埋め込まれた埋込金物に溶接又は基礎ボルトで固定されたチャンネルベースに取付ボルトで固定することにより自重及び地震荷重に対し，有効な支持機能を有するよう設計する。

壁掛形の盤は基礎ボルトにより，あるいは基礎に埋め込まれた埋込金物又は基礎ボルトで固定されたチャンネルベースに取付ボルトで固定することにより自重及び地震荷重に対し，有効な支持機能を有するよう設計する。

b. 荷重条件

荷重の種類及び組合せについては添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。



(2) 架台

a. 設計方針

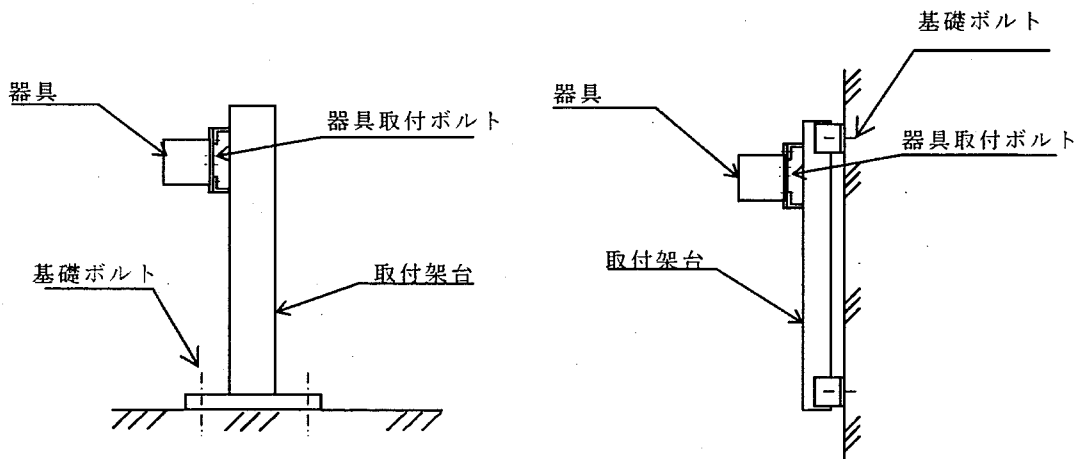
架台に実装される器具は取付ボルト等により架台に固定する。

架台は鋼材を組合せた溶接構造又はボルト締結構造とし、自重及び地震荷重に対し、機能低下を起こすような変形を起こさないよう設計する。

架台は基礎ボルトにより、あるいは埋込金物に固定することにより自重及び地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。

b. 荷重条件

荷重の種類及び組合せについては添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。



(3) 埋込金物

a. 設計方針

埋込金物は、支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え、支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。埋込金物の選定は、支持荷重及び配置を考慮して行う。

b. 荷重条件

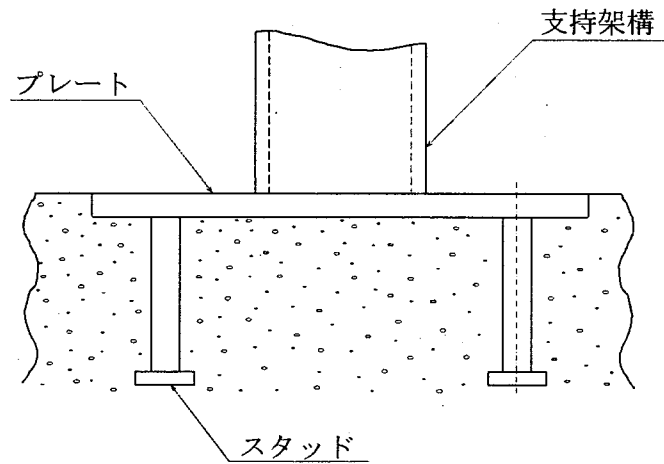
荷重の種類及び組合せについては添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

c. 種類及び選定

埋込金物には下記の種類があり、それぞれの使用用途にあわせて選定する。

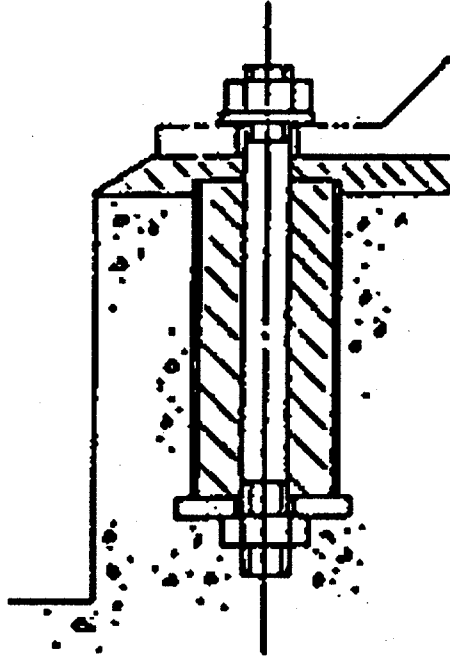
(a) 埋込金物形式

機器の配置計画時に基礎との取合い形状が確定できない場合に使用する。



(b) 基礎ボルト形式

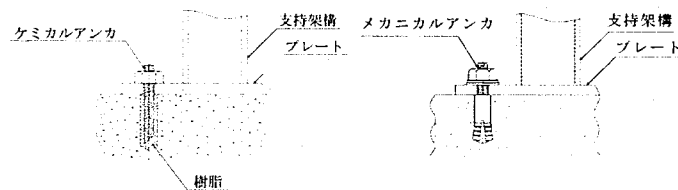
機器の配置計画時に基礎との取合い形状が確定できる場合に使用する。



(c) 後打ちアンカ

打設後のコンクリートに穿孔機で孔をあけて設置するもので、ケミカルアンカ又はメカニカルアンカを使用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持できる温度条件で使用する。また、メカニカルアンカは振動が大きい箇所に使用しない。

後打ちアンカの設計は、「各種合成構造設計指針・同解説」（日本建築学会，2010年改定）又はJEAG4601・補-1984に基づき設計する。また、アンカメーカーが定める施工要領に従い設置する。



(4) 基礎

a. 設計方針

電気計装品の基礎は、支持構造物から加わる自重、地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、電気計装品の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

b. 荷重条件

基礎の設計は、電気計装品から伝わる荷重に対し、荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

IV-2 再処理施設の耐震性に 関する計算書

IV-2-1 再処理設備本体等に係る 耐震性に関する計算書

IV-2-1-1 建築・構築物

IV-2-1-1-1 安全冷却水 B 冷却塔 の耐震性に関する計算書

a. 安全冷却水 B 冷却塔の
地震応答計算書

目 次

1.	概要	1
2.	基本方針	2
2.1	位置	2
2.2	構造概要	3
2.3	解析方針	5
2.4	適用規格・基準等	7
3.	解析方法	8
3.1	地震応答解析に用いる地震動	8
3.2	地震応答解析モデル	39
3.3	建物・構築物の入力地震動	52
3.4	解析方法	62
3.5	解析条件	63
3.6	材料物性のばらつき	64
4.	解析結果	68
4.1	動的解析	68

1. 概要

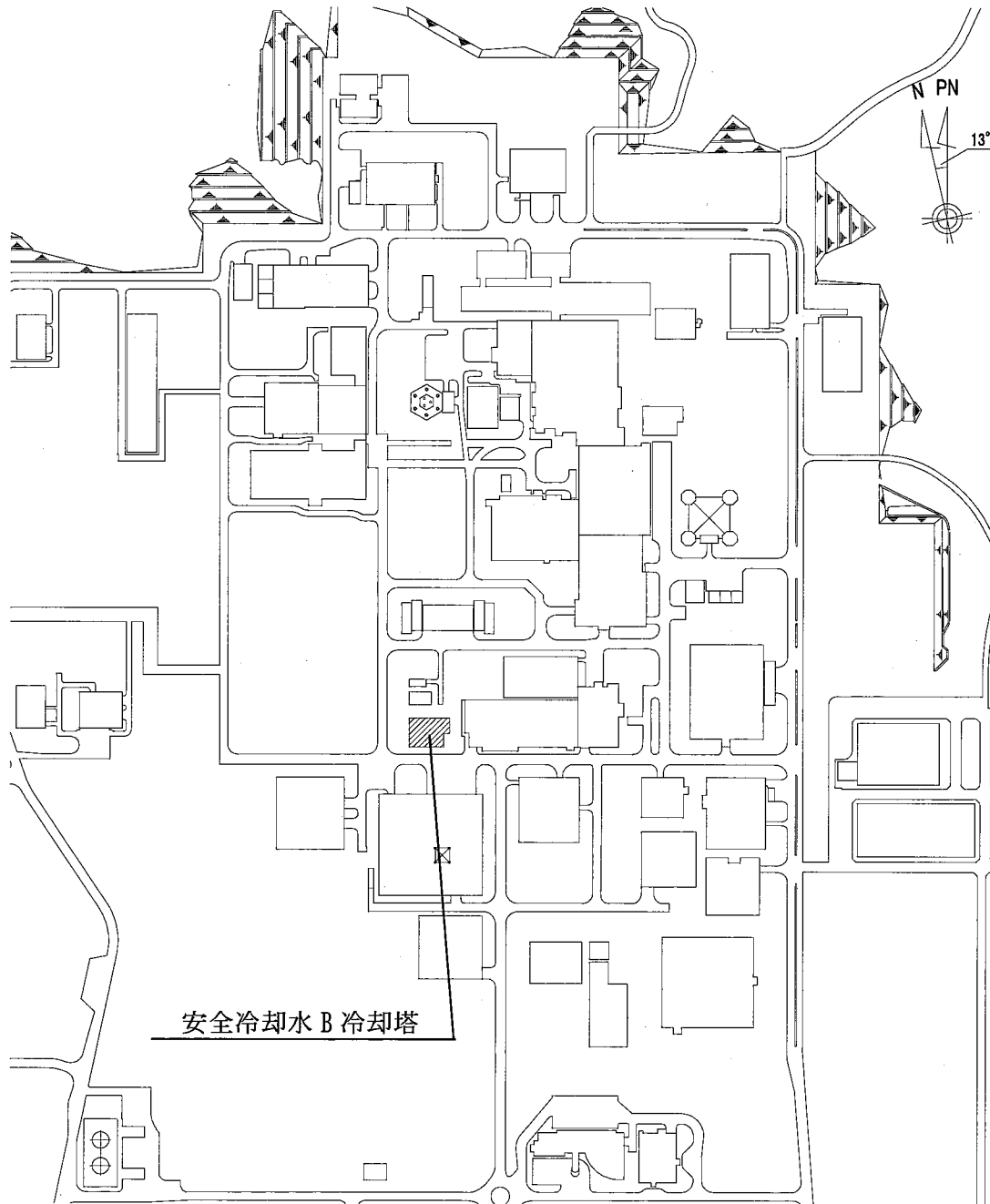
本資料は、添付書類「耐震設計の基本方針」、 「地盤の支持性能に係る基本方針」及び「地震応答解析の基本方針」に基づく安全冷却水 B 冷却塔の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析により算出した各種応答値は、添付書類「機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力として用いる。

2. 基本方針

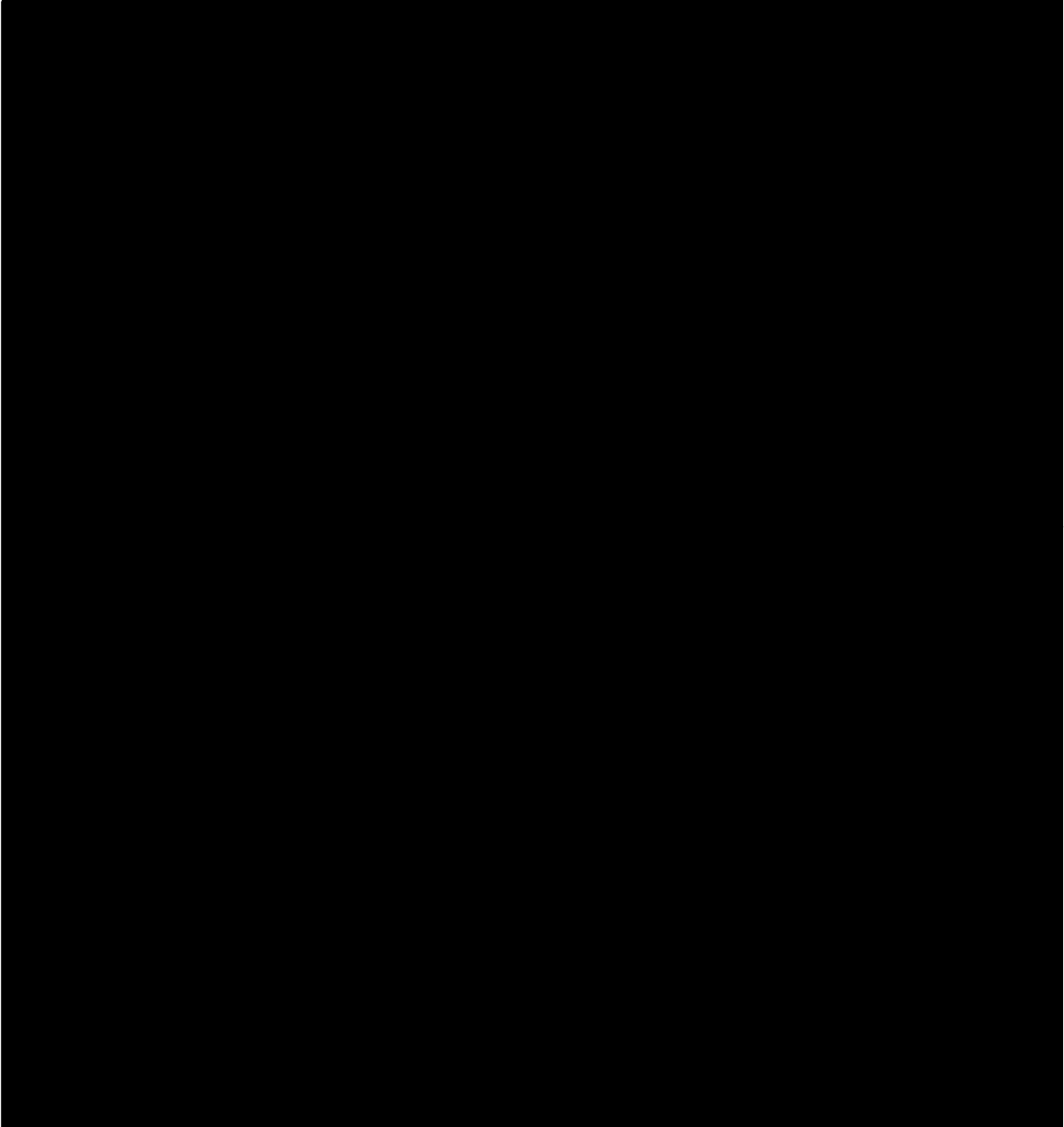
2.1 位置

安全冷却水 B 冷却塔の設置位置を第 2.1-1 図に示す。

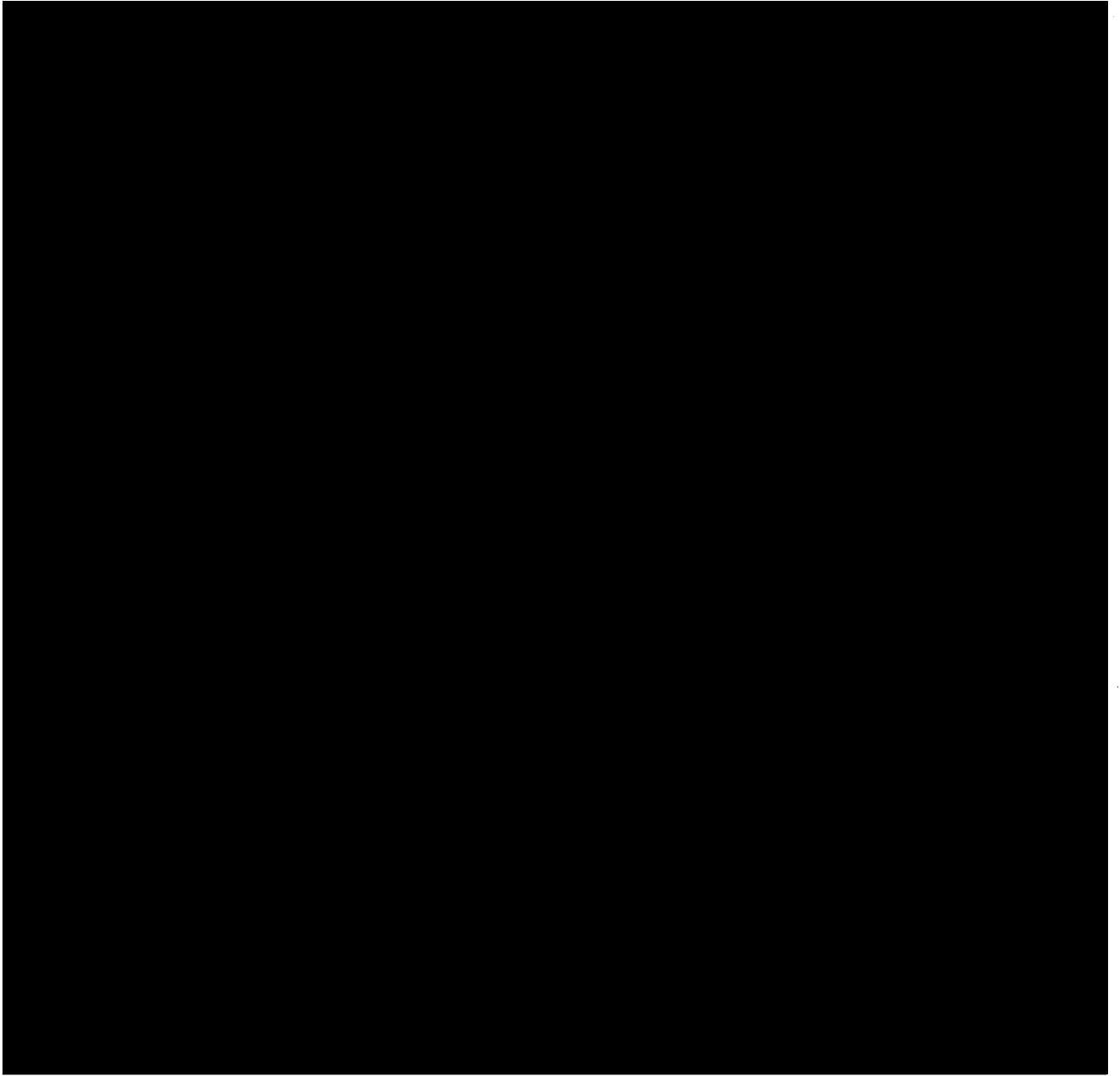


第 2.1-1 図 安全冷却水 B 冷却塔の設置位置

新 R ① JN 耐技 IV 02209 B



新 R ① JN 耐技 IV 02210 A

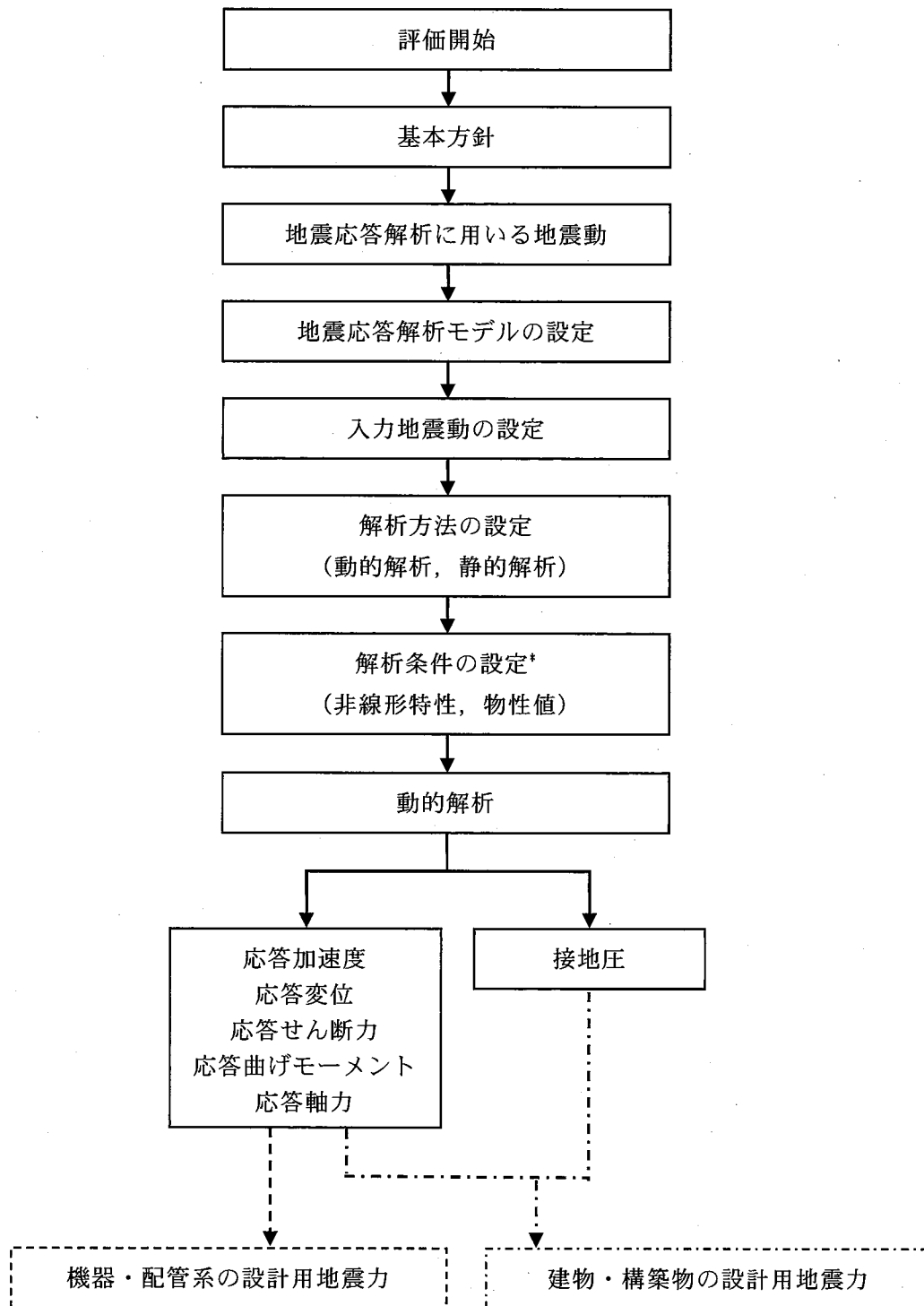


2.3 解析方針

安全冷却水 B 冷却塔の地震応答解析は、添付書類「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

第 2.3-1 図に安全冷却水 B 冷却塔の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデル及び「3.1 地震応答解析に用いる地震動」に基づき、「3.3 建物・構築物の入力地震動」において設定した入力地震動を用いて実施することとし、「3.4 解析方法」、「3.5 解析条件」及び「3.6 材料物性のばらつき」に基づき、「4.1 動的解析」においては、接地圧を含む各種応答値を算出する。



* : 材料物性のばらつきを考慮する。

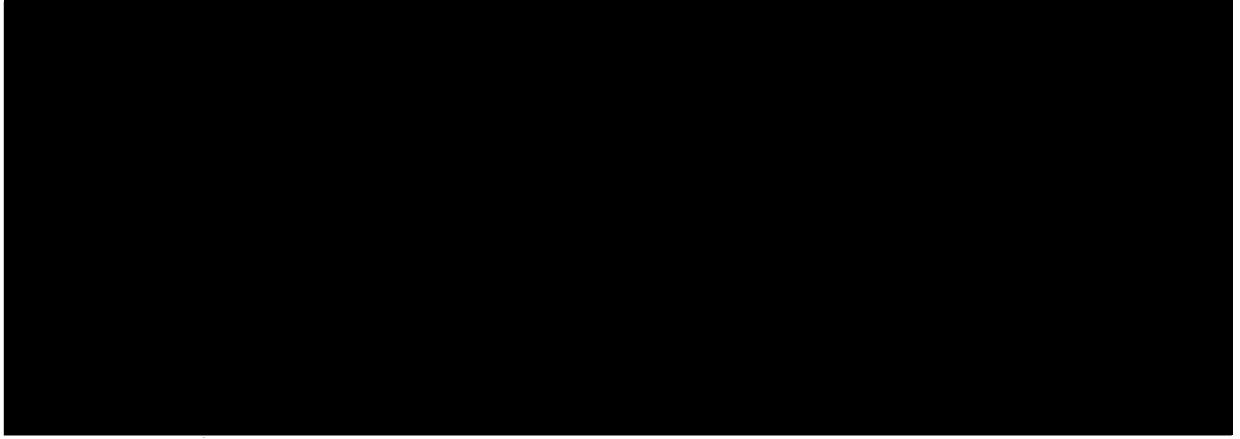
第 2.3-1 図 安全冷却水 B 冷却塔の地震応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

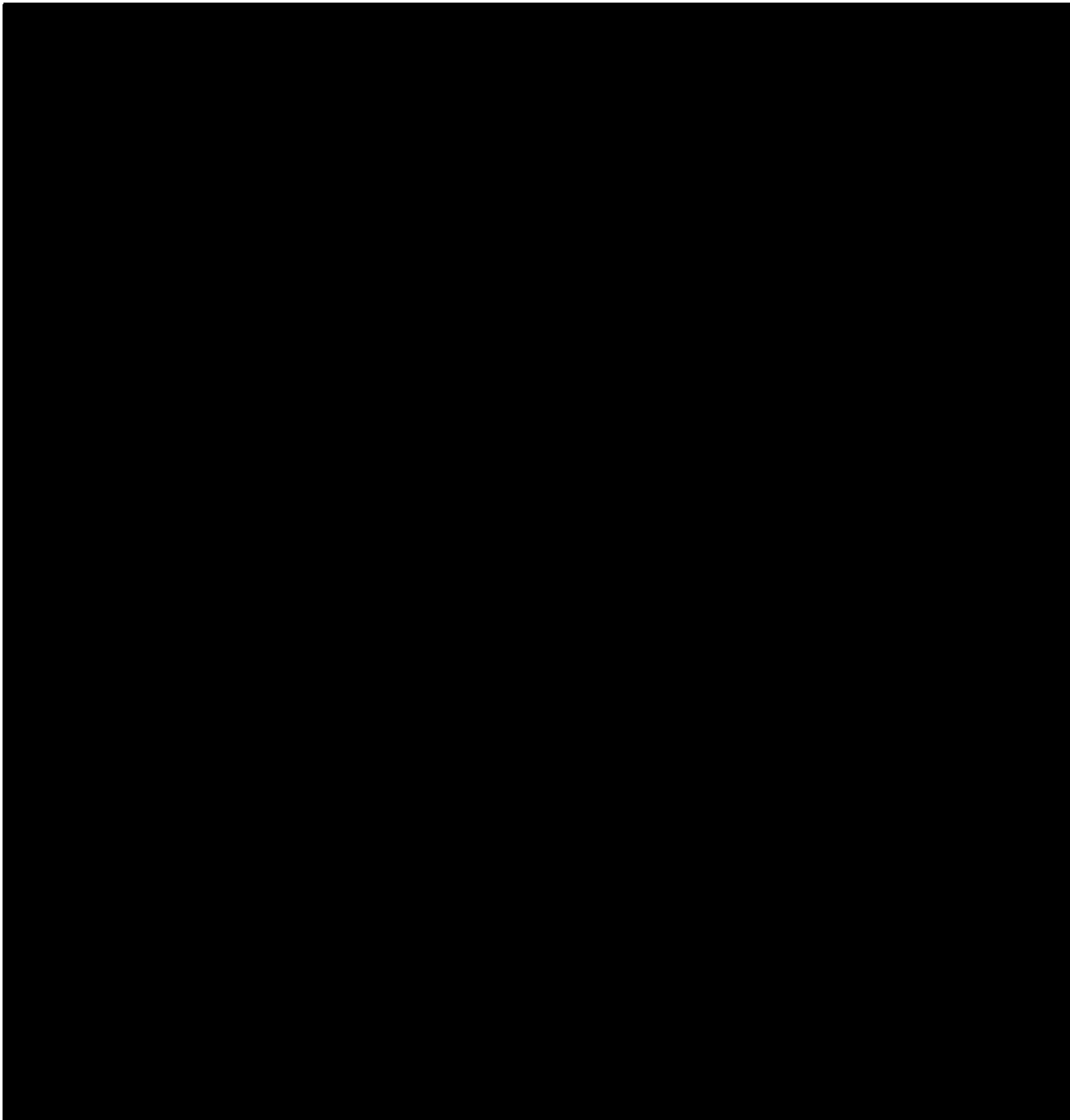
地震応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 日本産業規格
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－
（社）日本建築学会，1999）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987 （社）日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補
－1984 （社）日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版 （社）日本電気協会）
（以下，「JEAG 4601-1991 追補版」という。）

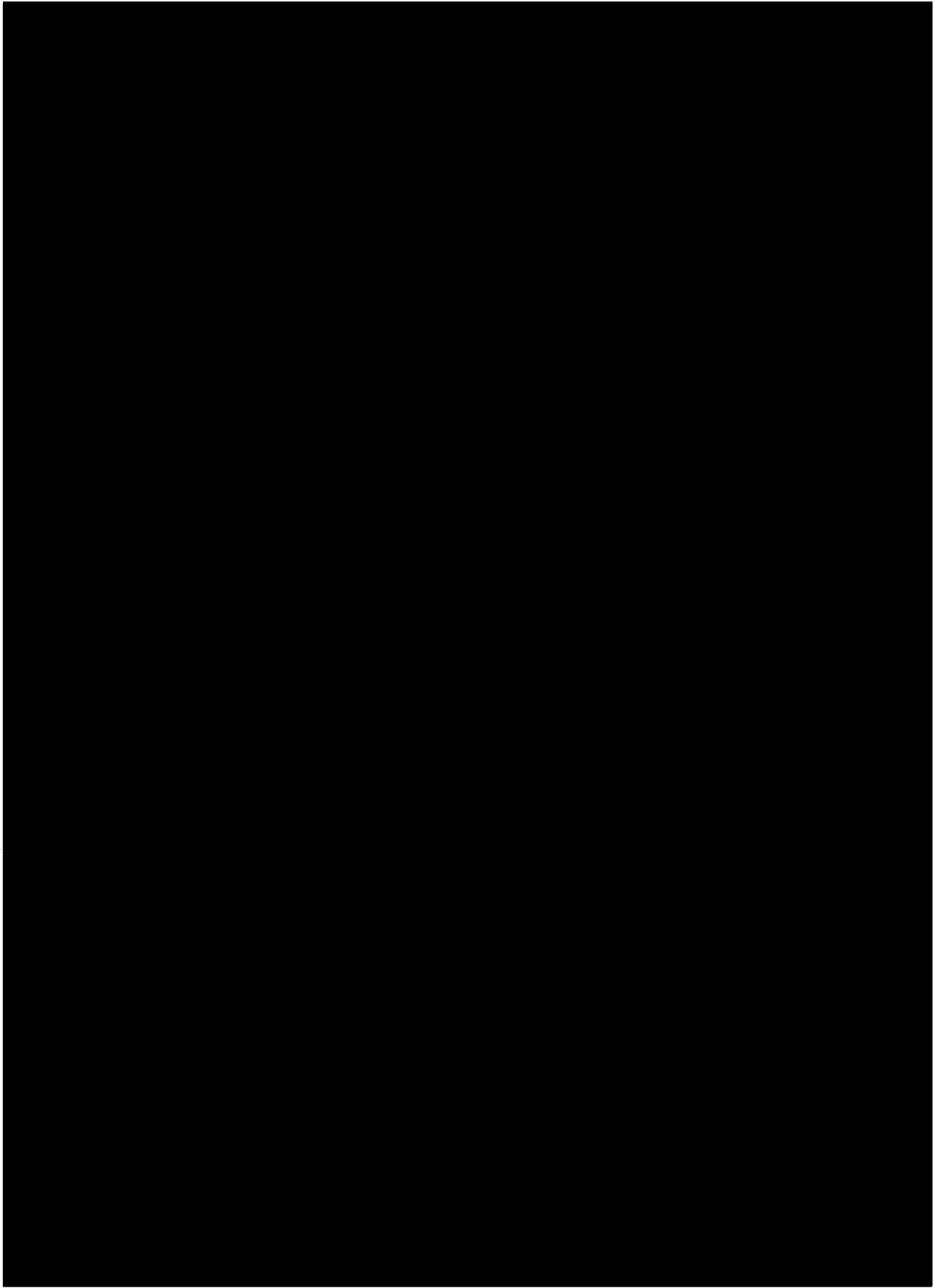
新 R ① JN 耐技 IV 02214 A



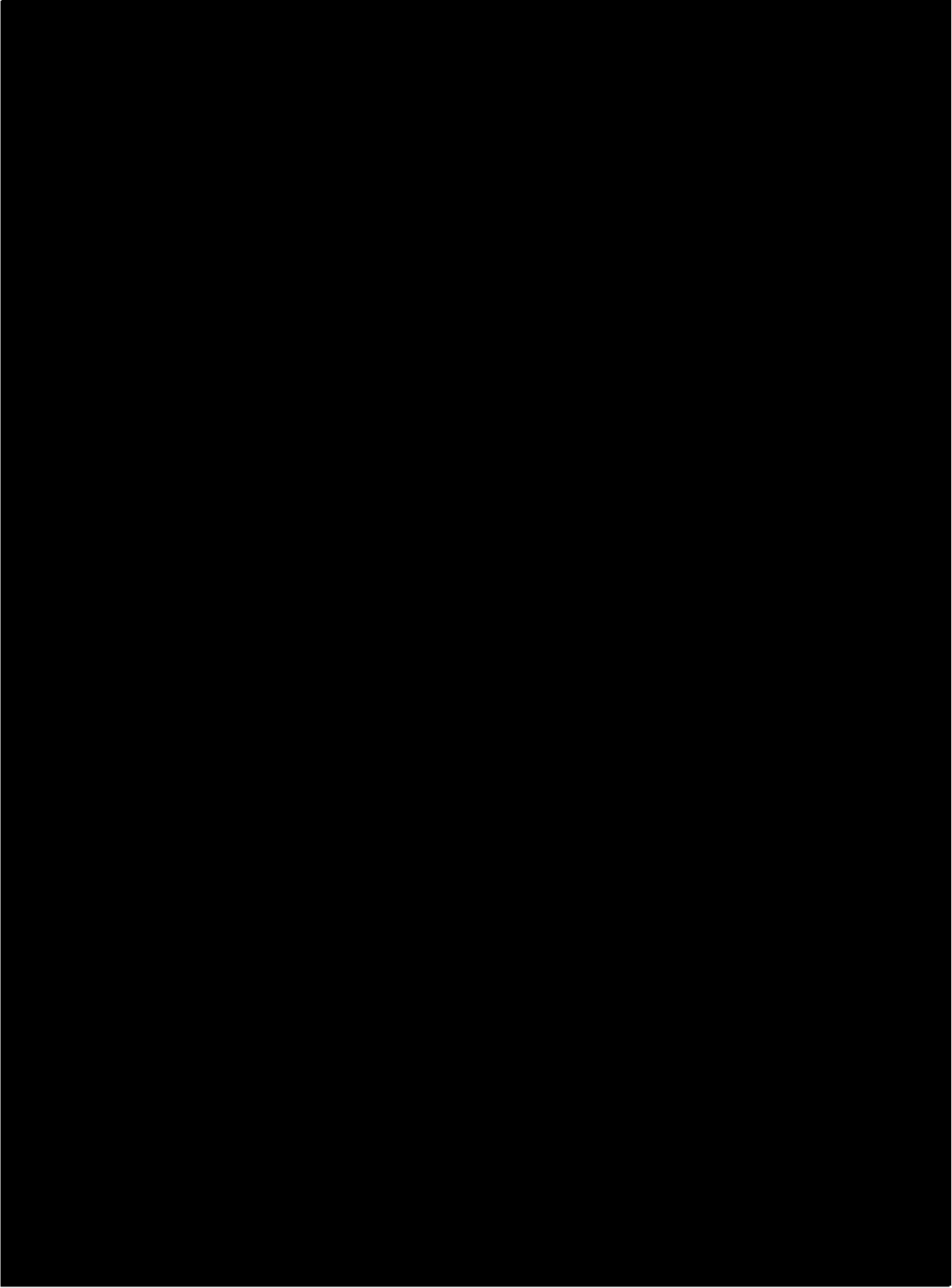
新 R ① JN 耐技 IV 02215 A



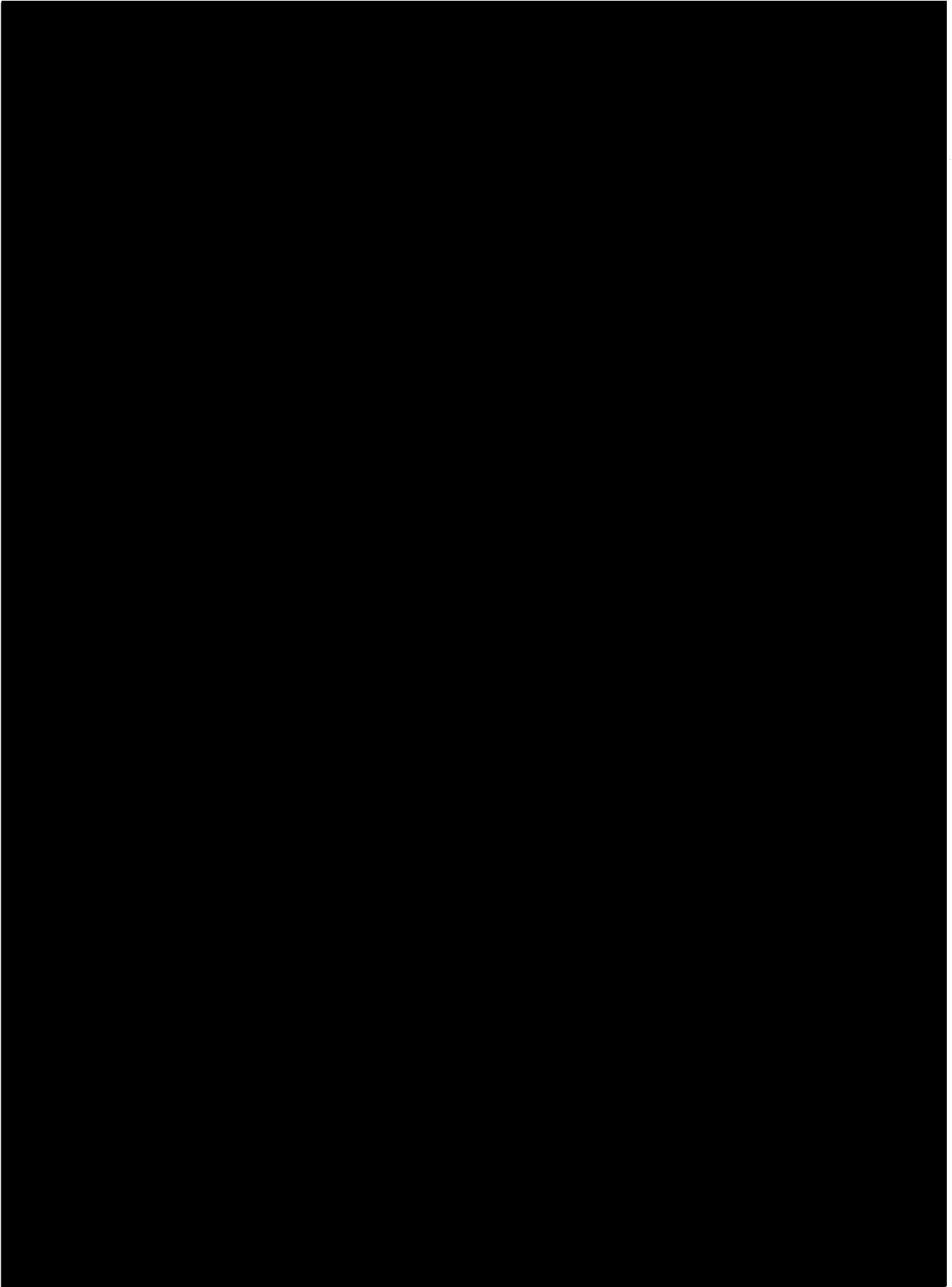
新 R ① JN 耐技 IV 02216 A



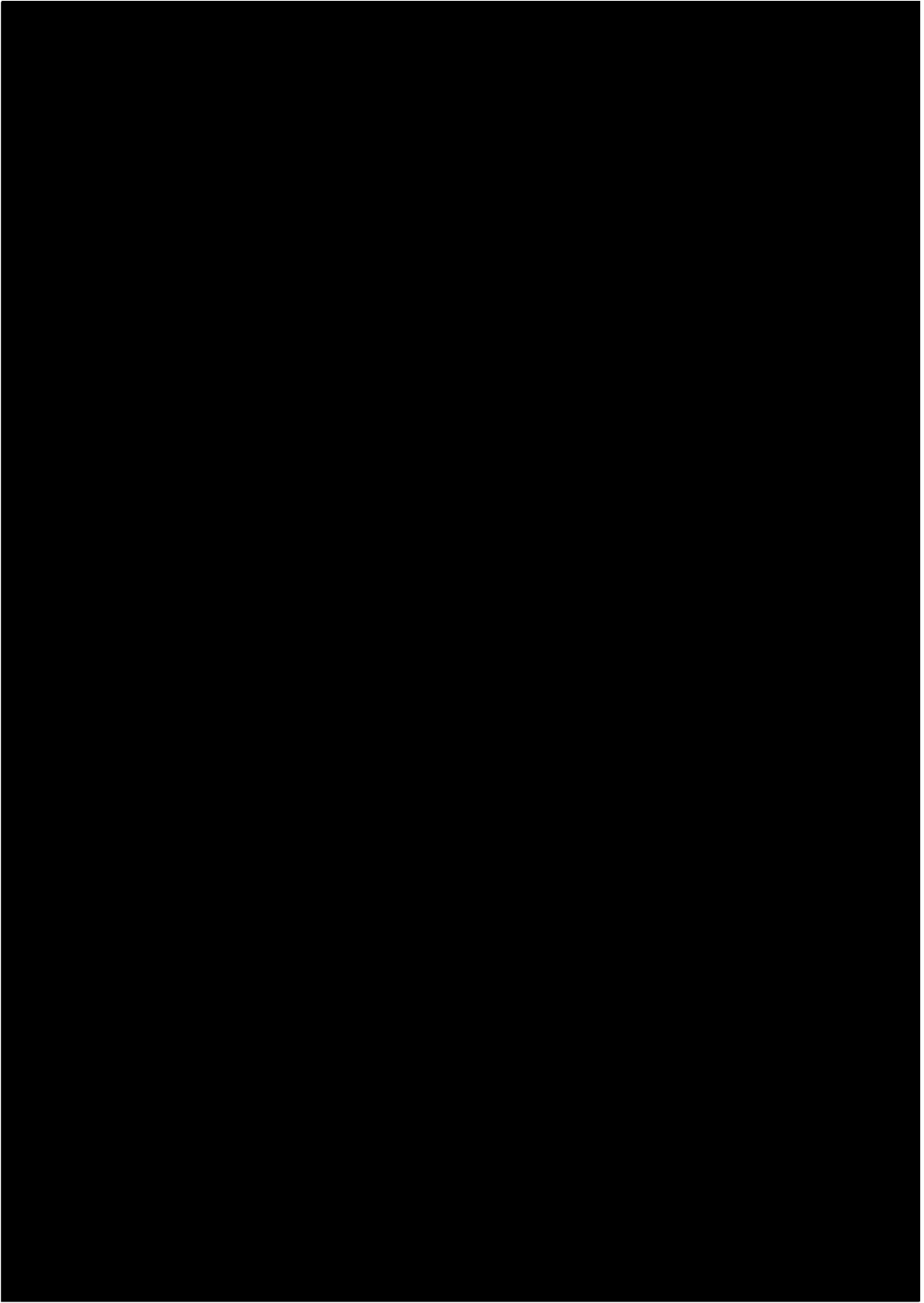
新 R ① JN 耐技 IV 02217 A



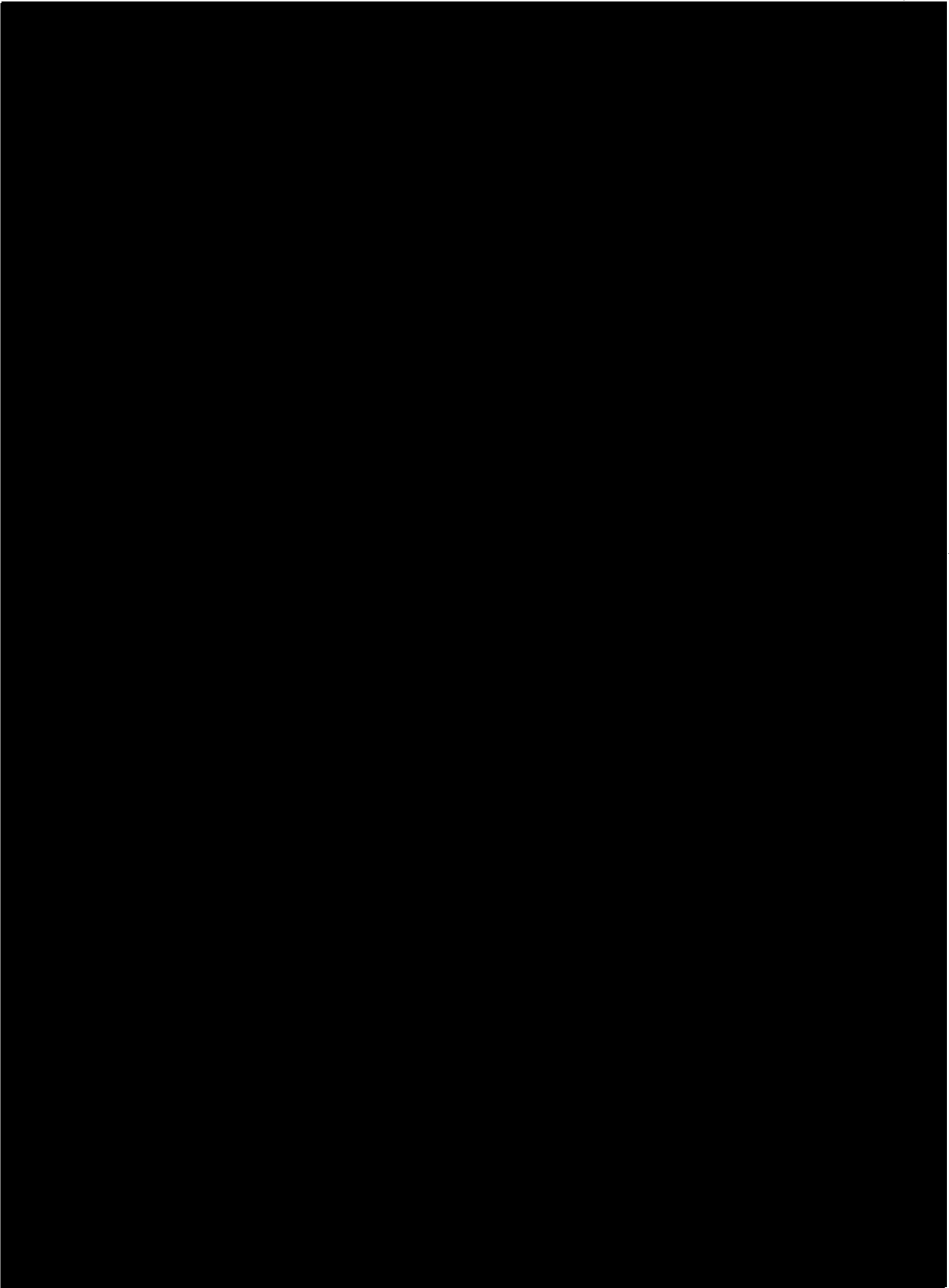
新 R ⊕ JN 耐技 IV 02218 A



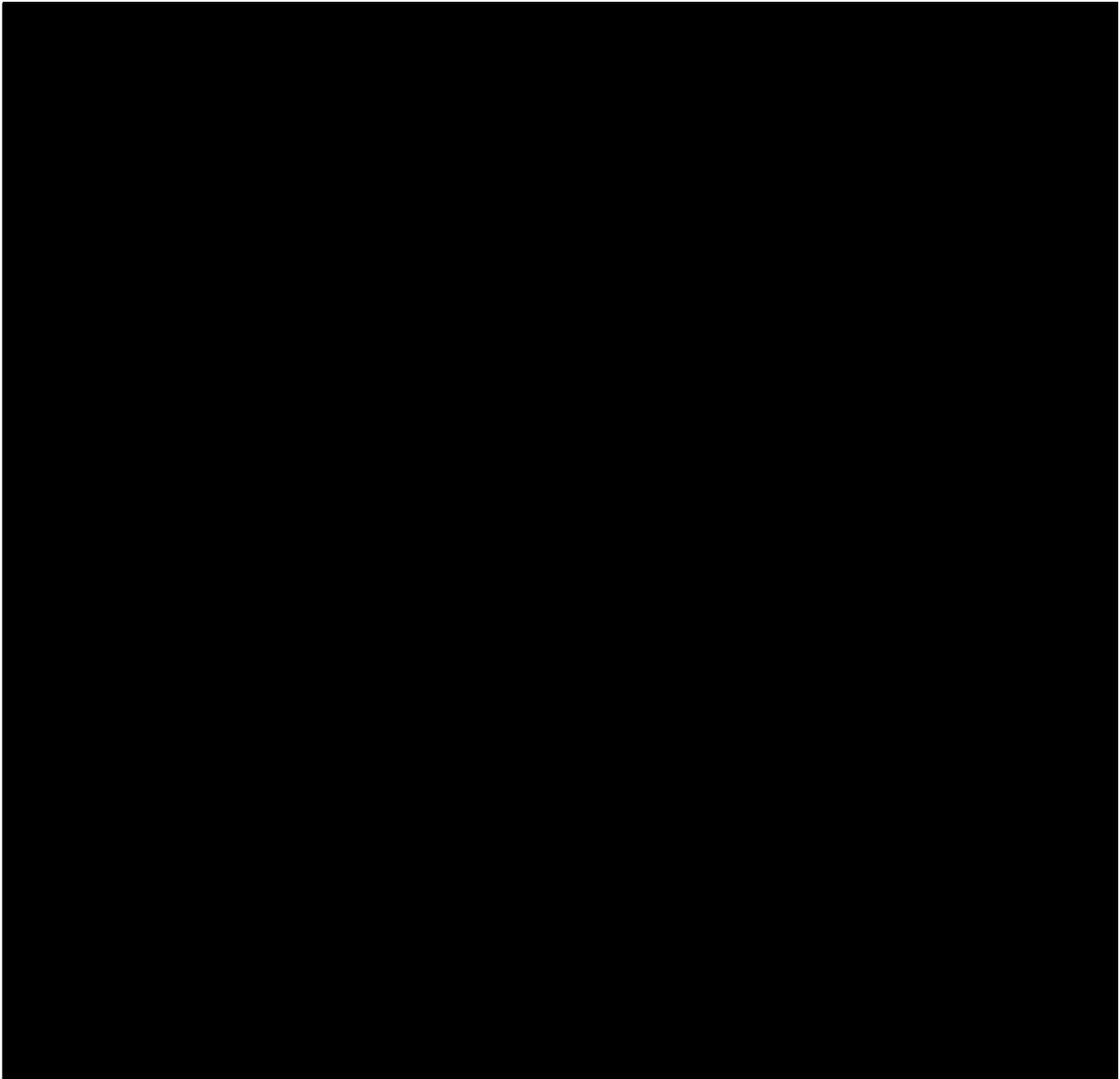
新 R ① JN 耐技 IV 02219 A



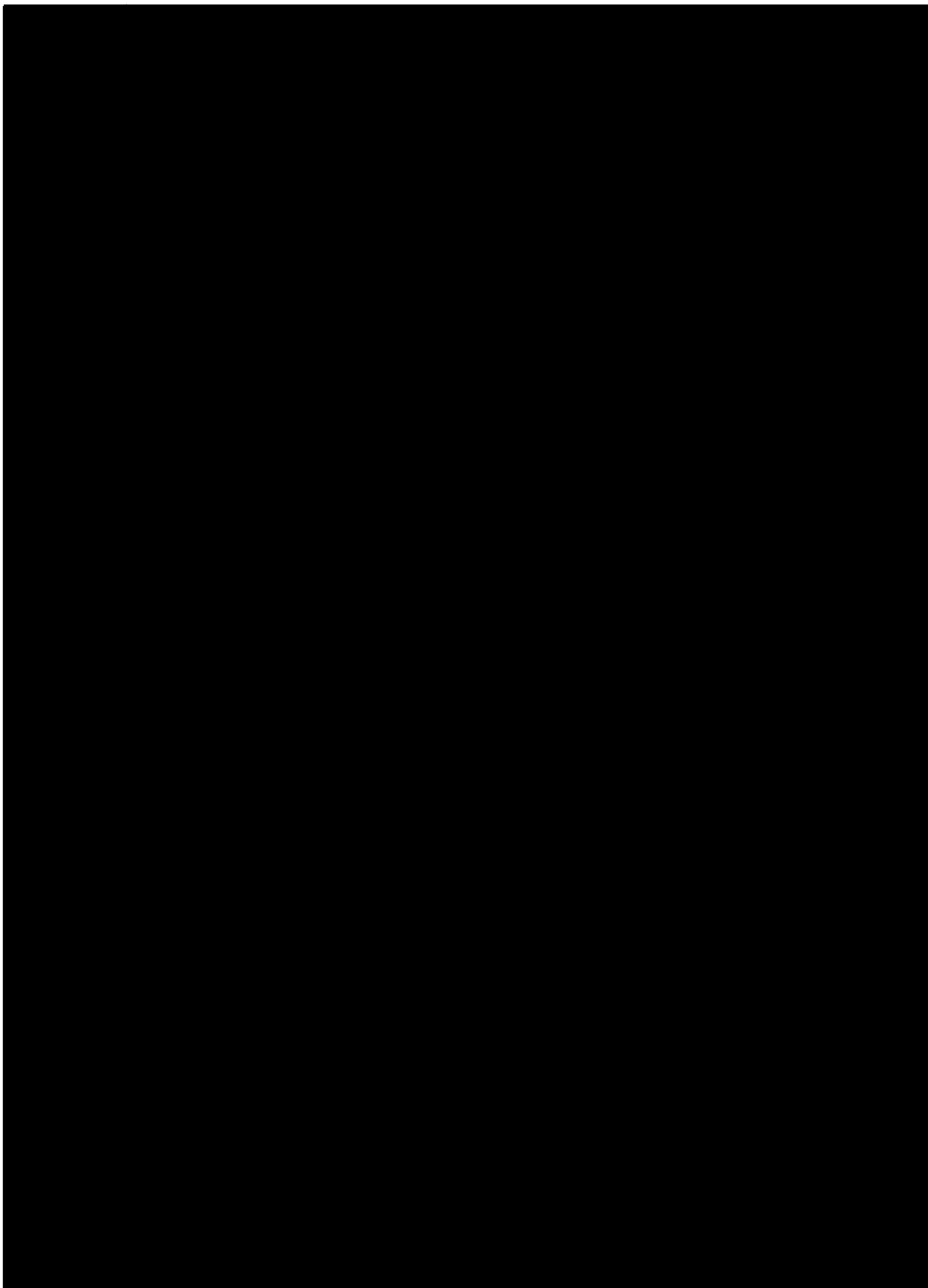
新 R ① JN 耐技 IV 02220 A



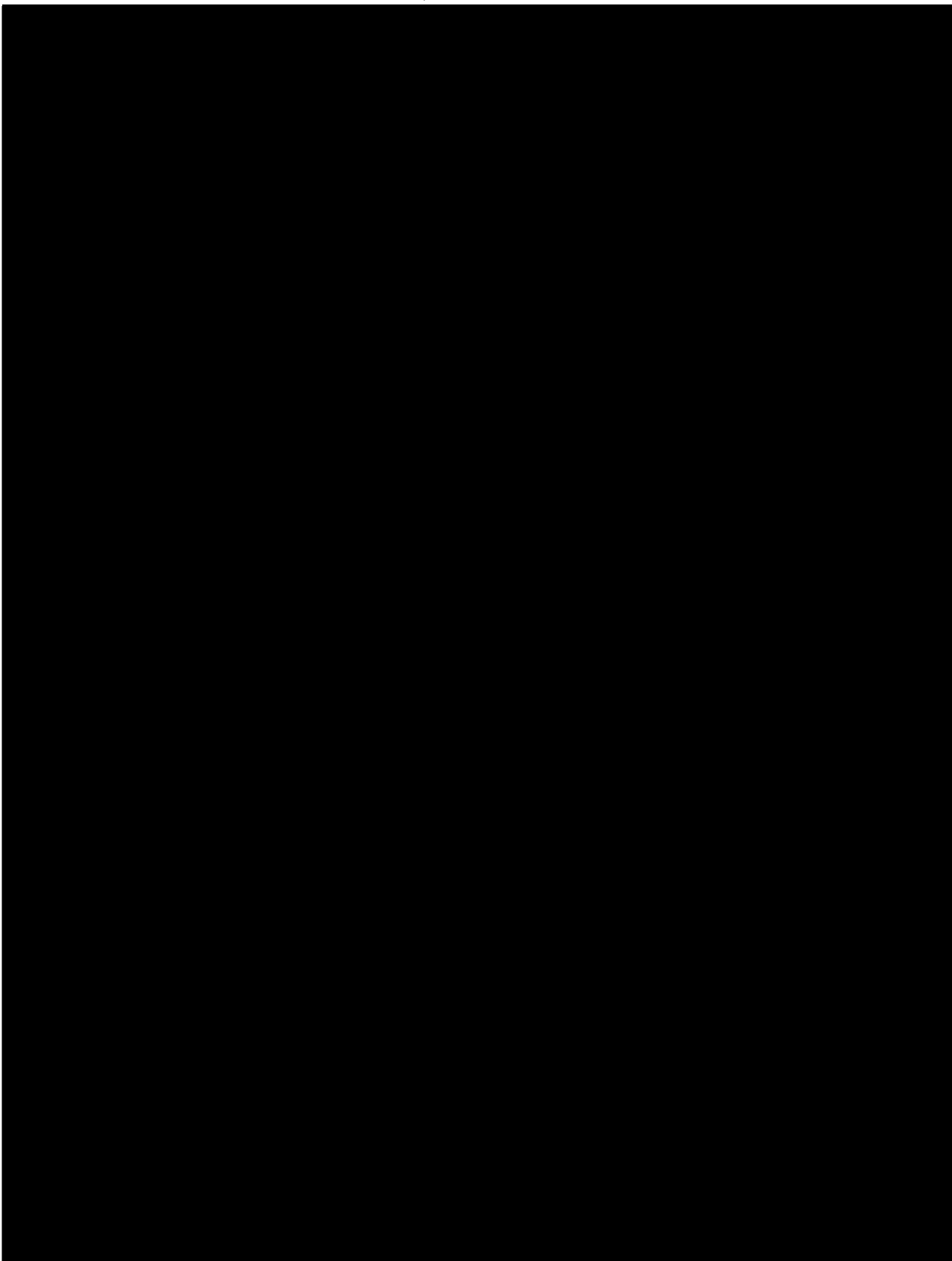
新 R ① JN 耐技 IV 02221 A



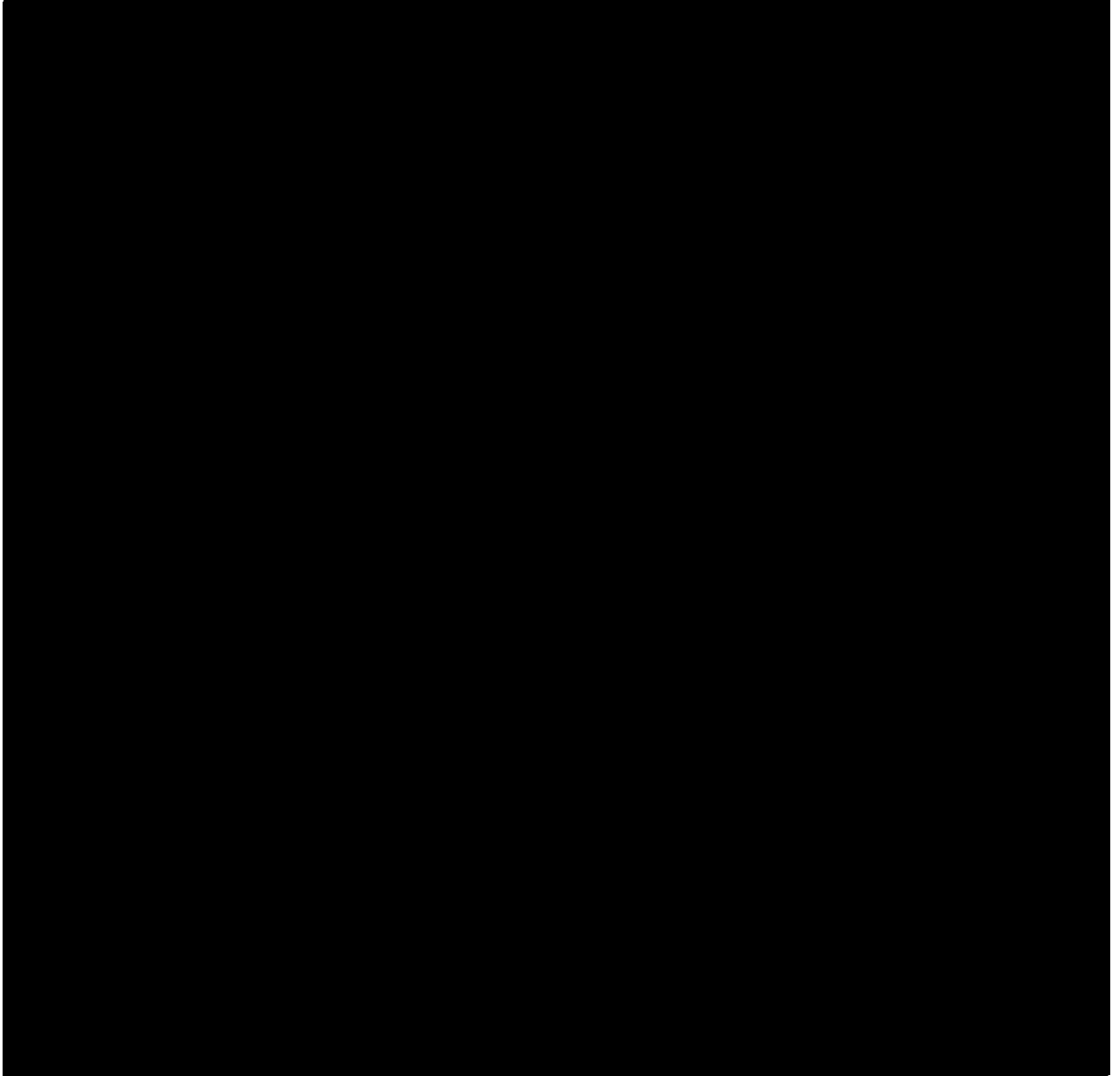
新 R ① JN 耐技 IV 02222 A



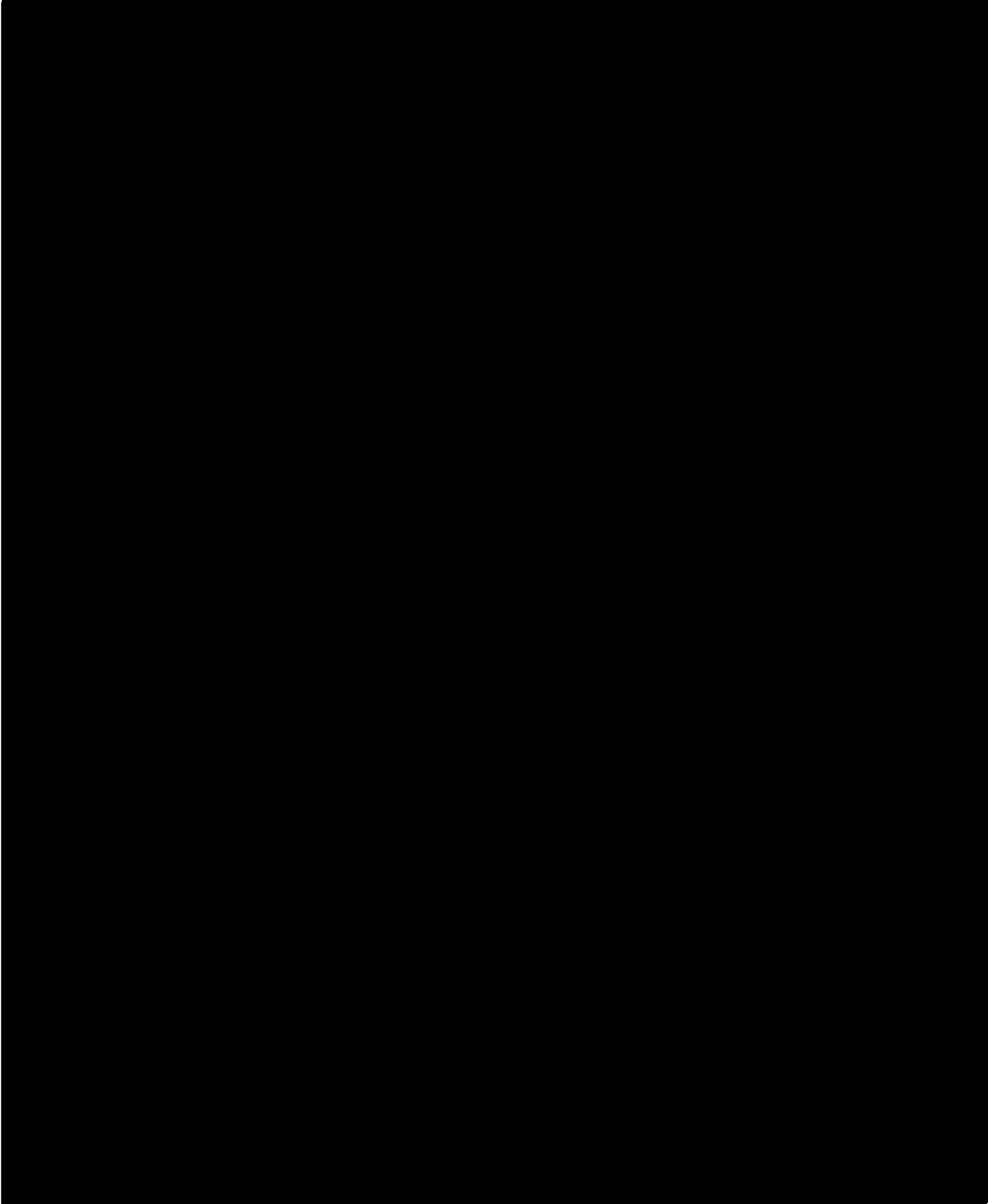
新 R ① JN 耐技 IV 02223 A



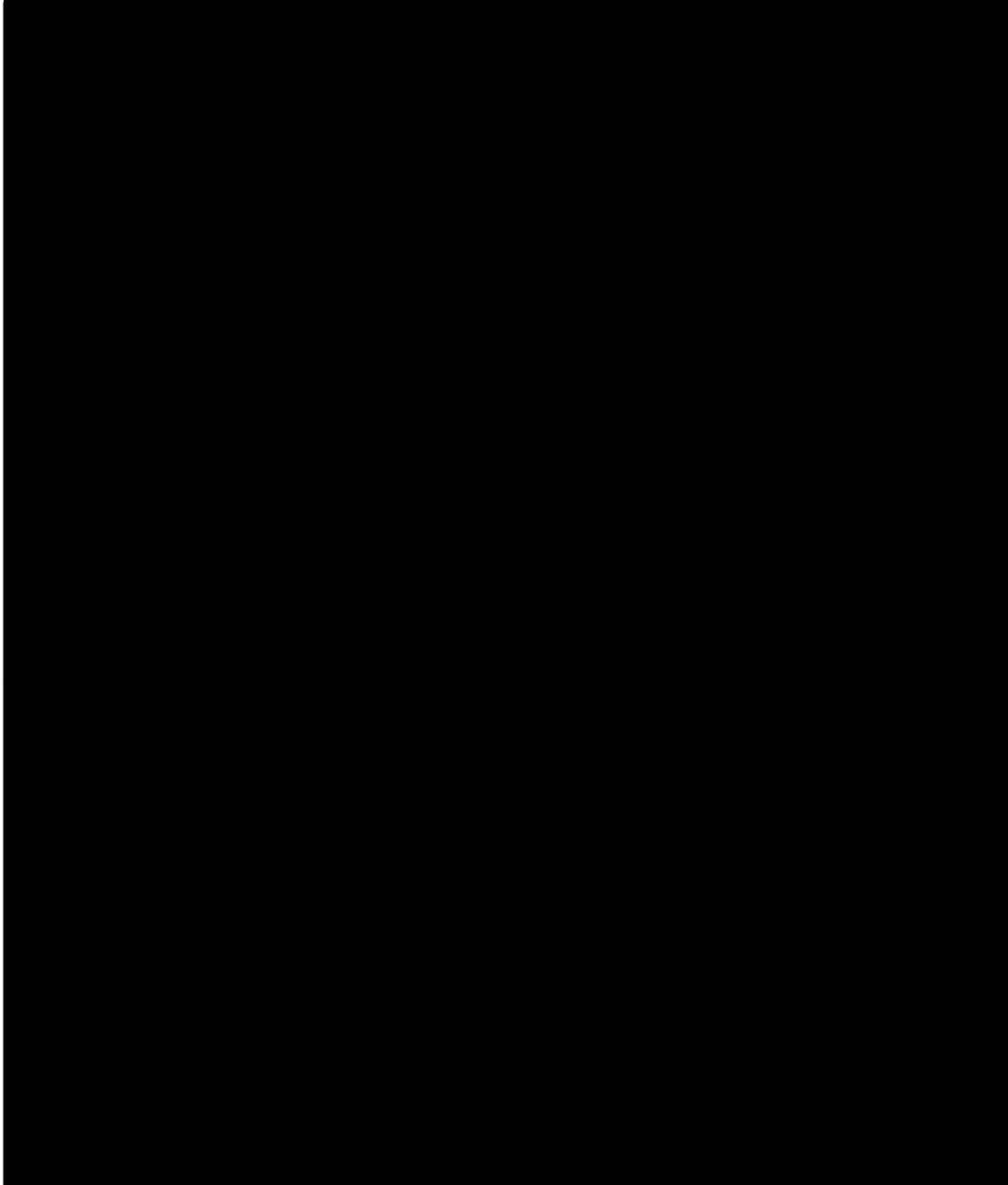
新 R ① JN 耐技 IV 02224 A



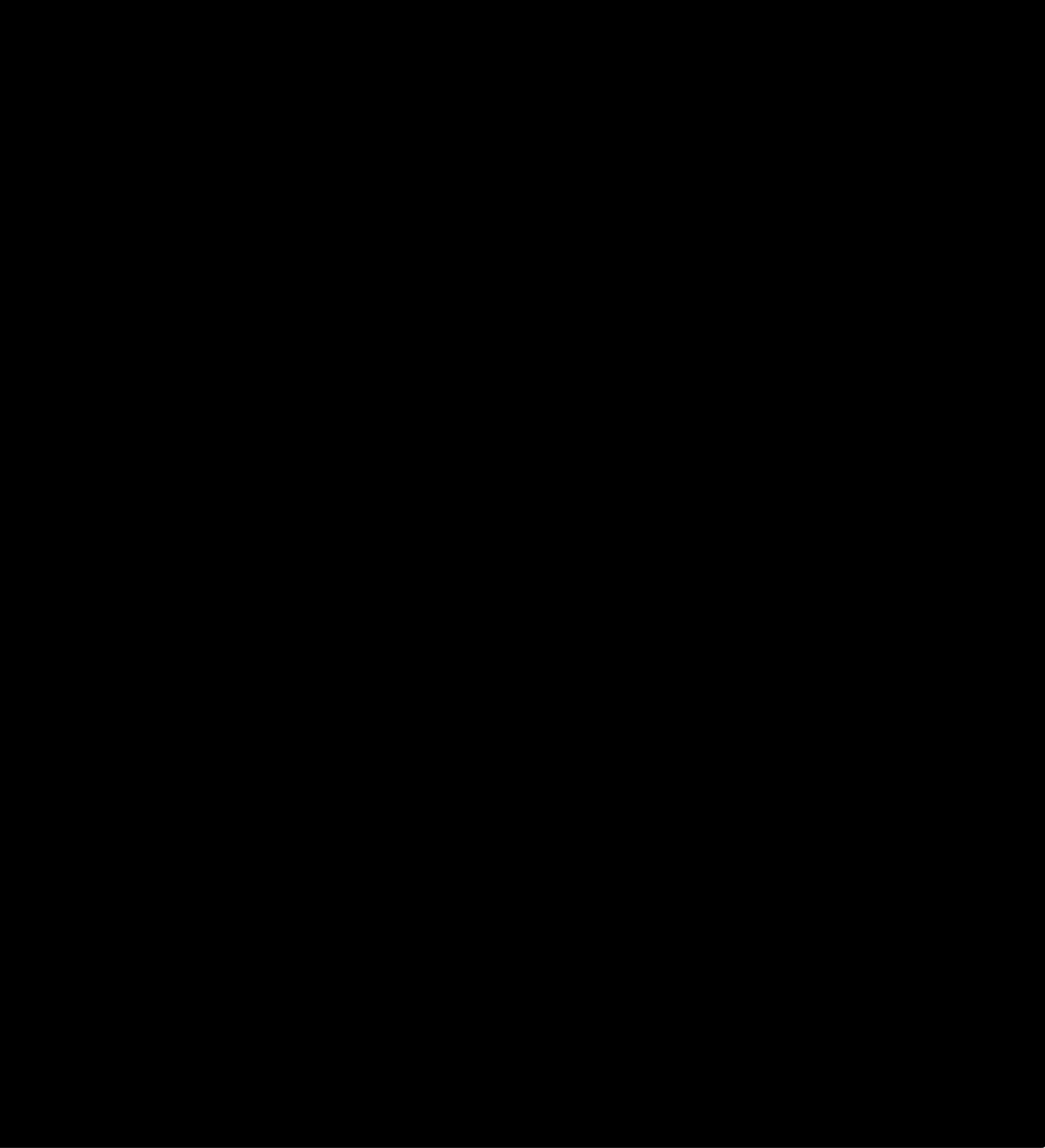
新 R ① JN 耐技 IV 02225 A



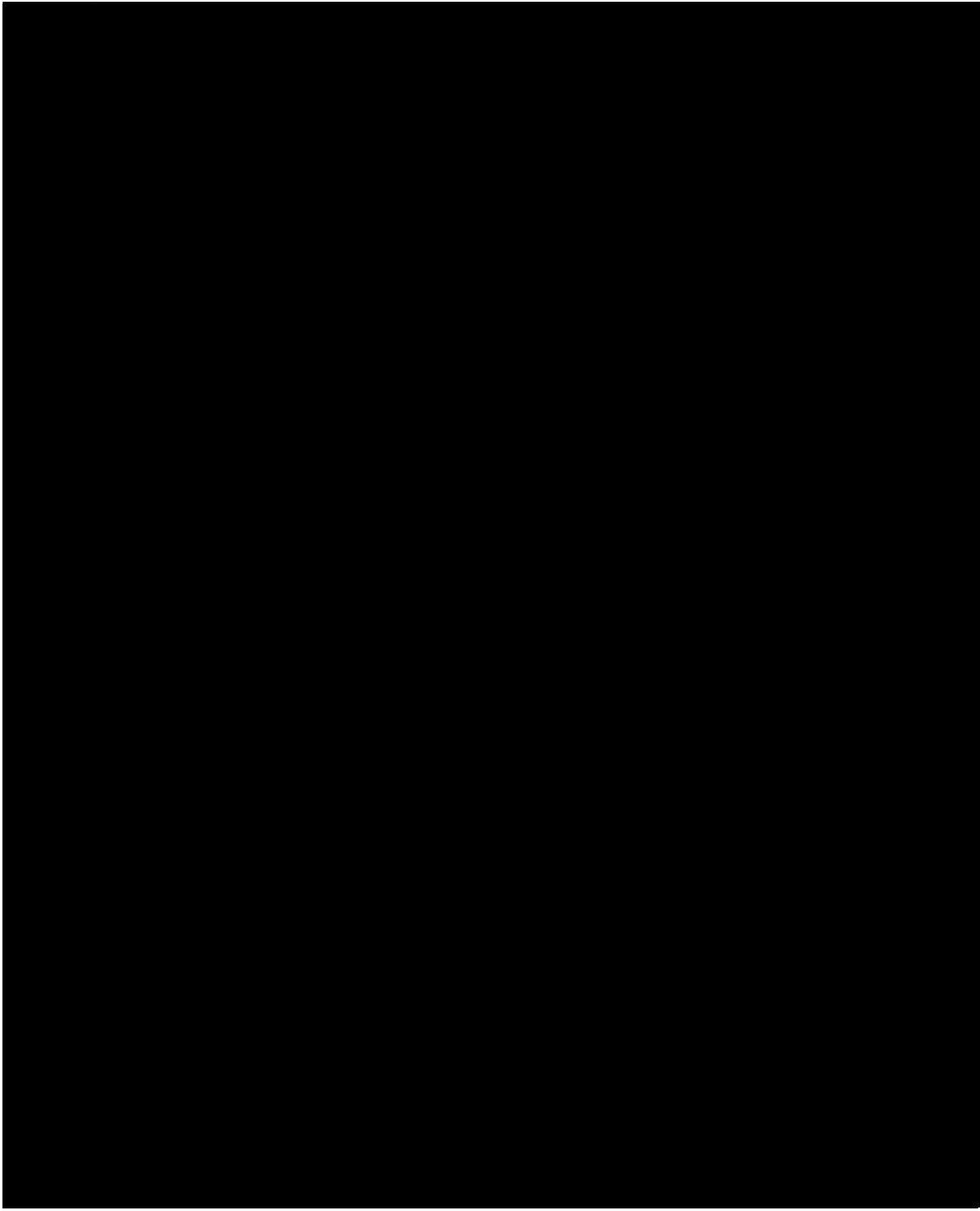
新 R ① JN 耐技 IV 02226 A



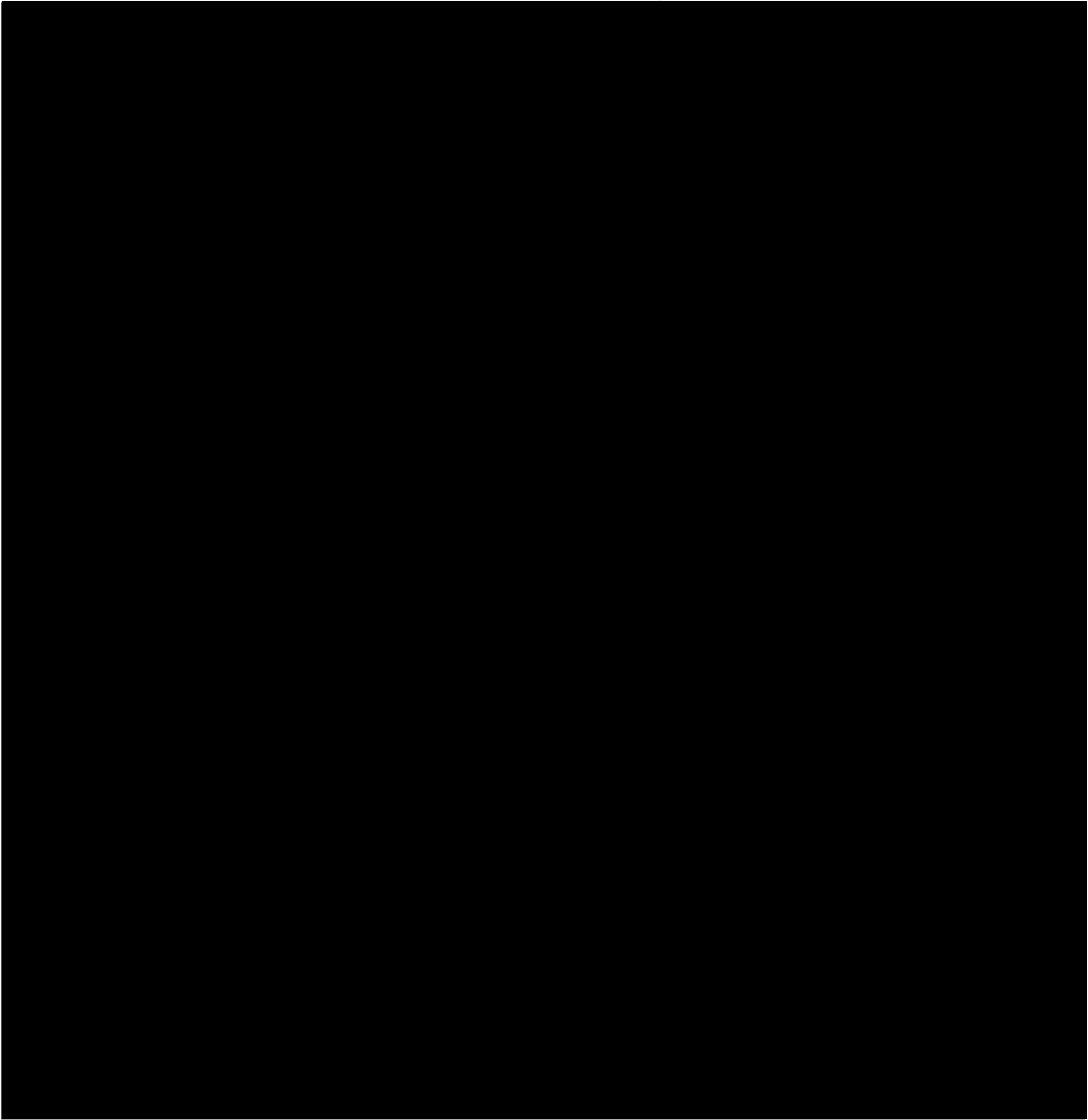
新 R ① JN 耐技 IV 02227 A



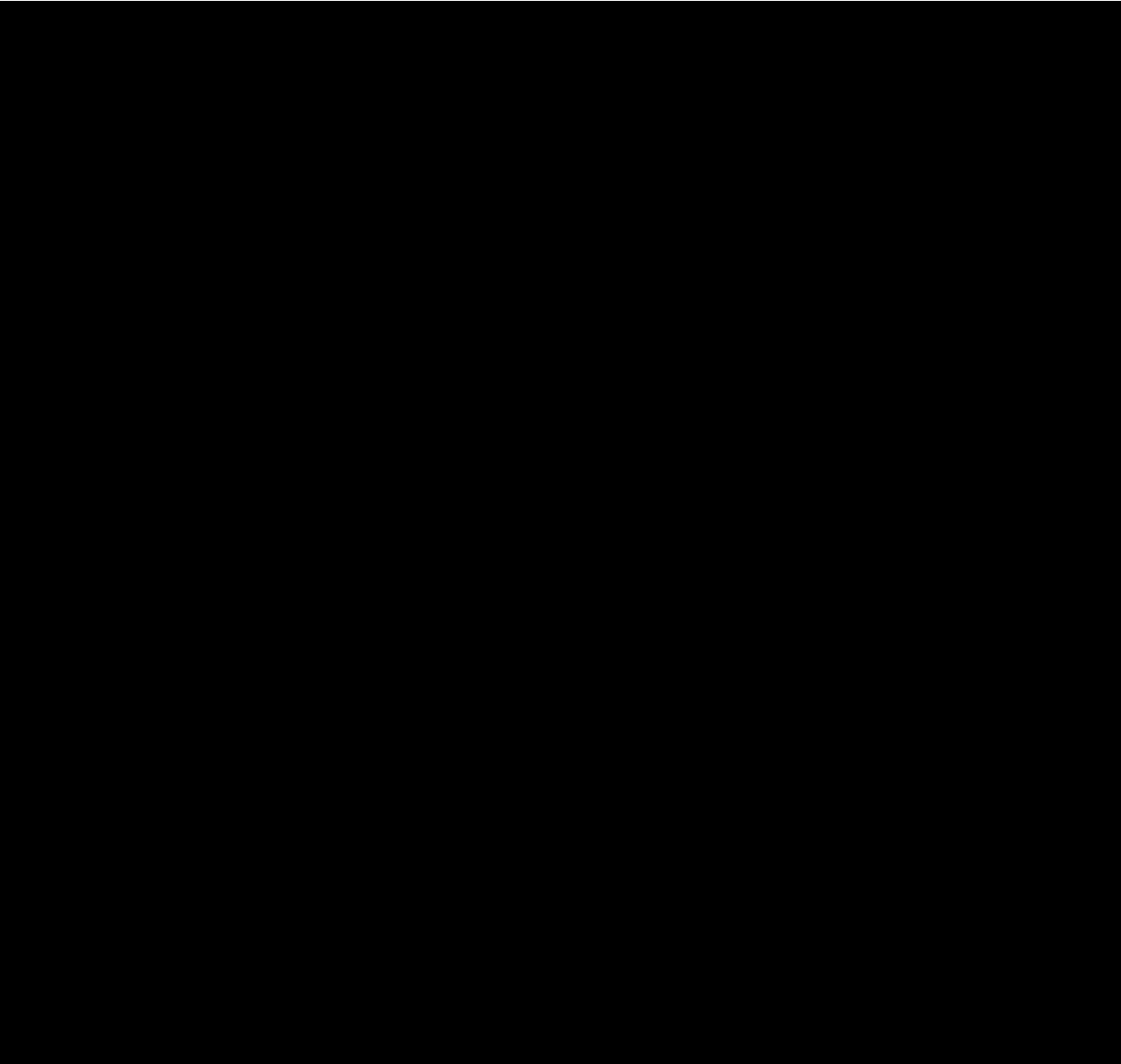
新 R ① JN 耐技 IV 02228 A



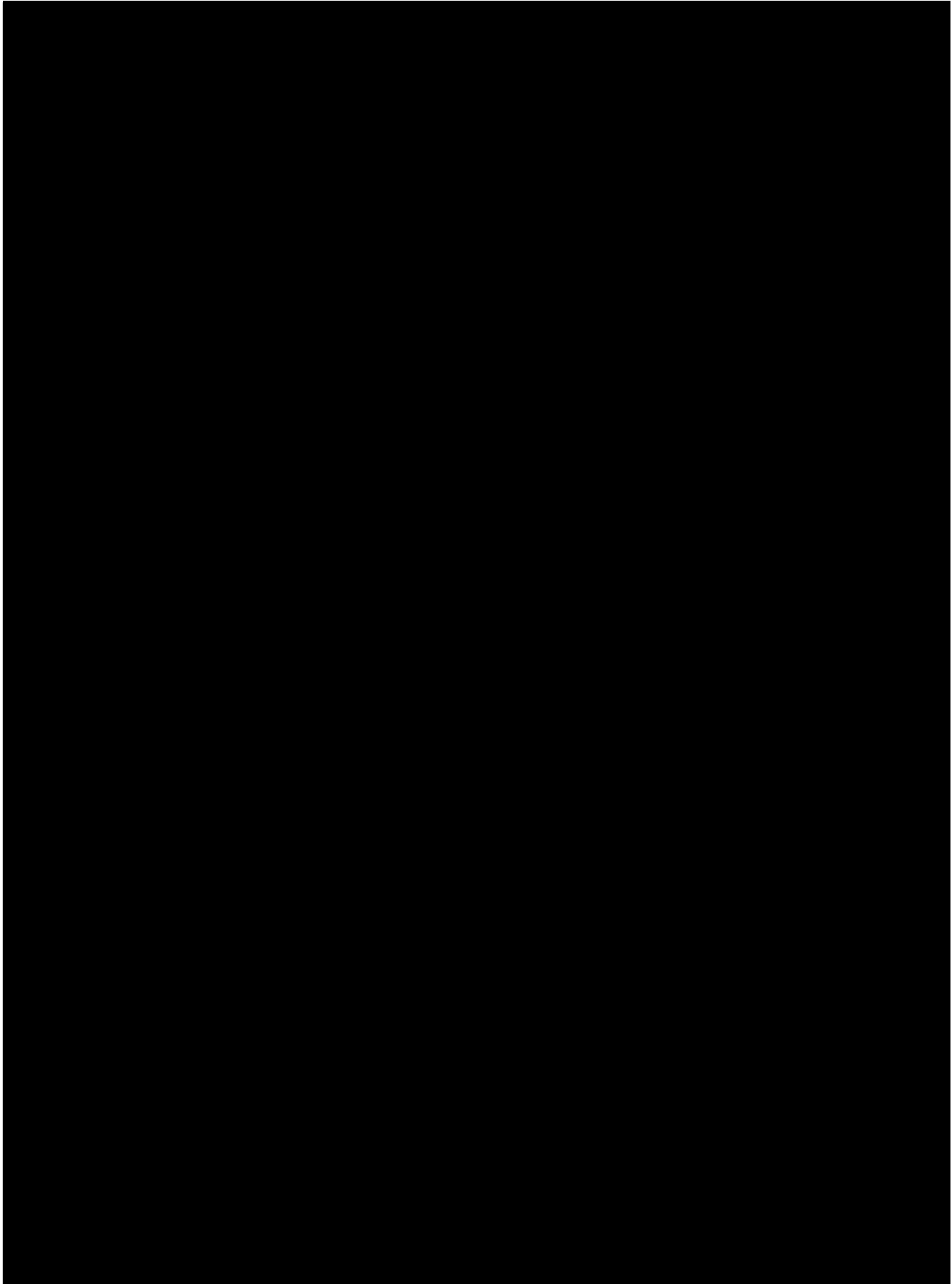
新 R ① JN 耐技 IV 02229 A



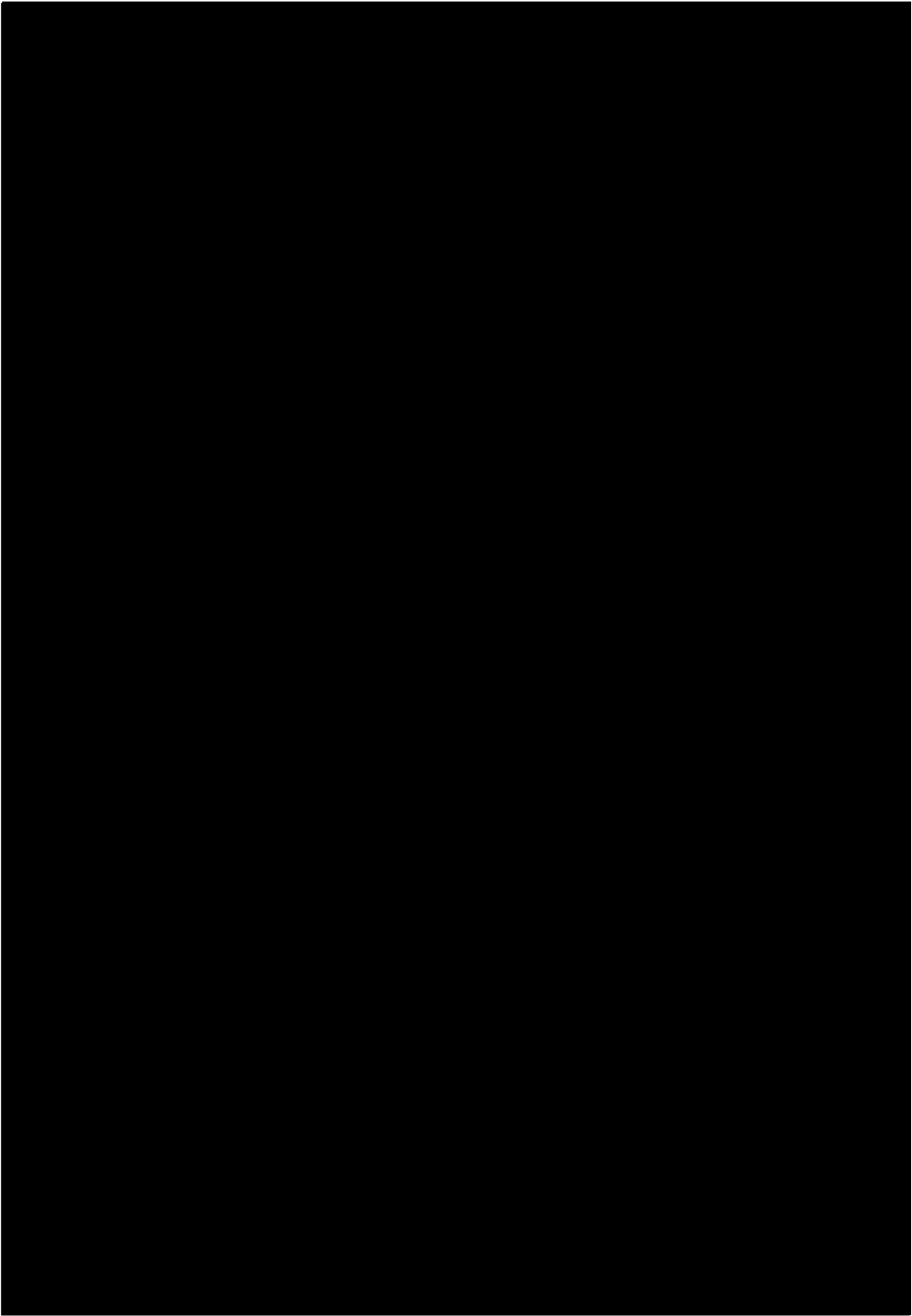
新 R ① JN 耐技 IV 02230 A



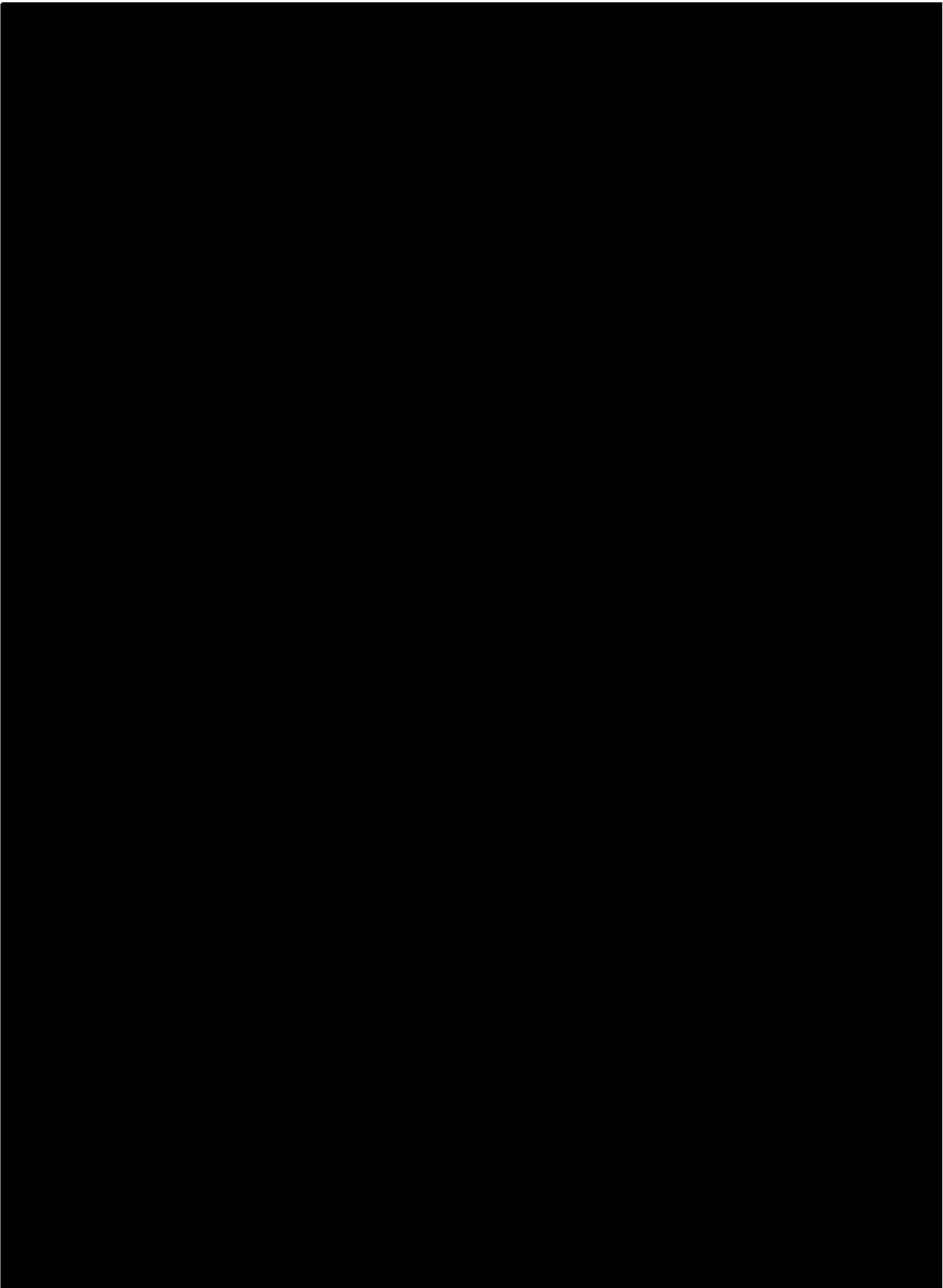
新 R ① JN 耐技 IV 02231 A



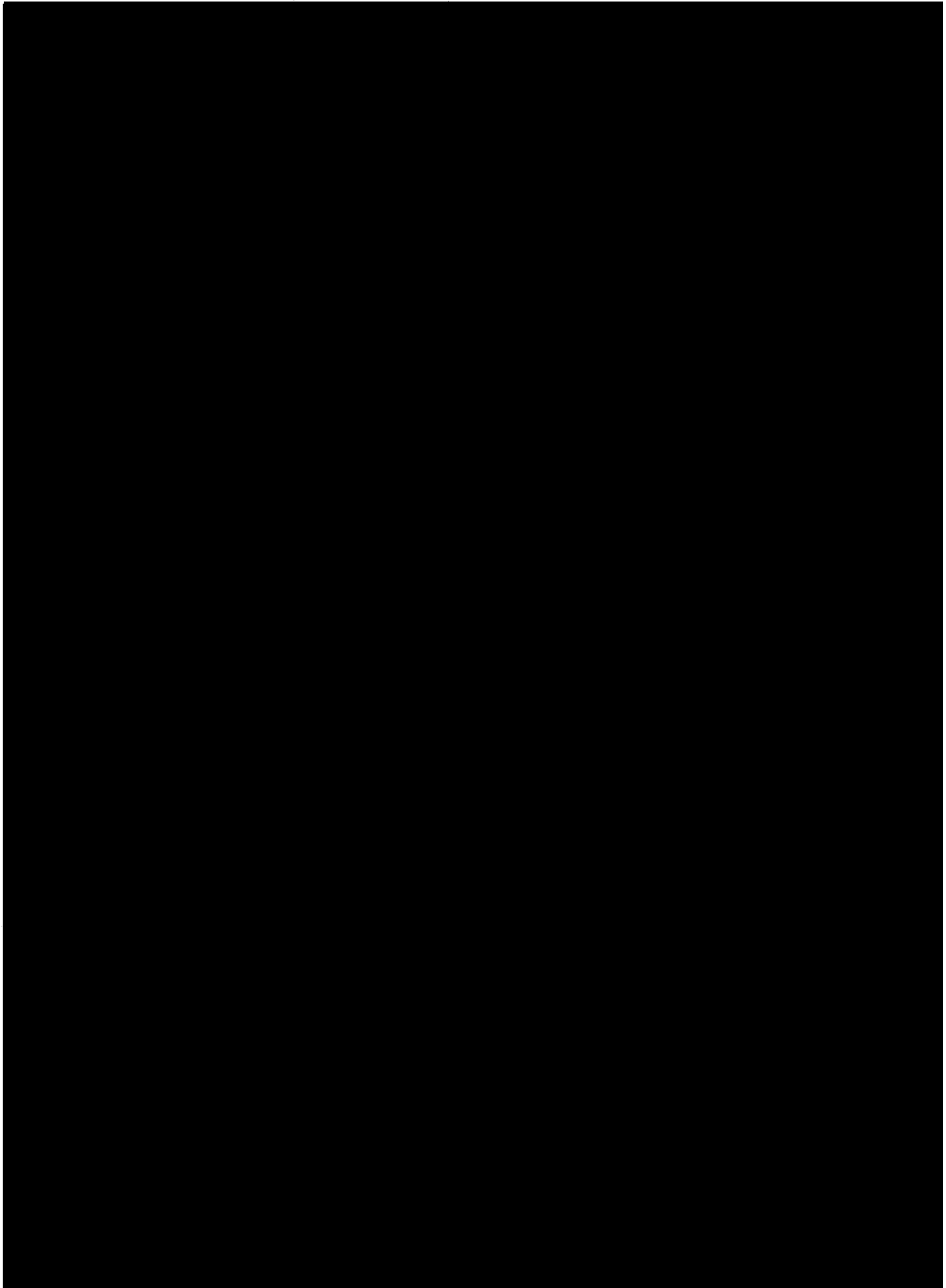
新 R ① JN 耐技 IV 02232 A



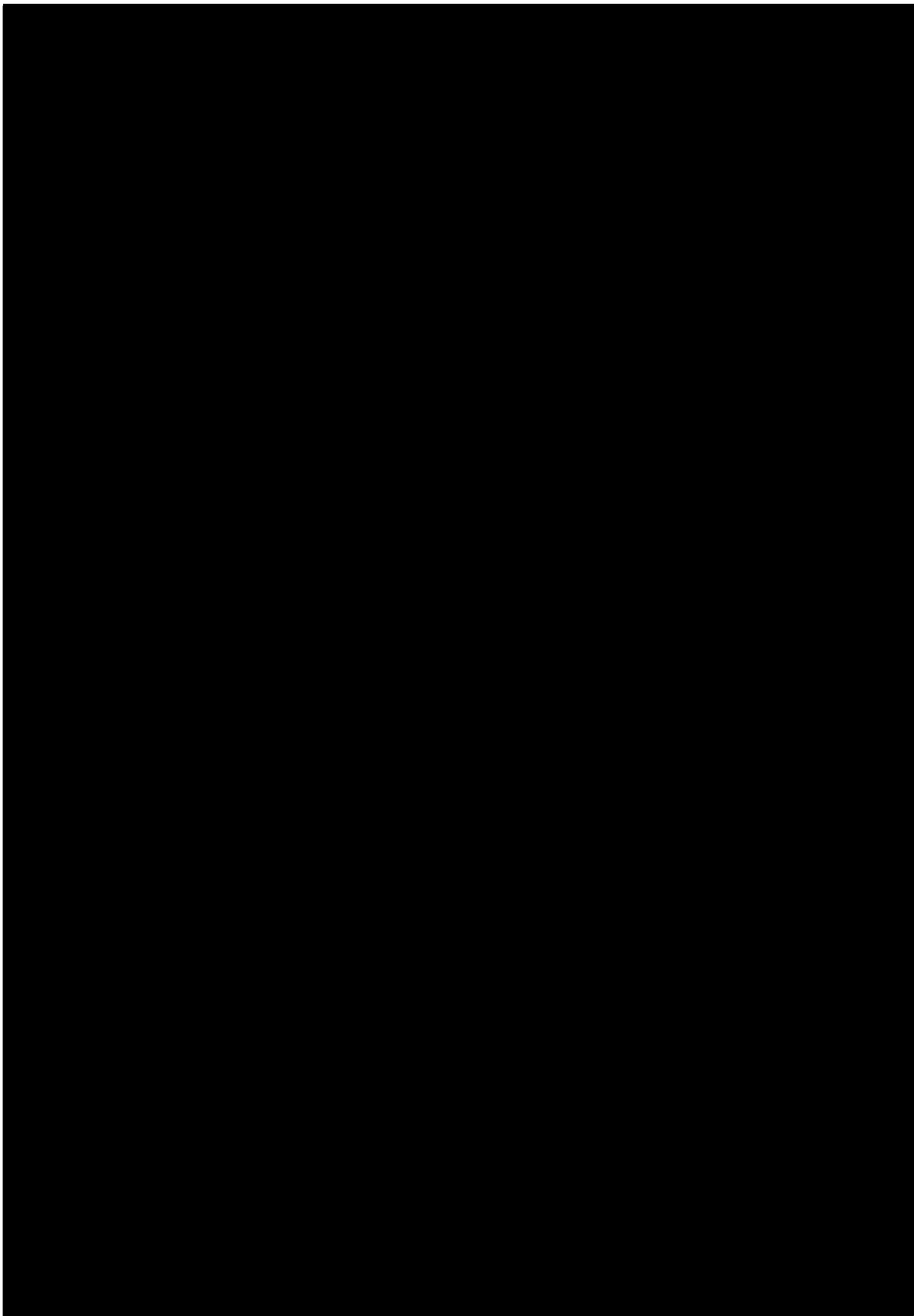
新 R ① JN 耐技 IV 02233 A



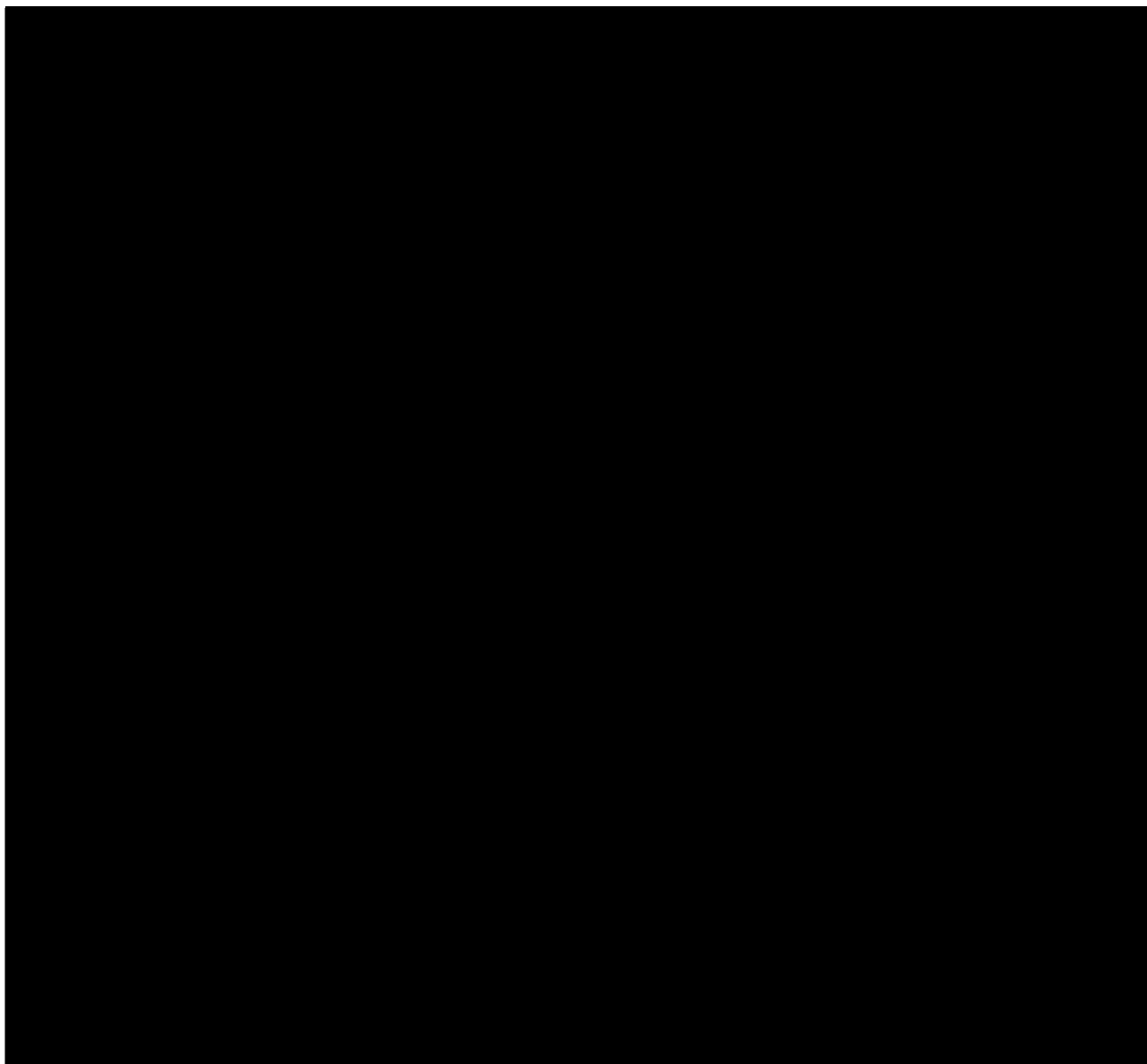
新 R ① JN 耐技 IV 02234 A



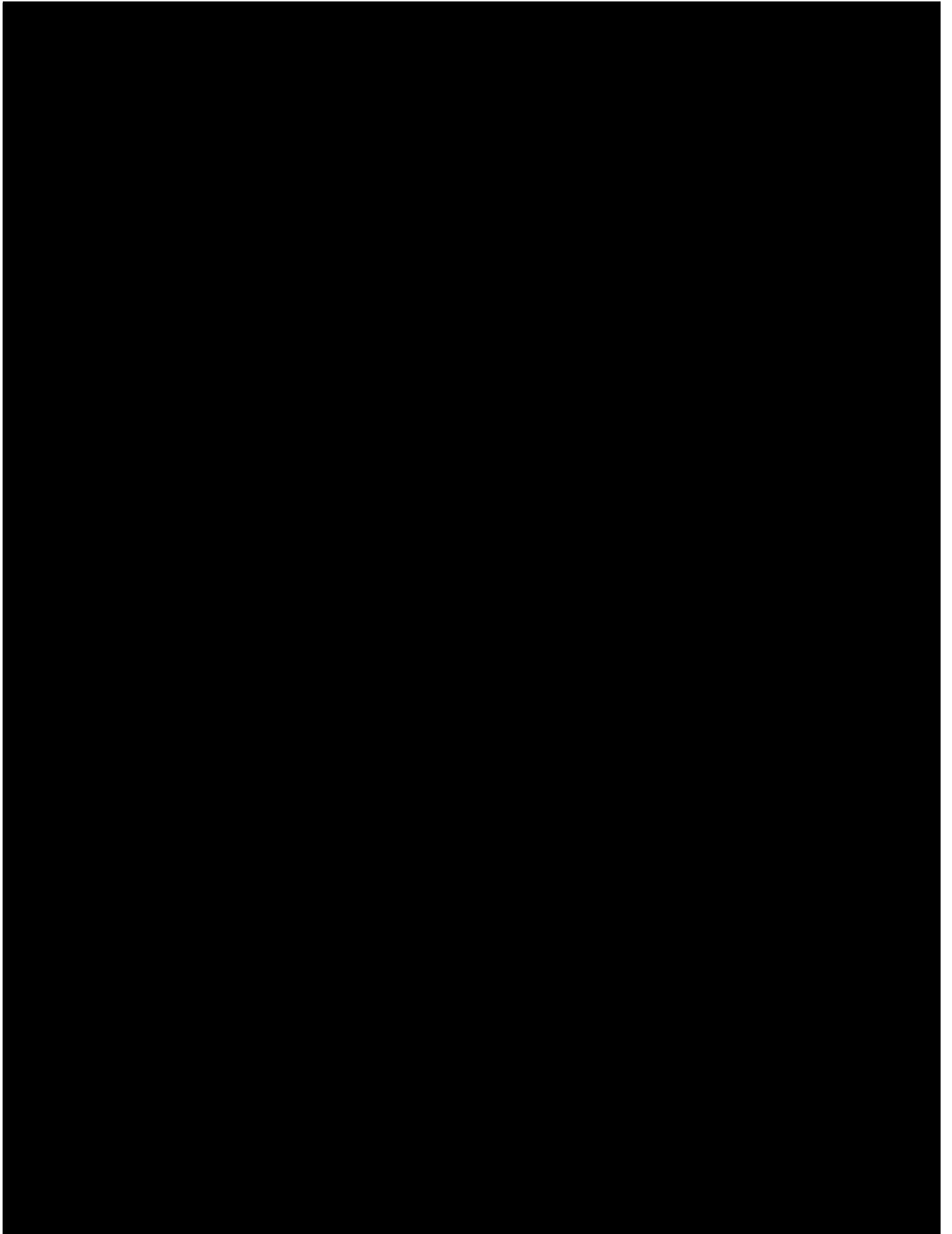
新 R ① JN 耐技 IV 02235 A



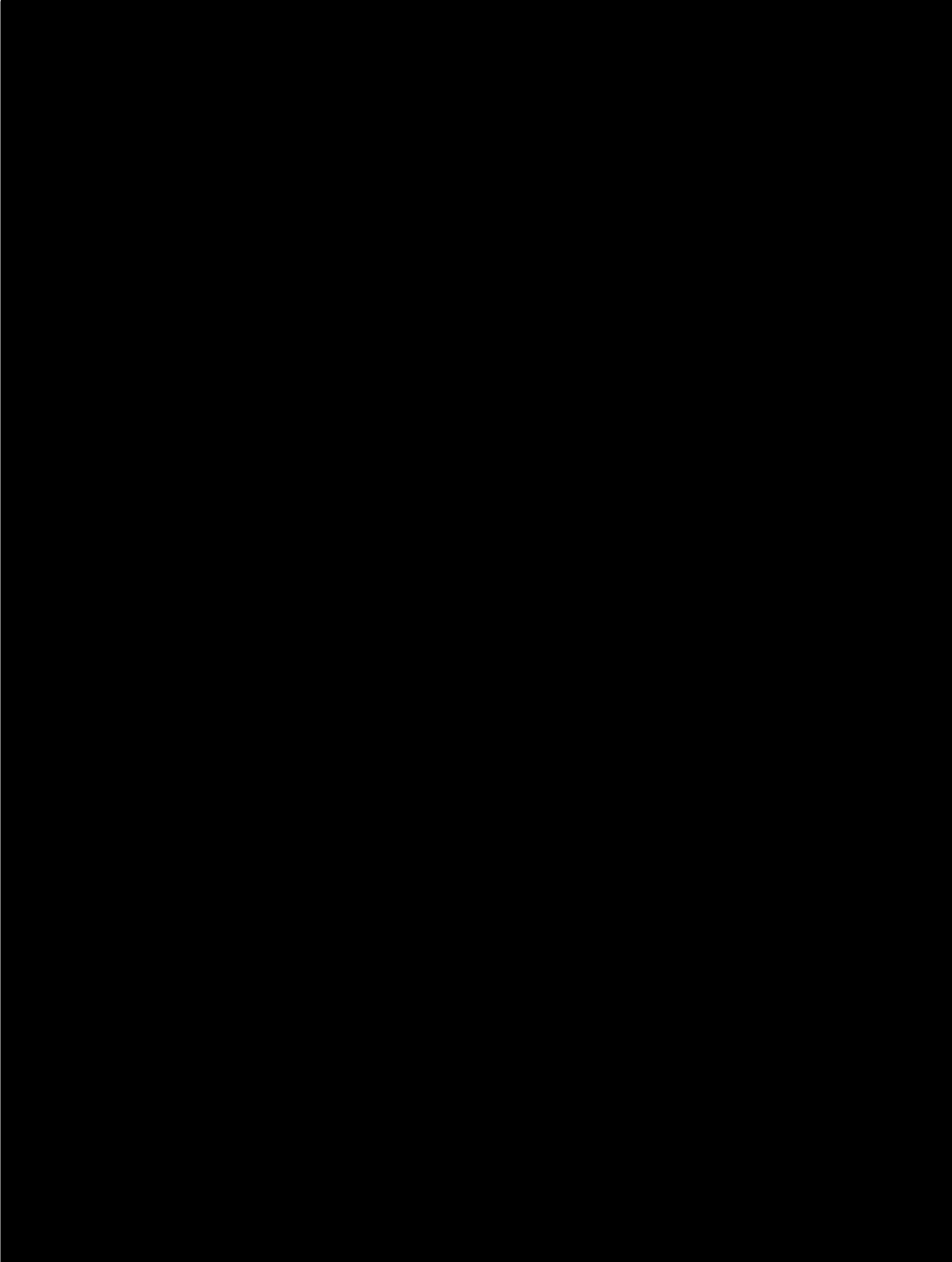
新 R ① JN 耐技 IV 02236 A



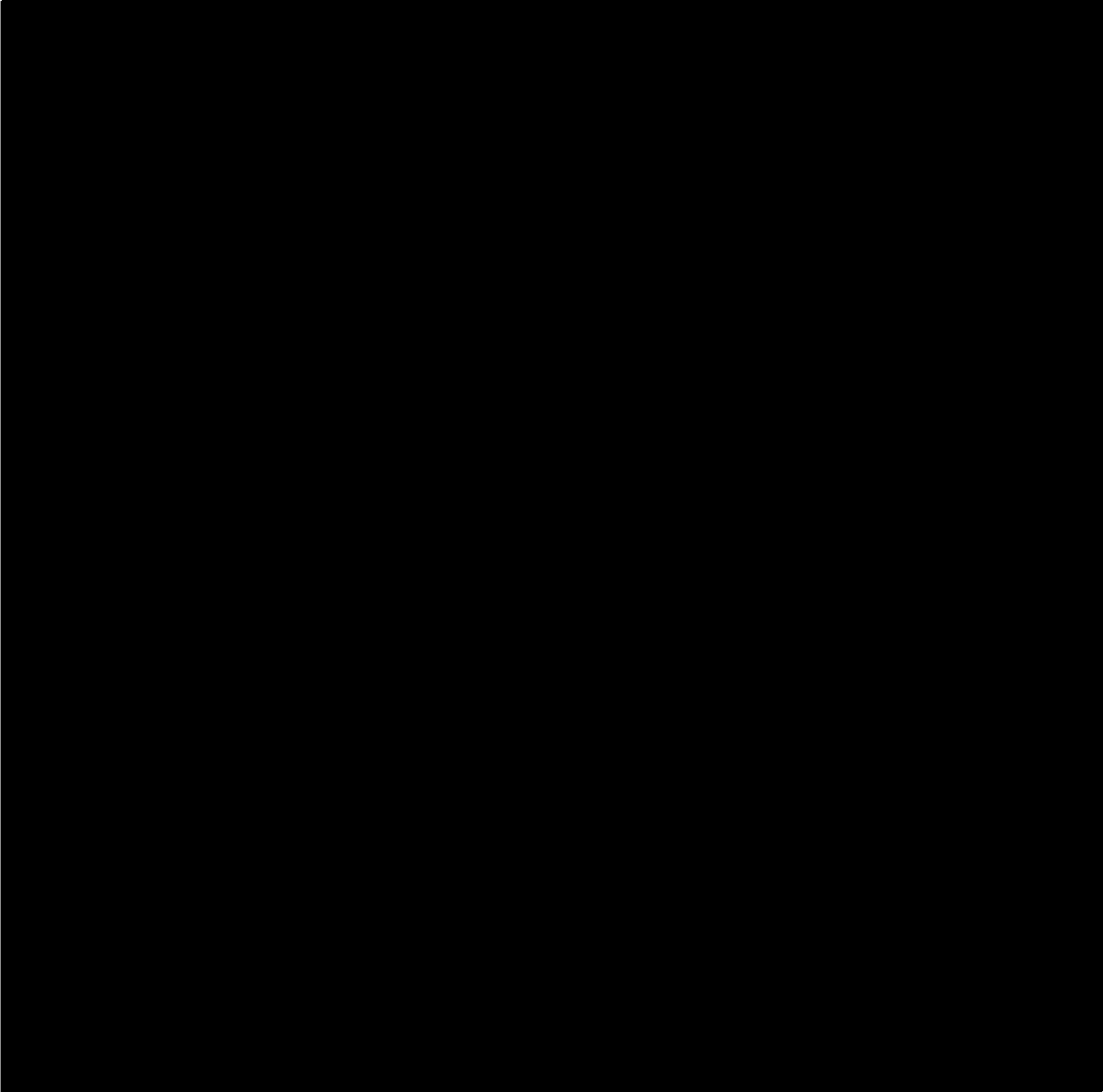
新 R ① JN 耐技 IV 02237 A



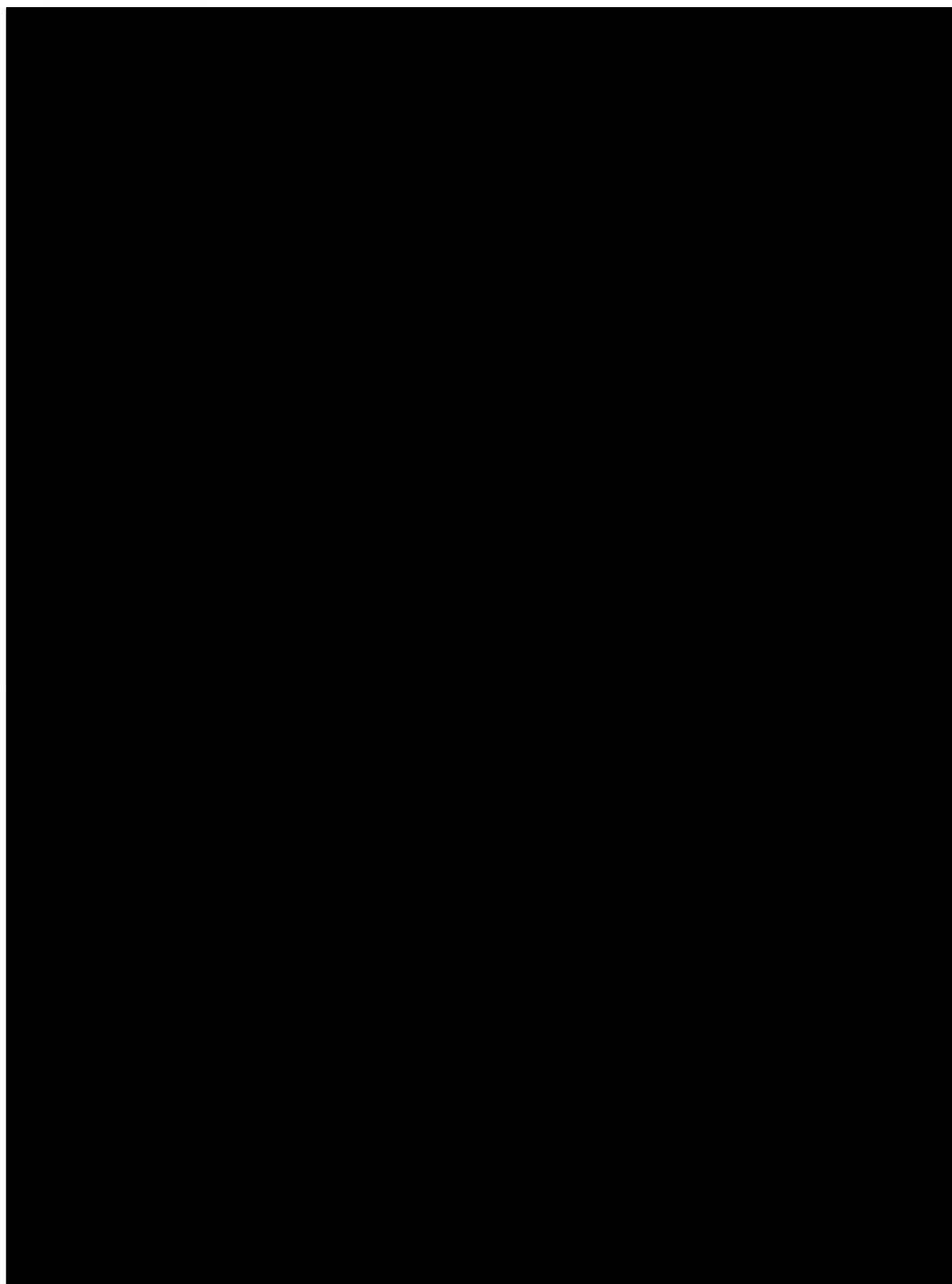
新 R ① JN 耐技 IV 02238 A



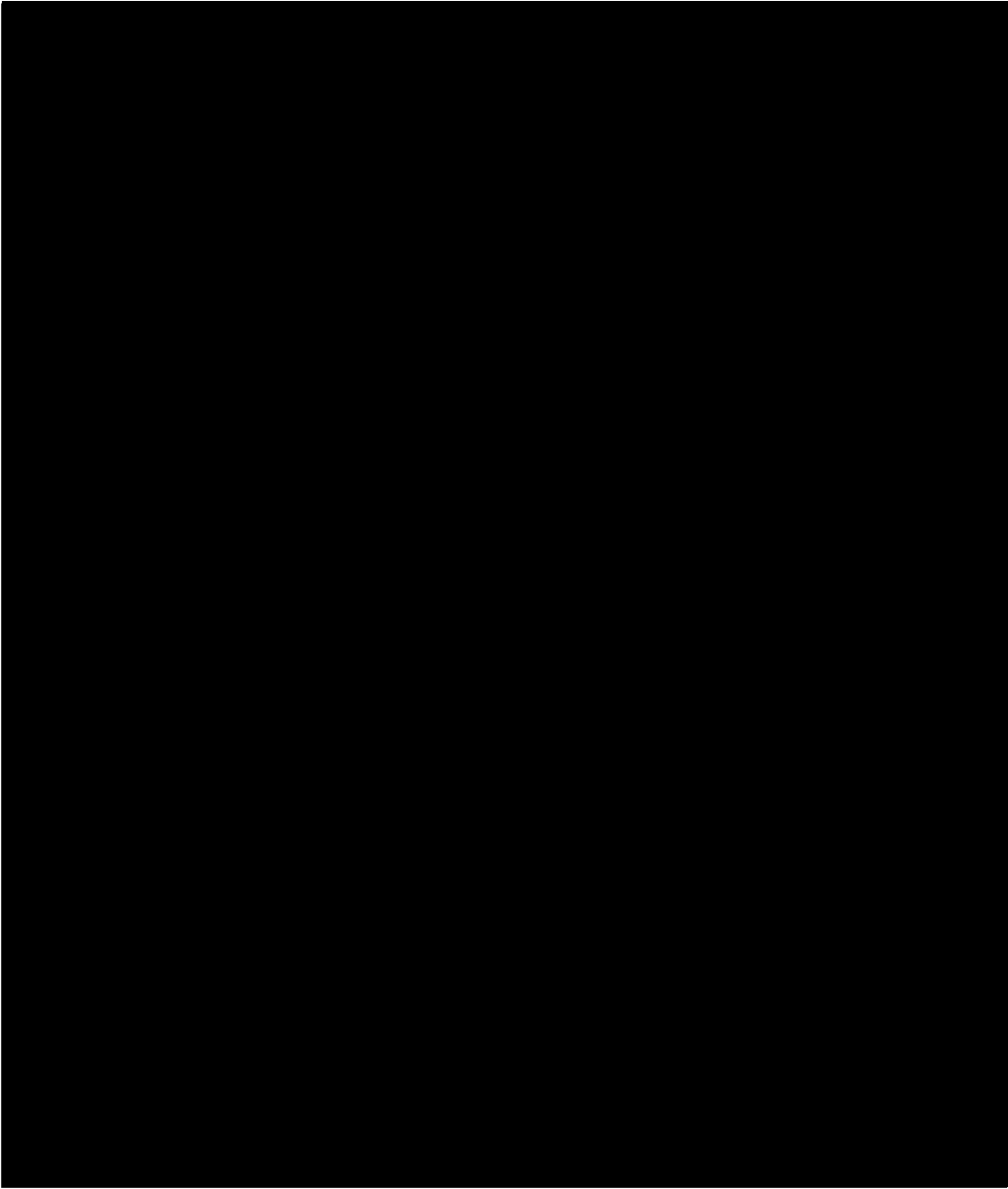
新 R ① IN 耐技 IV 02239 A



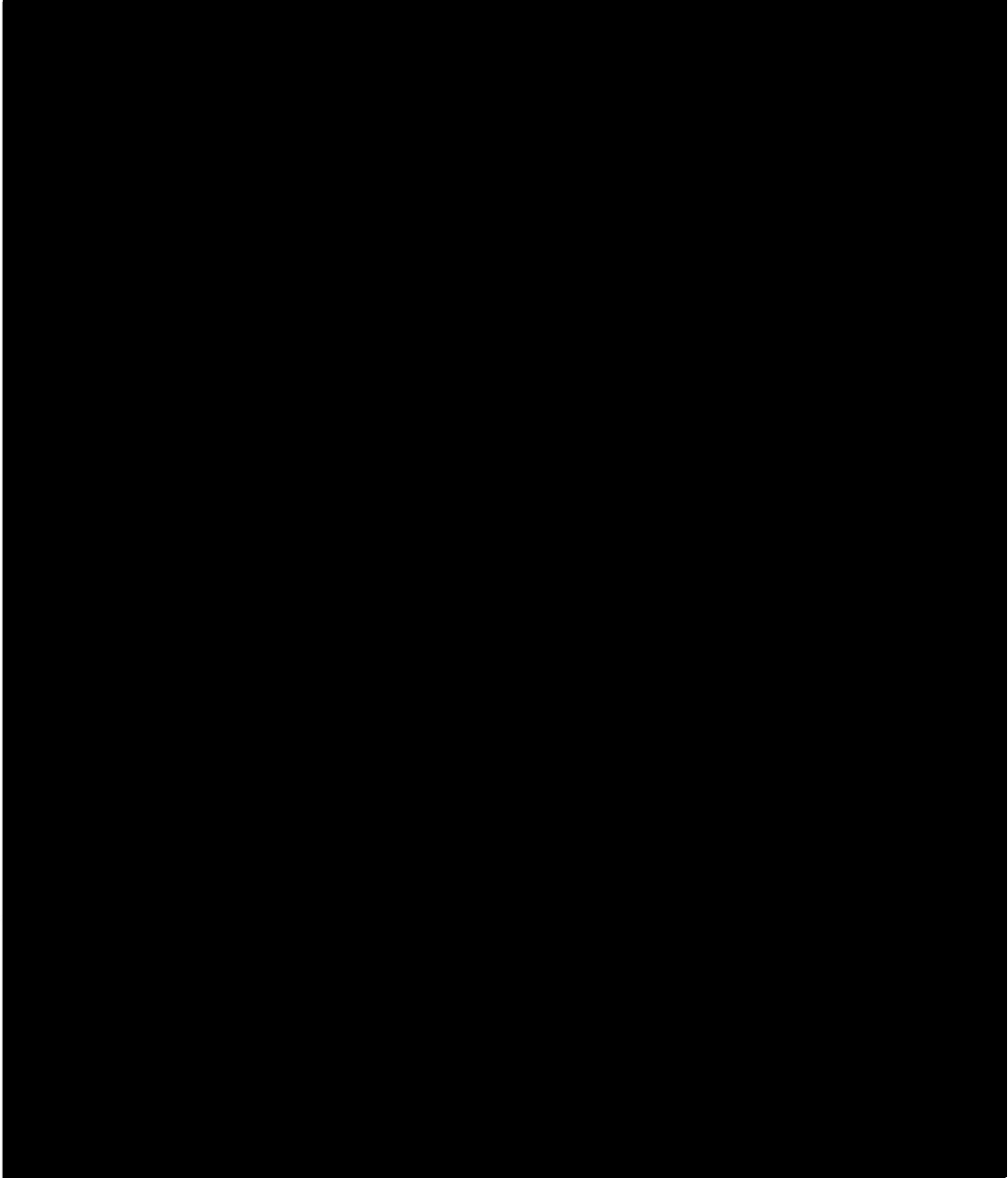
新 R ① JN 耐技 IV 02240 A



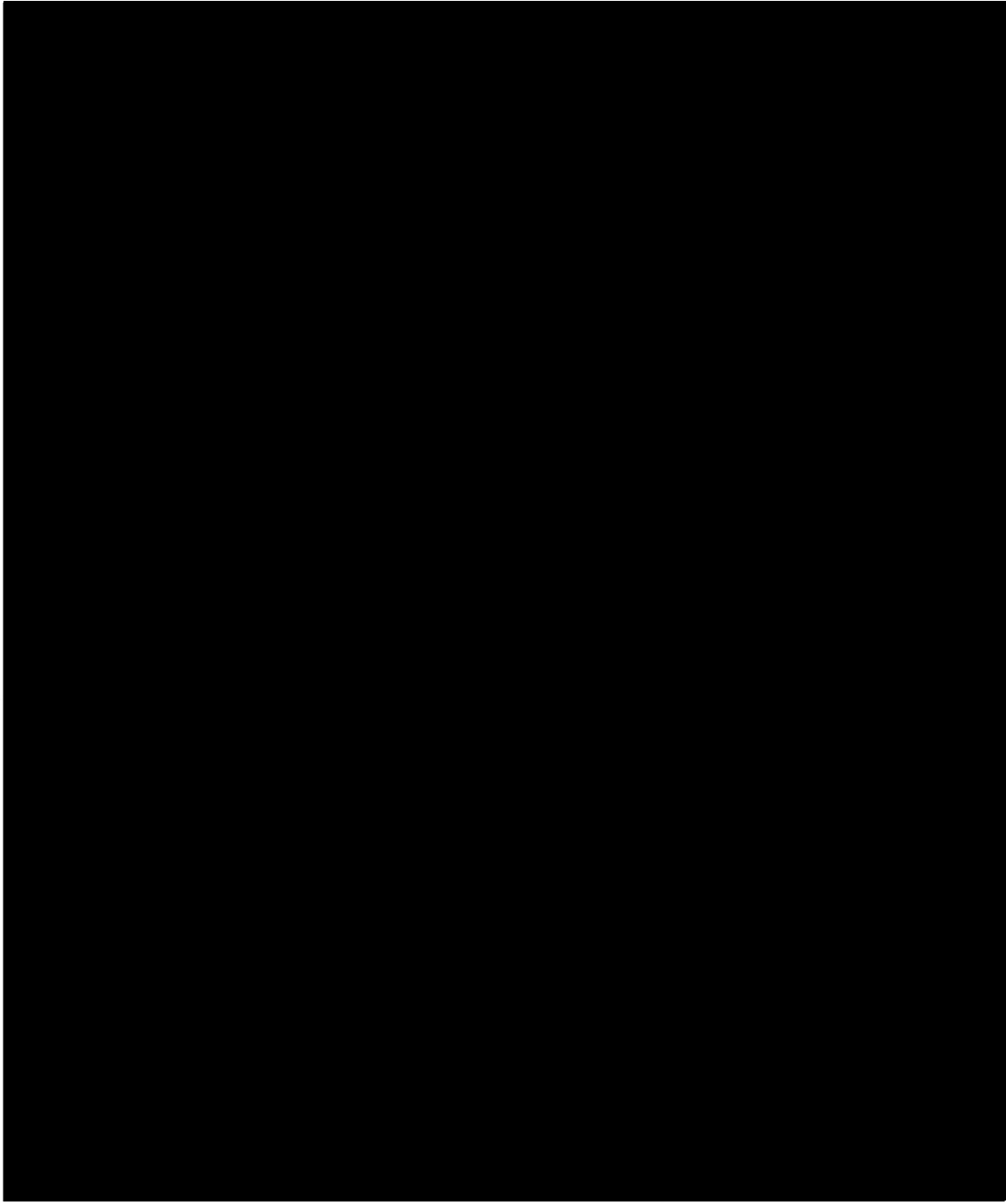
新 R ① JN 耐技 IV 02241 A



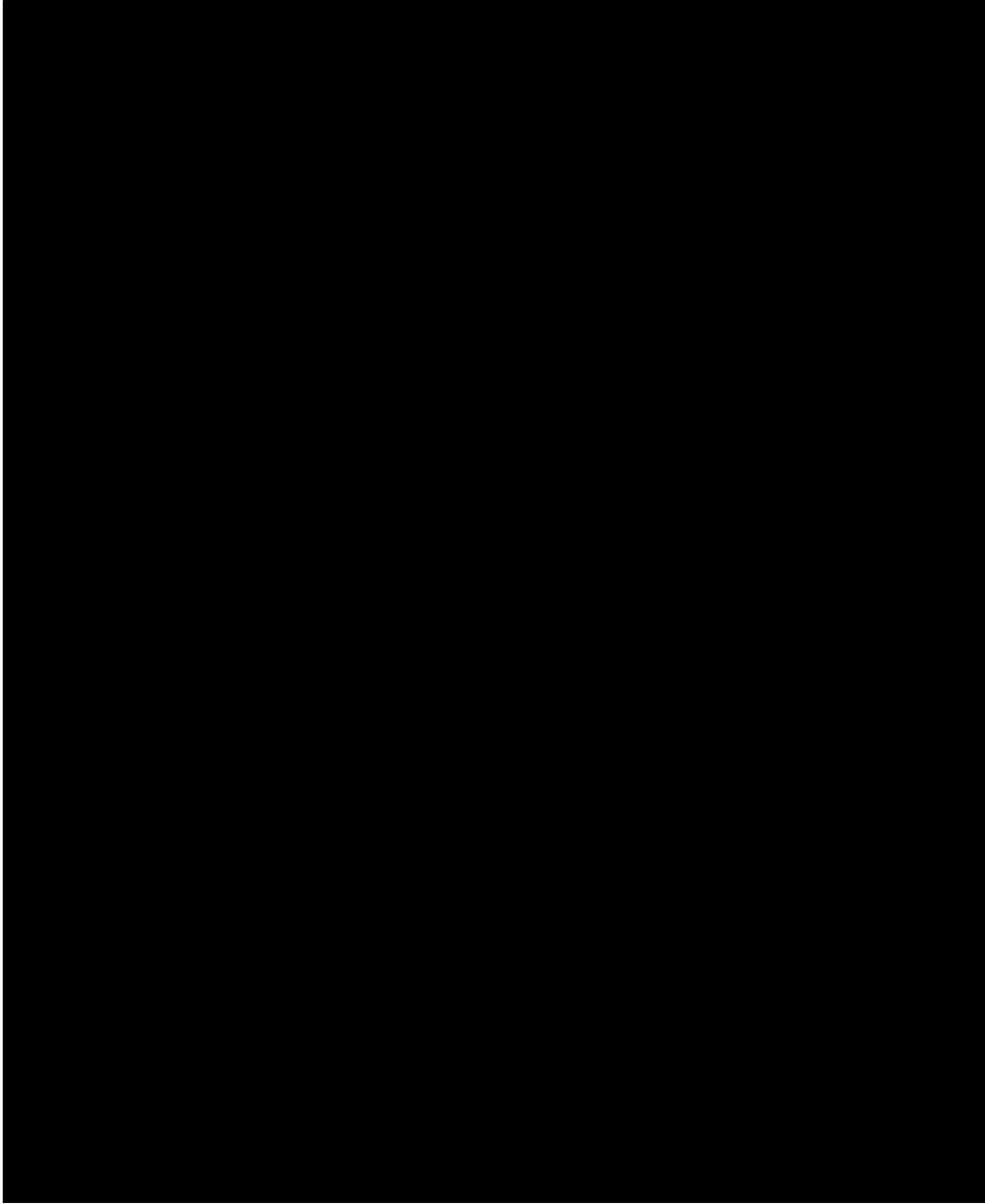
新 R ① JN 耐技 IV 02242 A



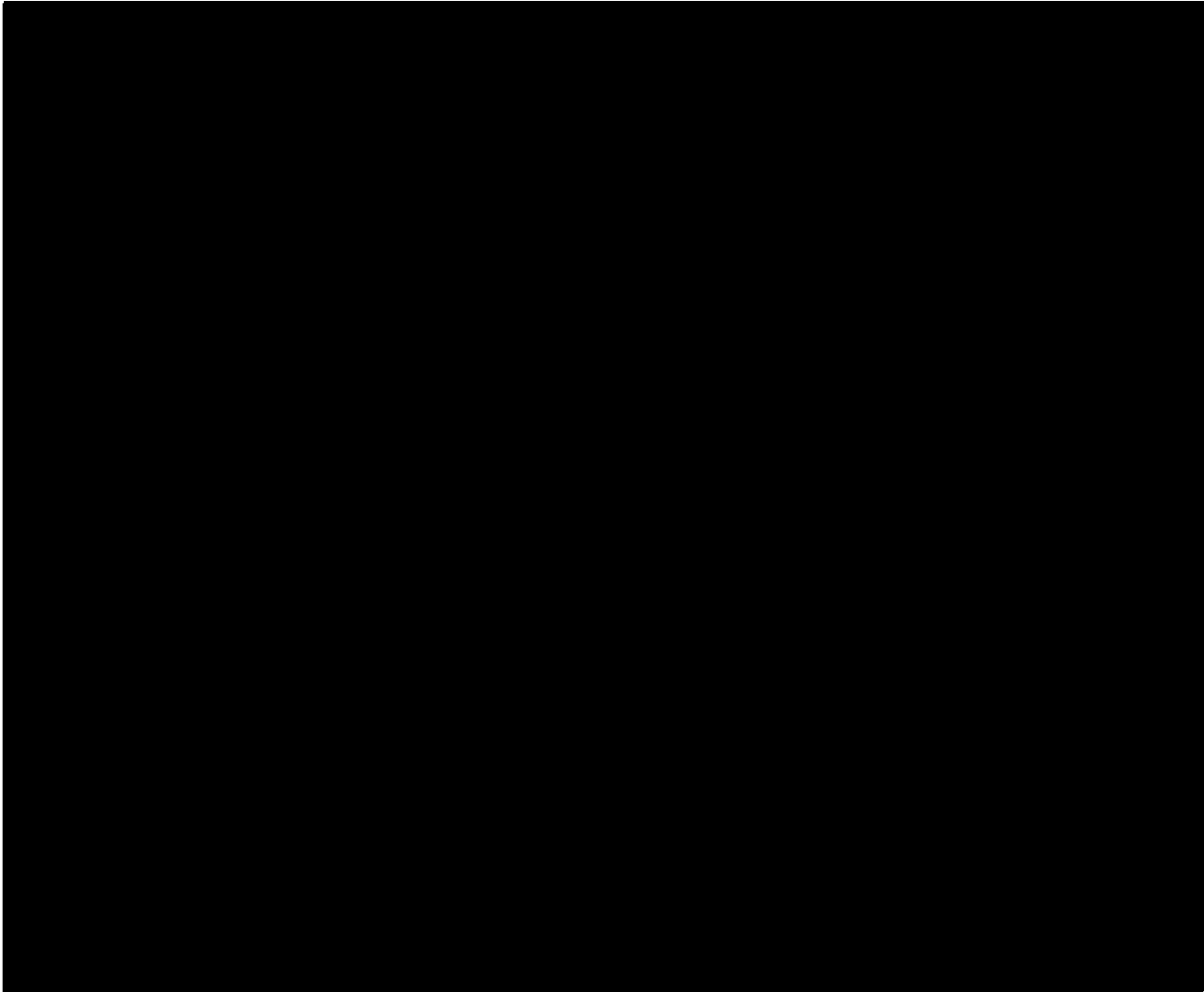
新 R ① JN 耐技 IV 02243 A



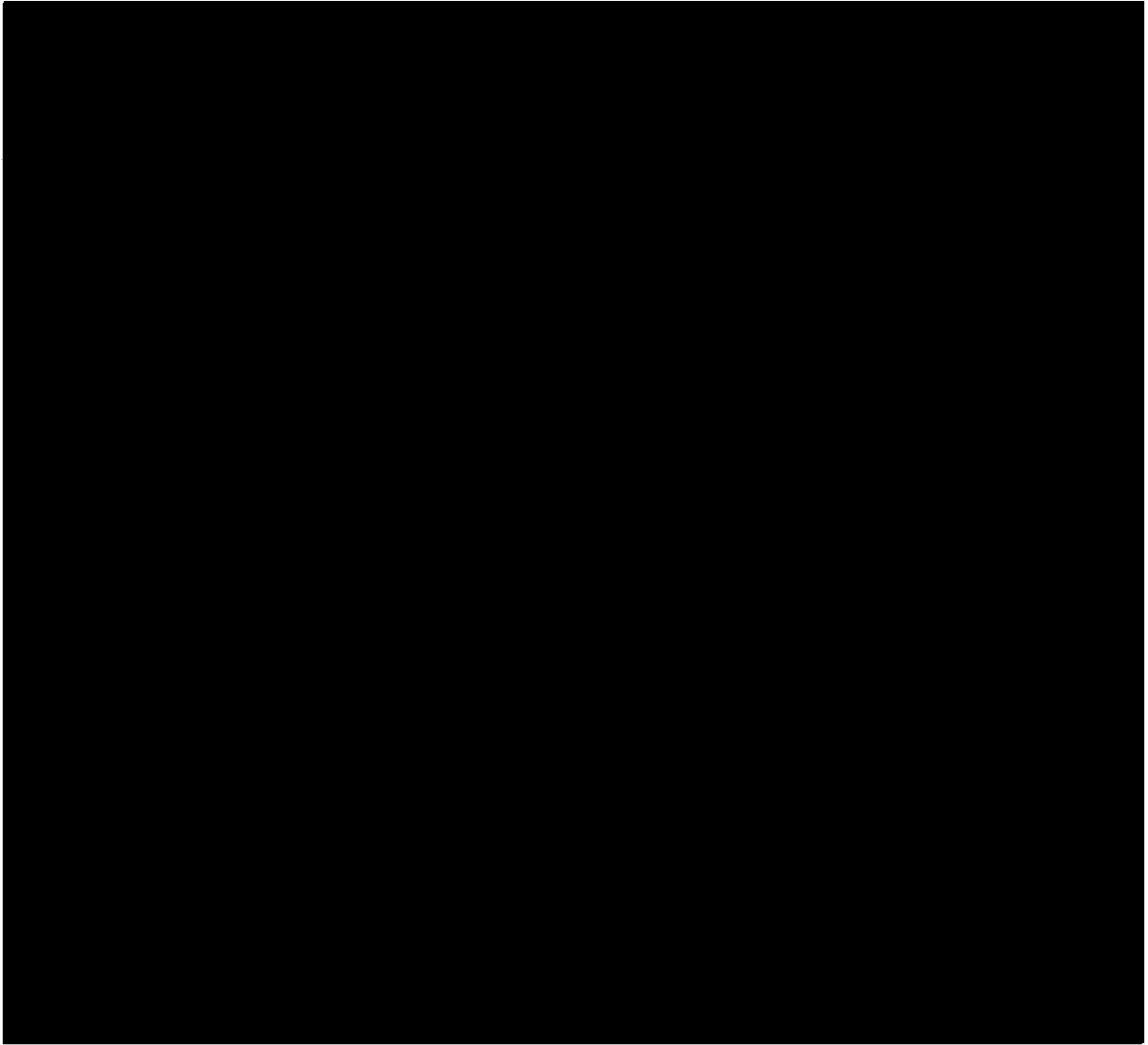
新 R ① JN 耐技 IV 02244 A



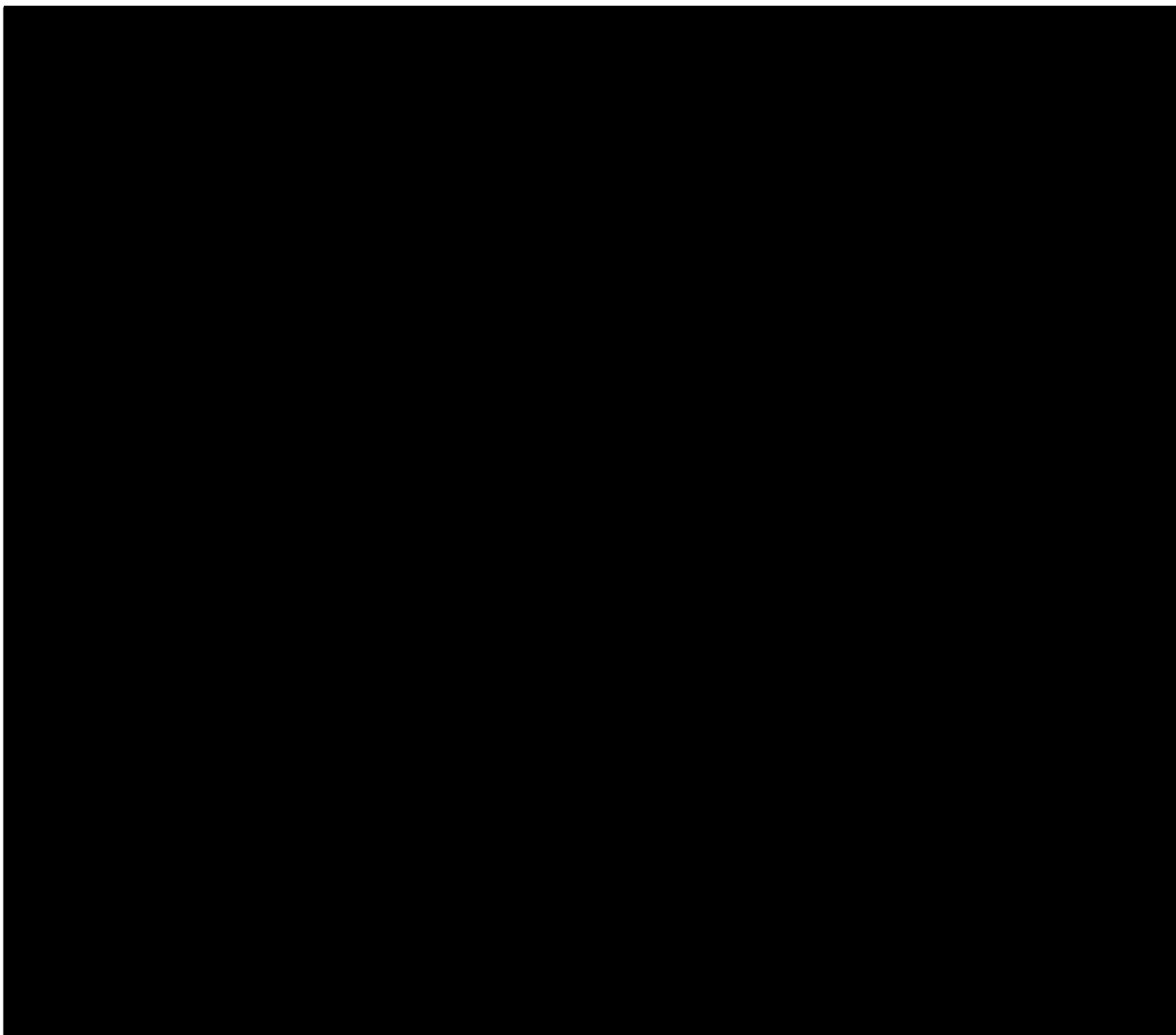
新 R ① JN 耐技 IV 02245 A



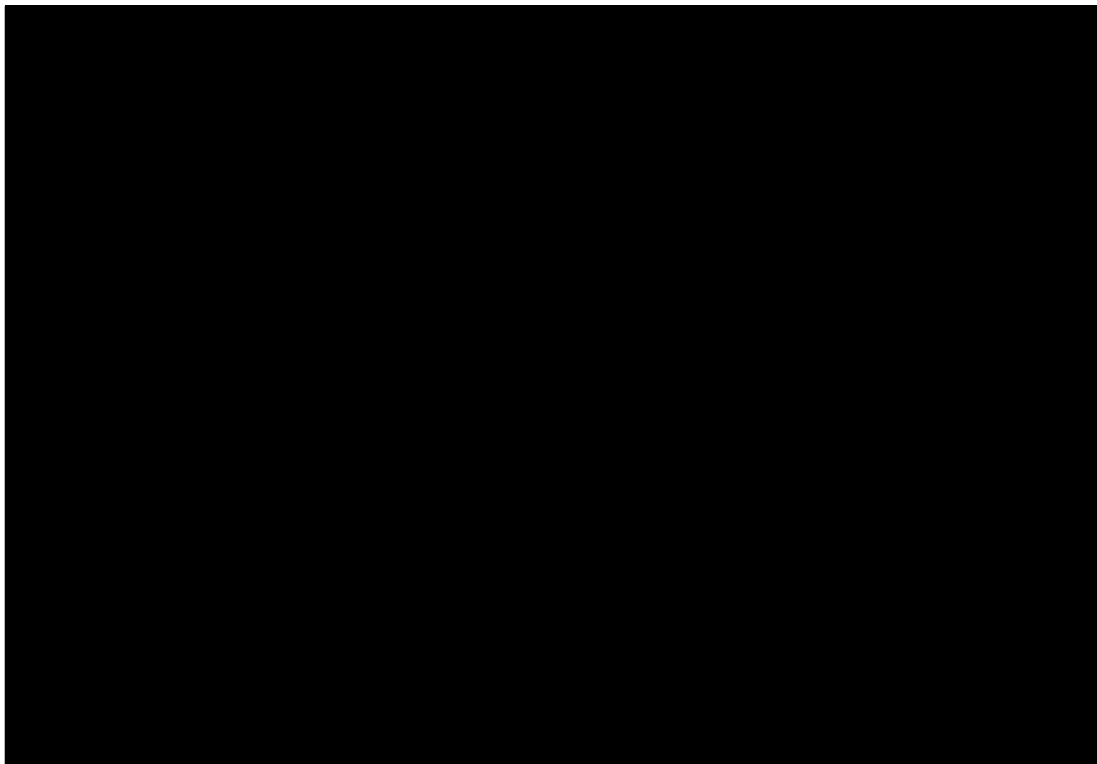
新 R ① JN 耐技 IV 02246 A



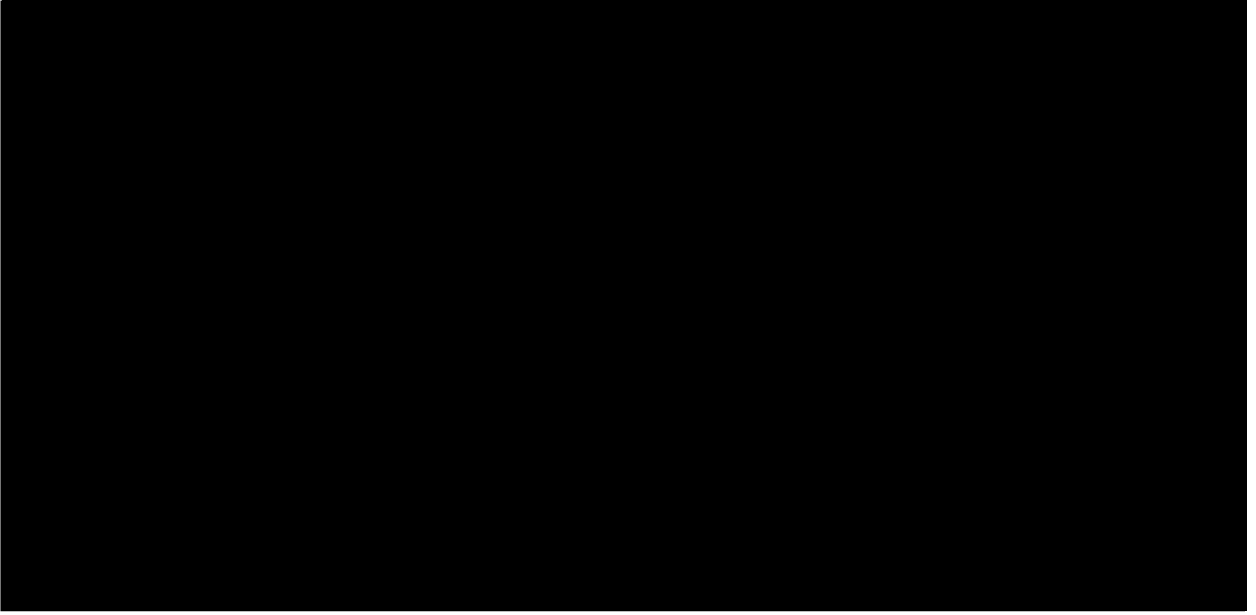
新 R ① JN 耐技 IV 02247 A



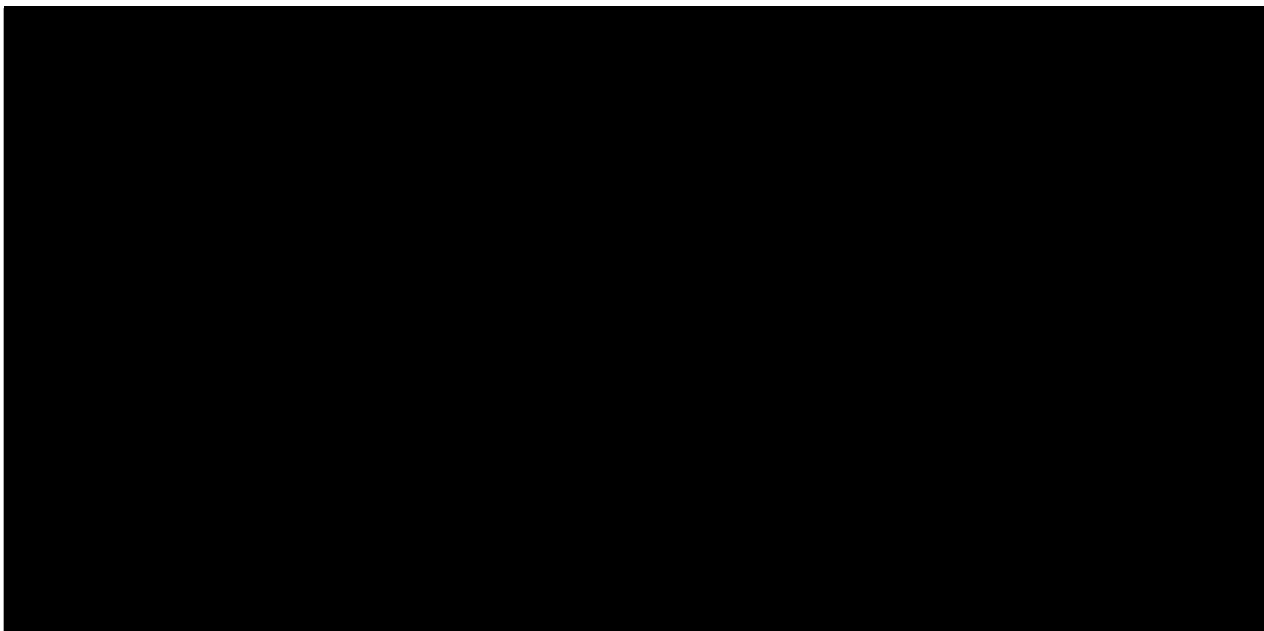
新 R ① JN 耐技 IV 02248 A



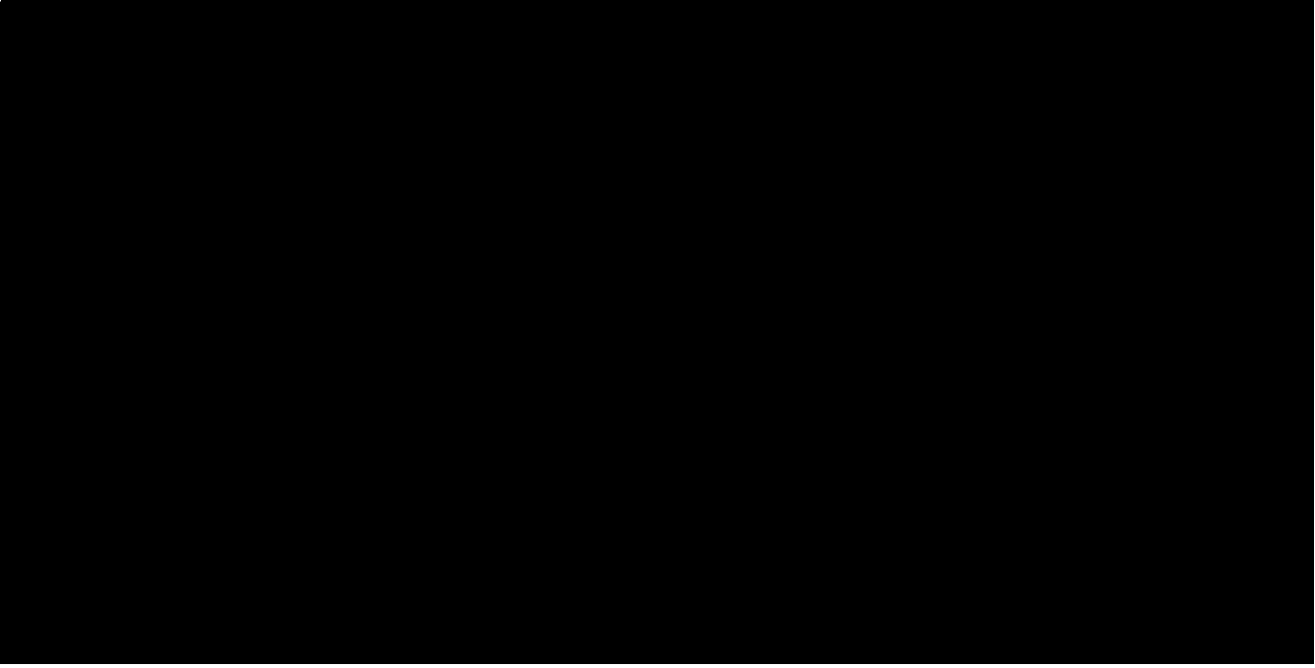
新 R ① JN 耐技 IV 02249 A



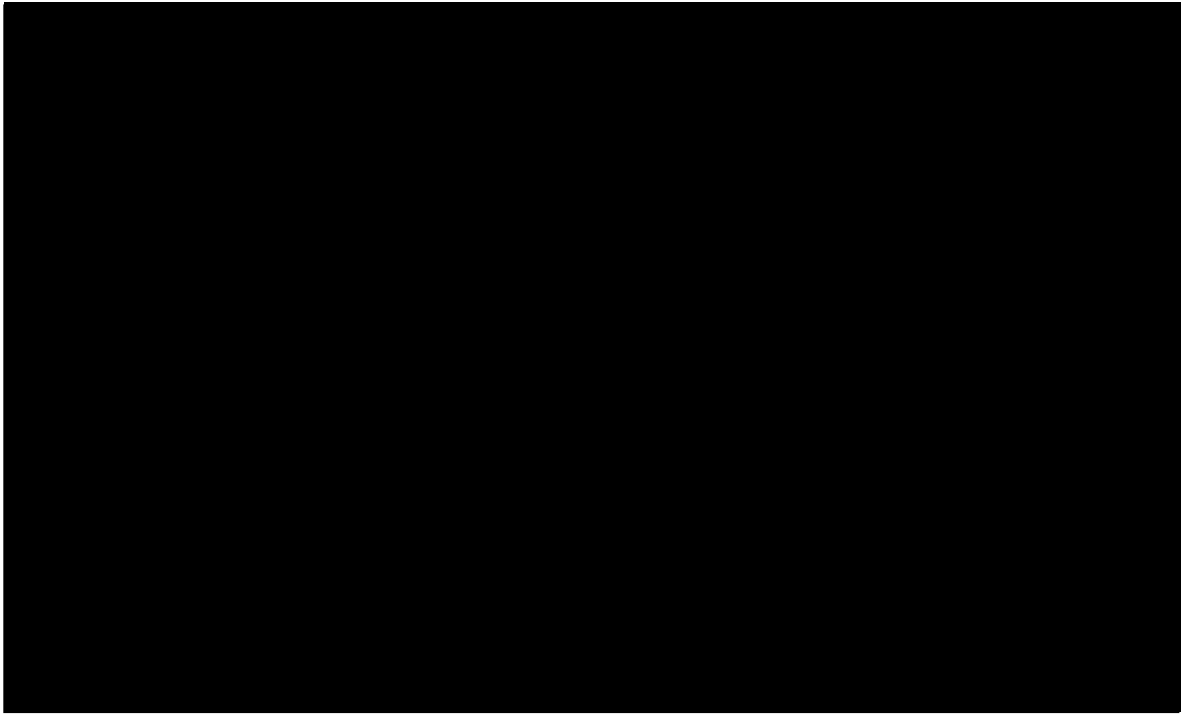
新 R ① JN 耐技 IV 02250 A



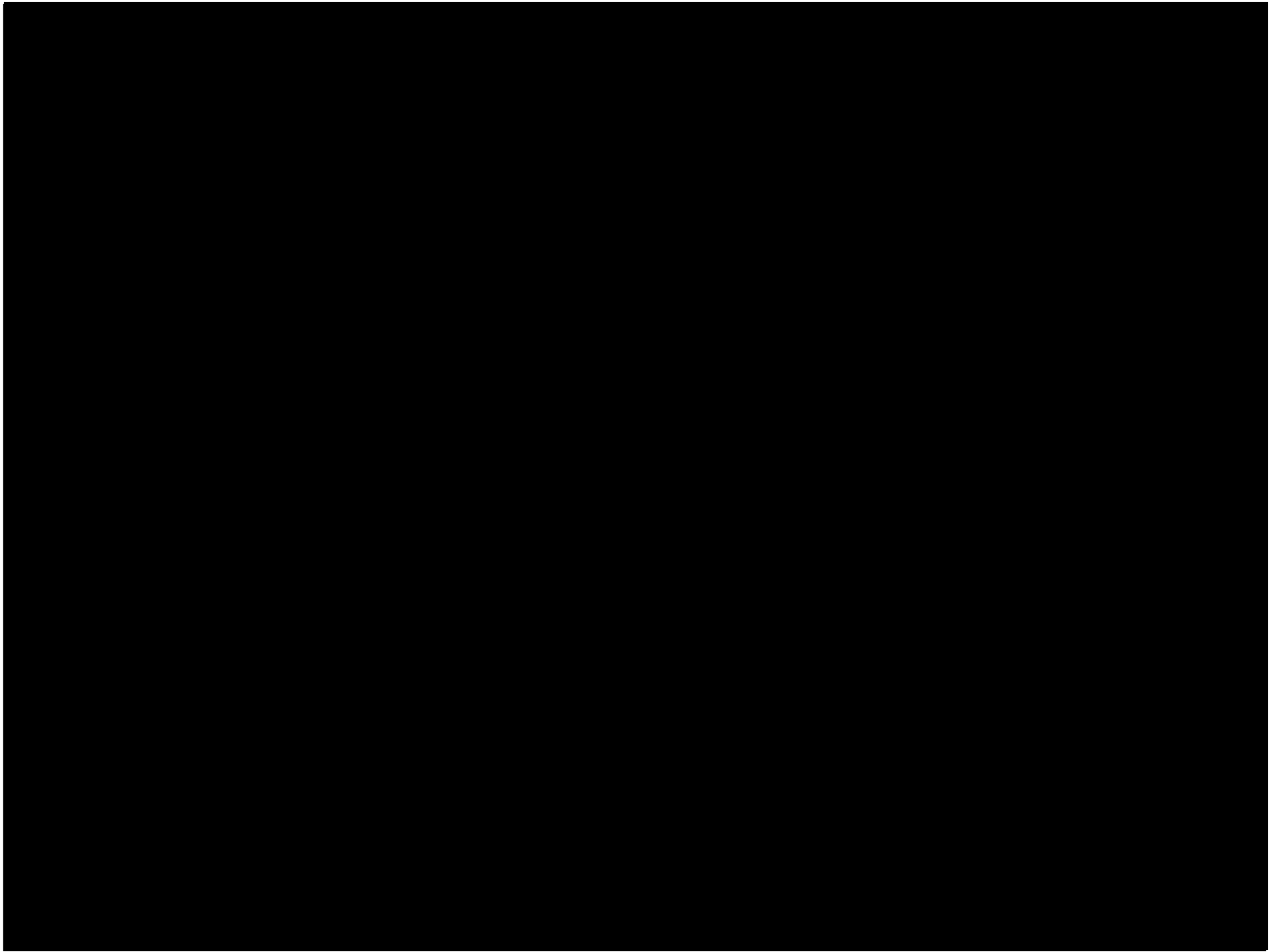
新 R ① JN 耐技 IV 02251 A



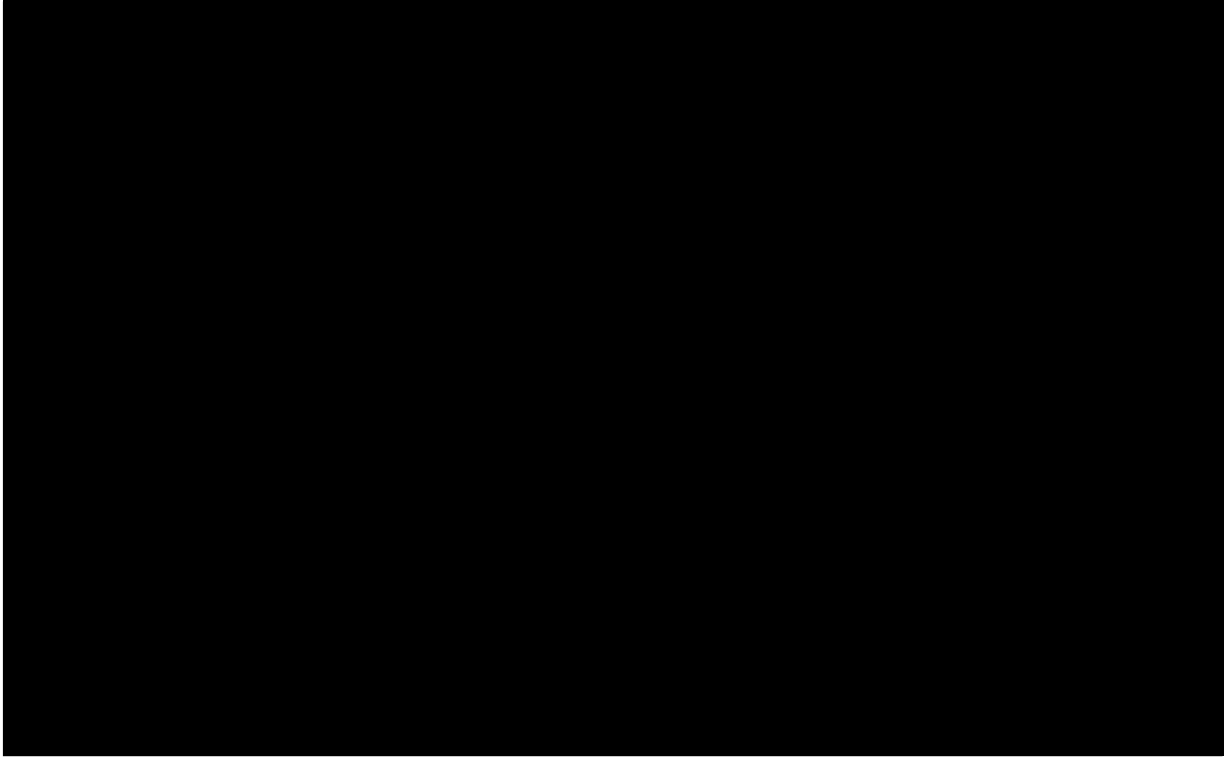
新 R ① JN 耐技 IV 02252 A



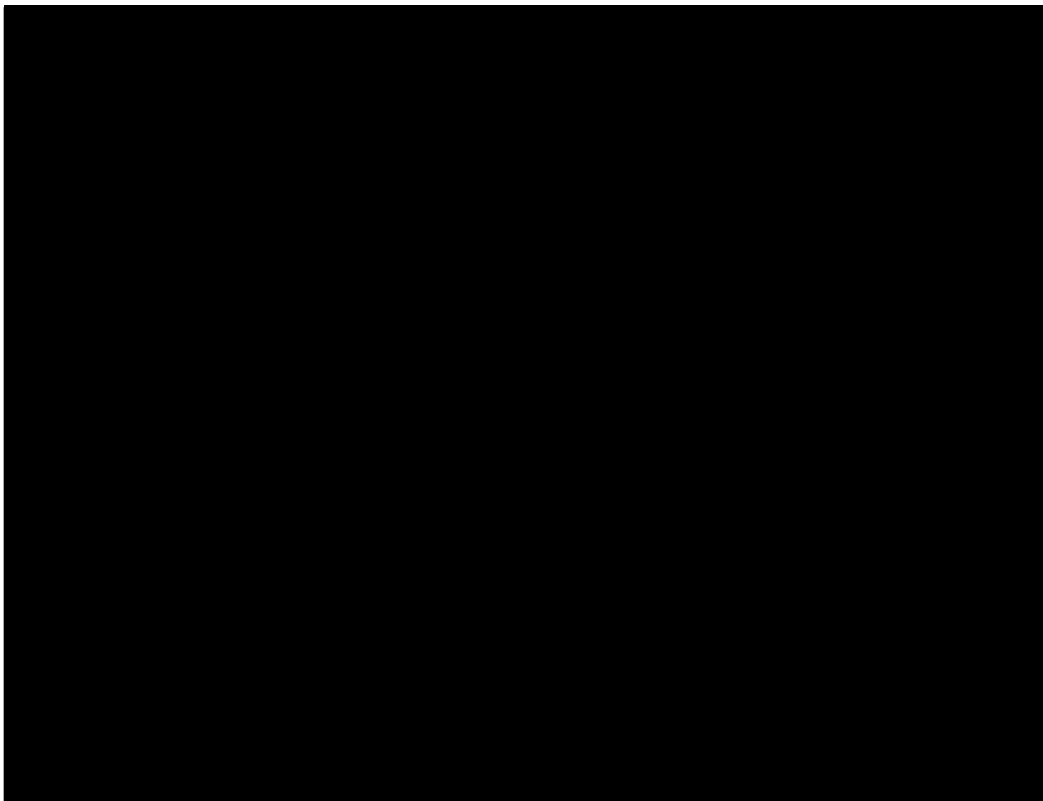
新 R ① JN 耐技 IV 02253 A



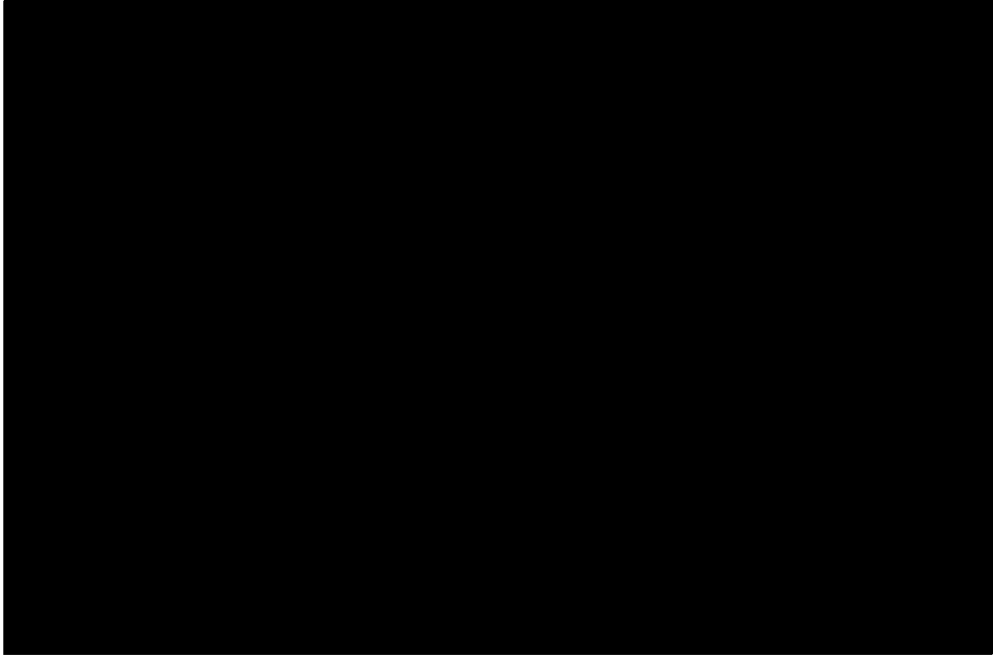
新 R ① JN 耐技 IV 02254 A



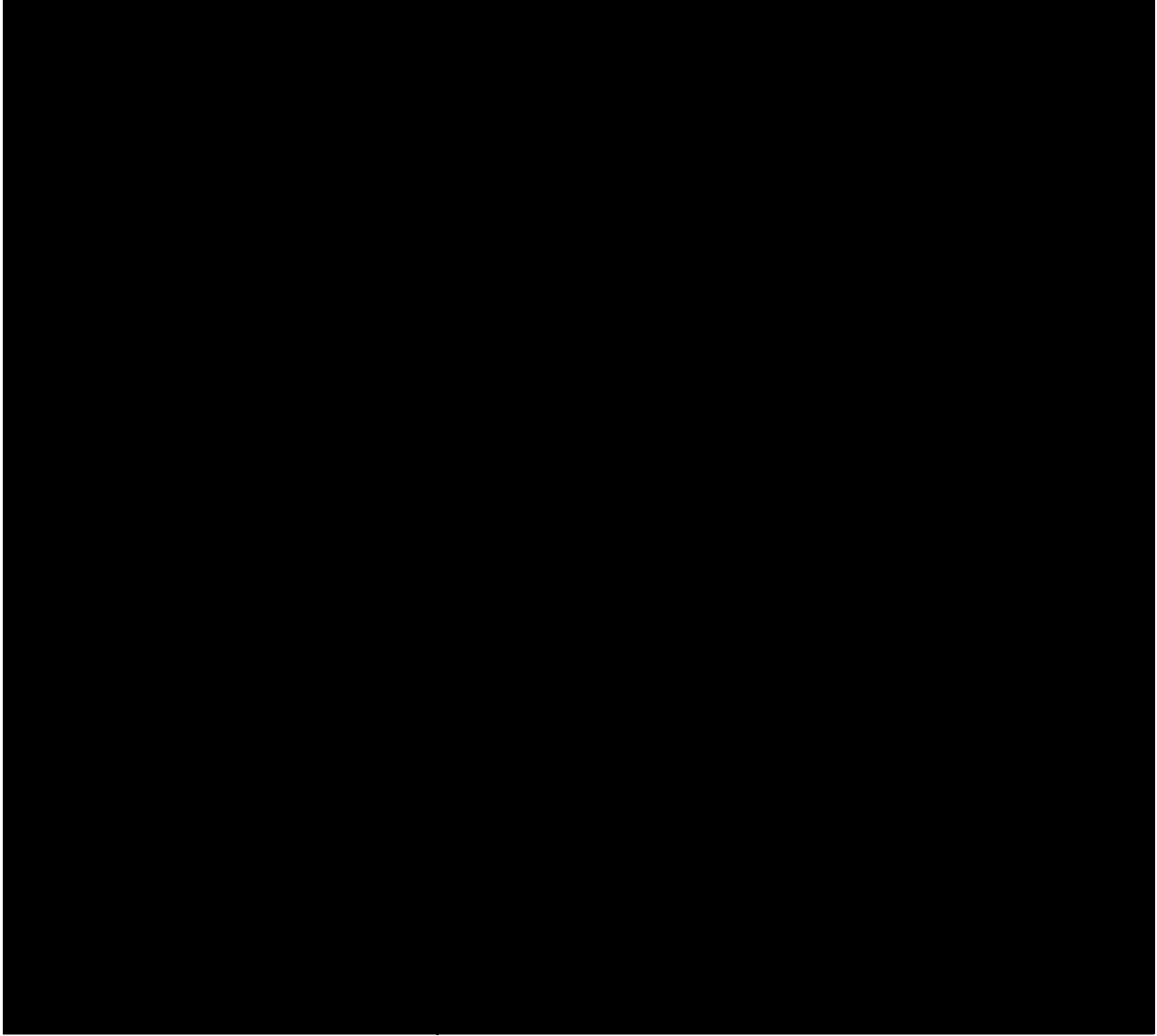
新 R ① JN 耐技 IV 02255 A



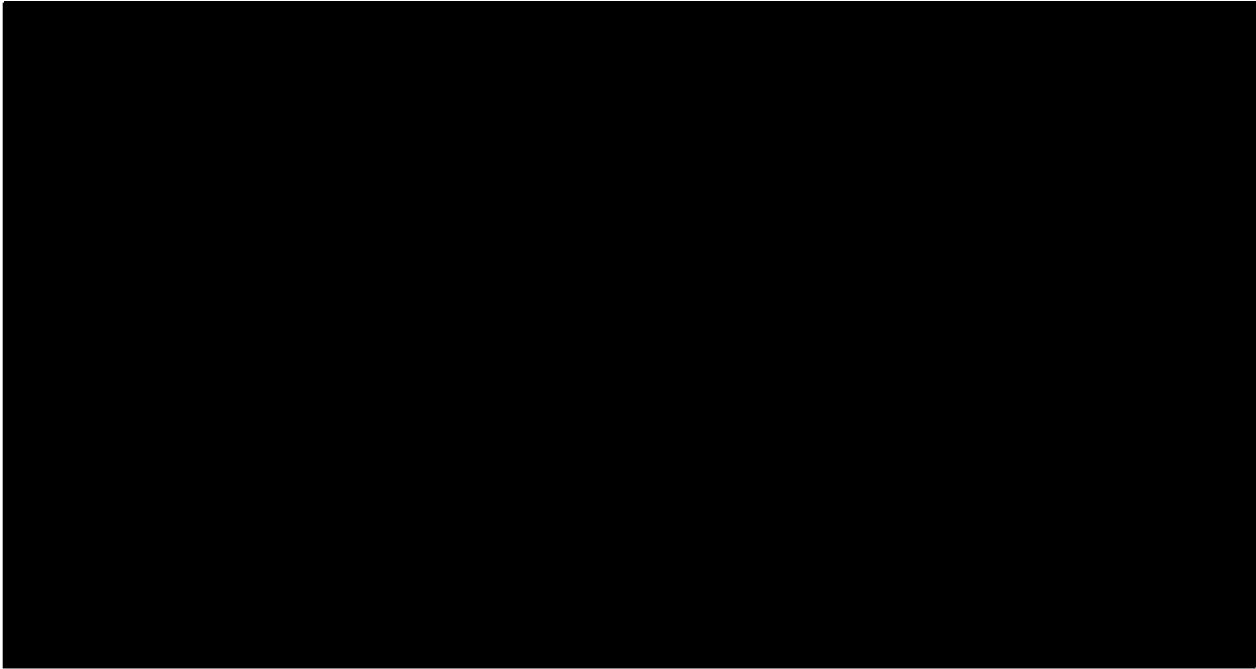
新 R ① JN 耐技 IV 02256 A



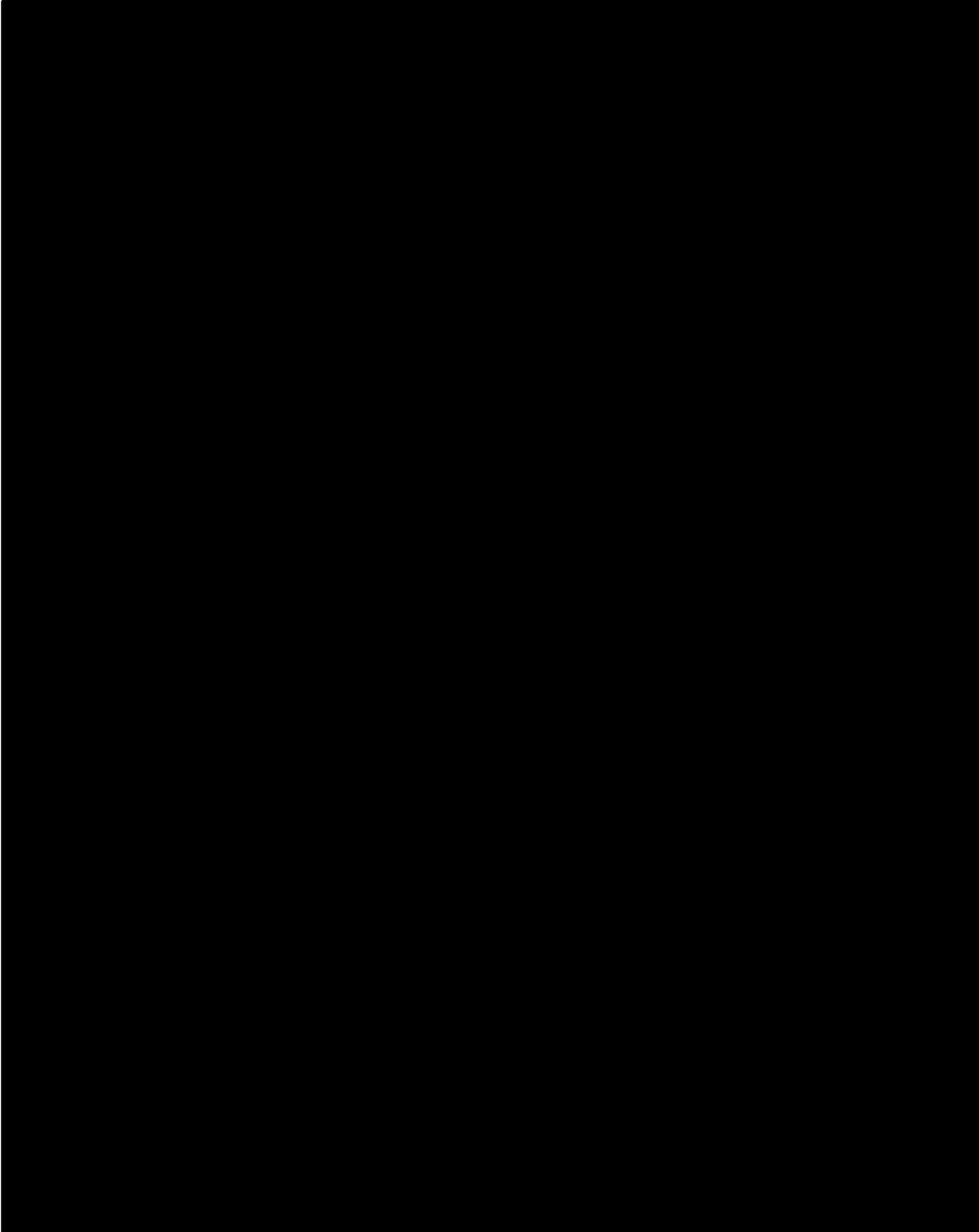
新 R ① JN 耐技 IV 02257 A



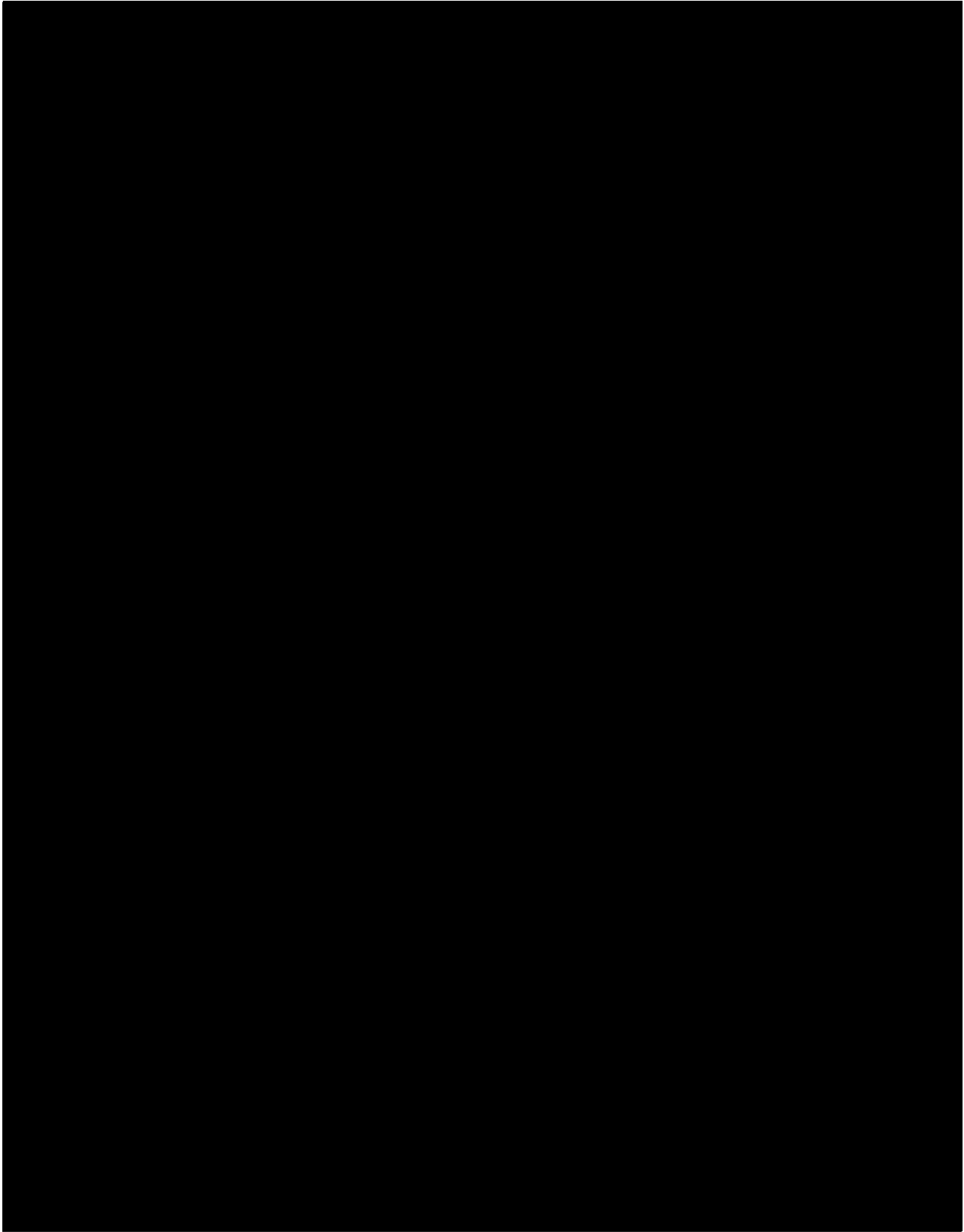
新 R ① JN 耐技 IV 02258 A



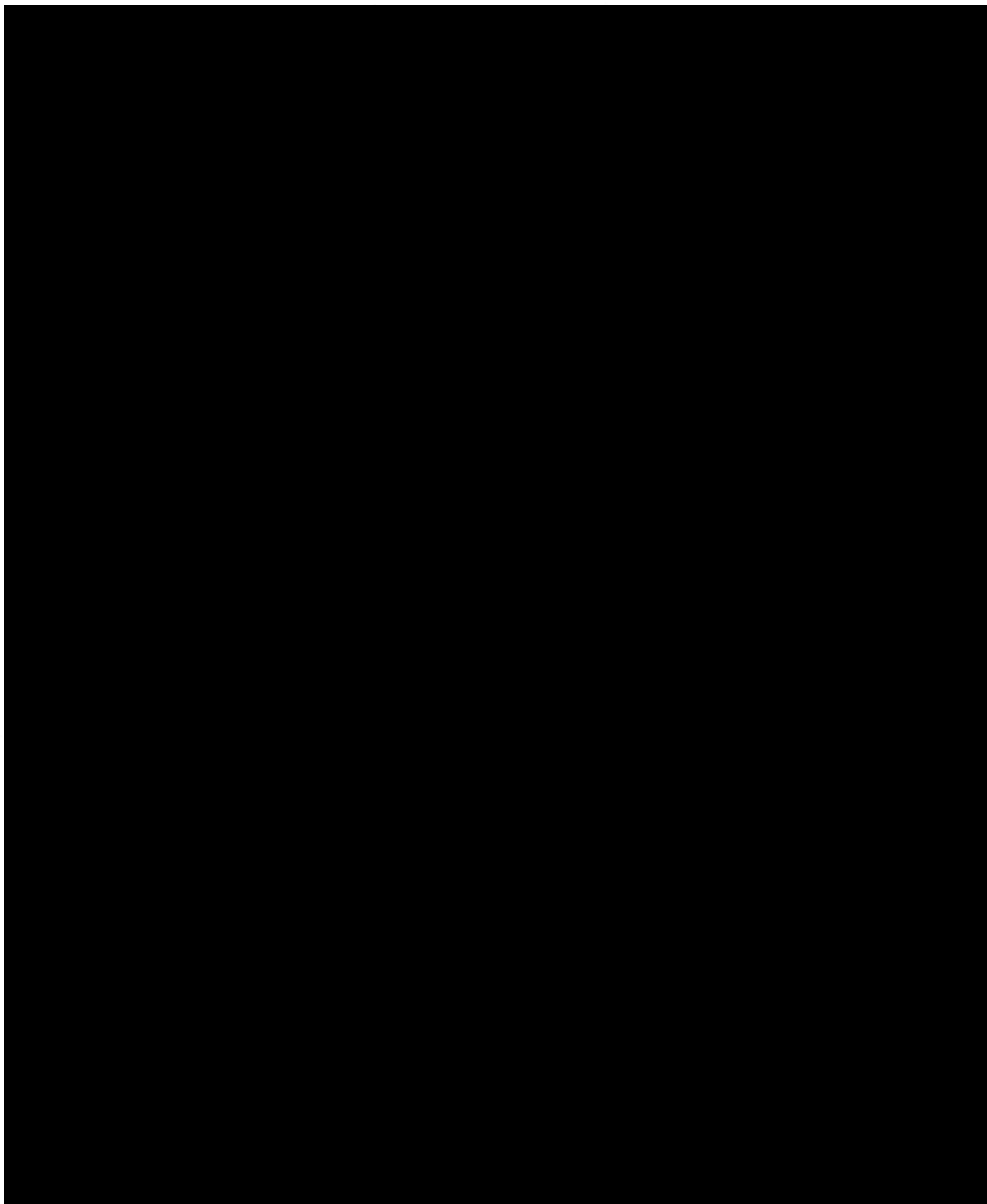
新 R ① JN 耐技 IV 02259 A



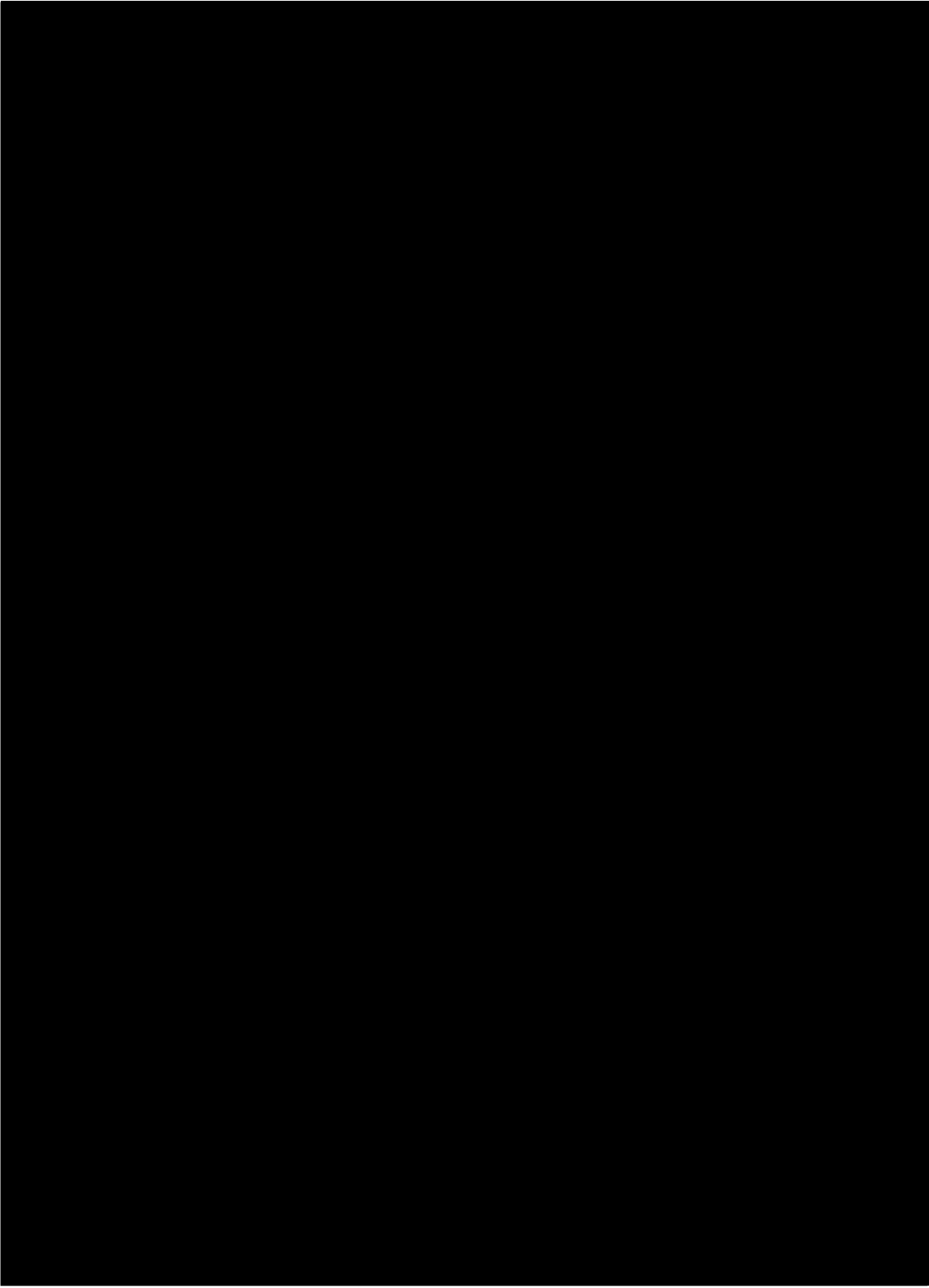
新 R ① JN 耐技 IV 02260 A



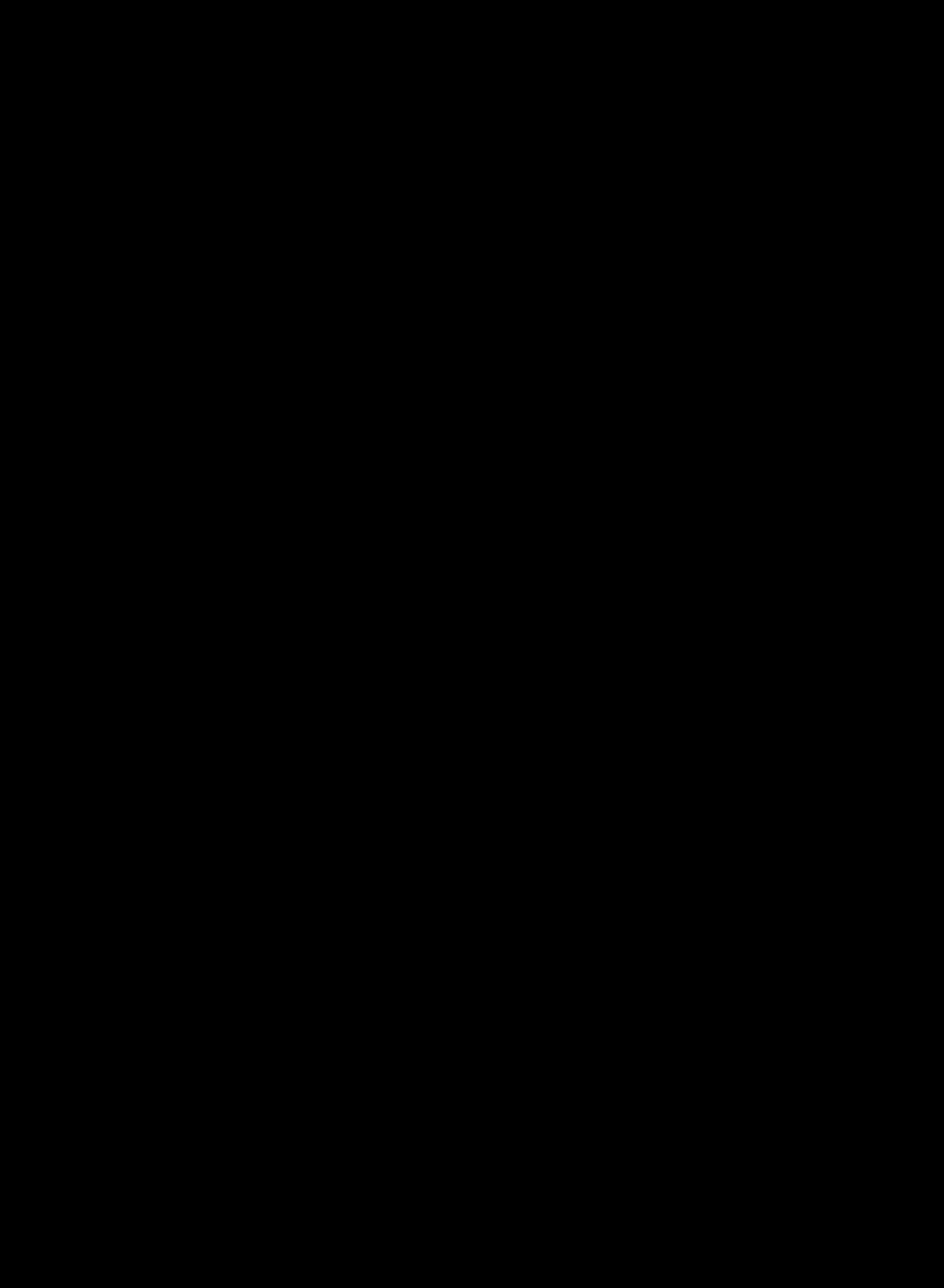
新 R ① JN 耐技 IV 02261 A



新 R ① JN 耐技 IV 02262 A



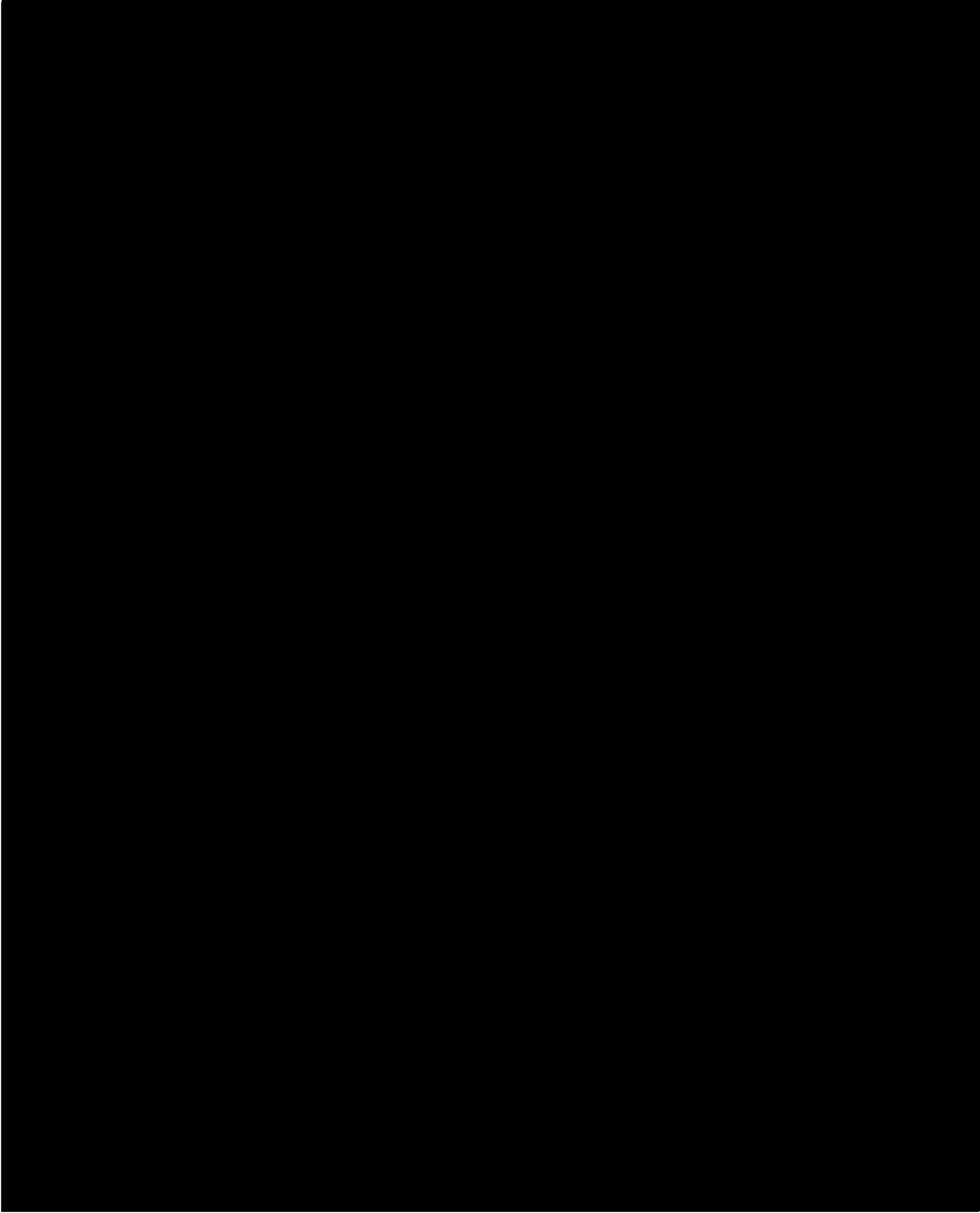
新 R ① JN 耐技 IV 02263 A



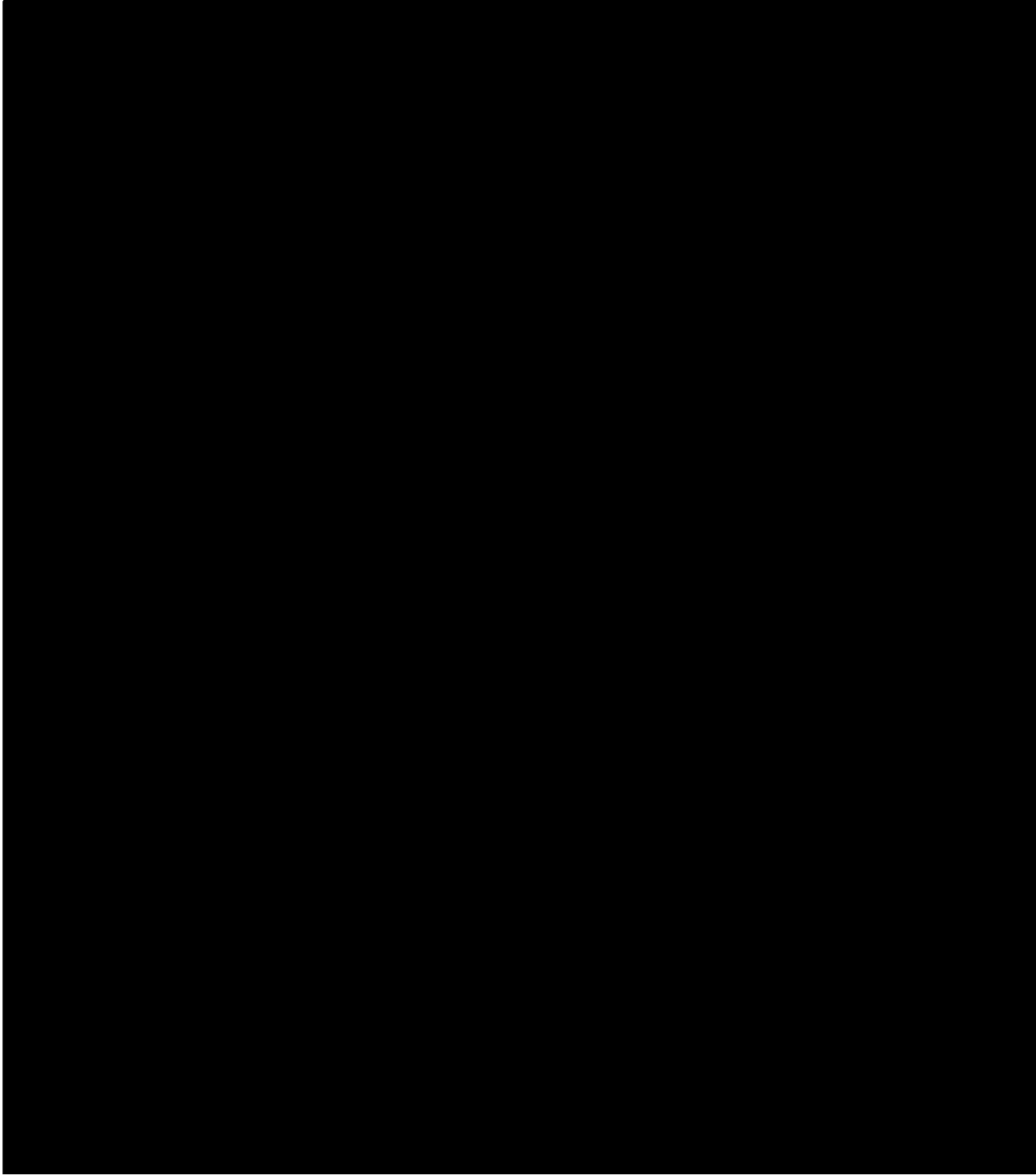
新 R ① JN 耐技 IV 02264 A



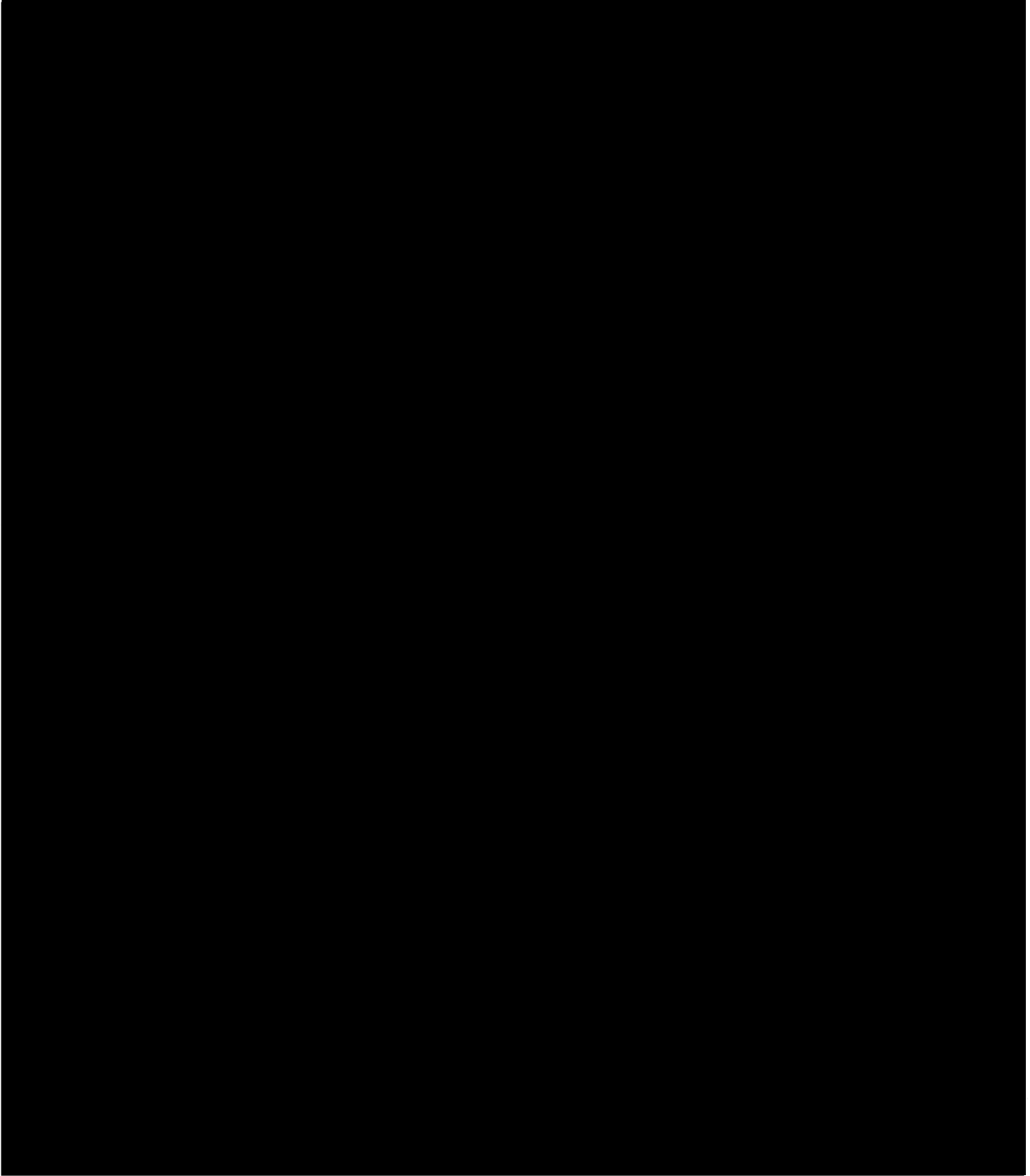
新 R ① JN 耐技 IV 02265 A



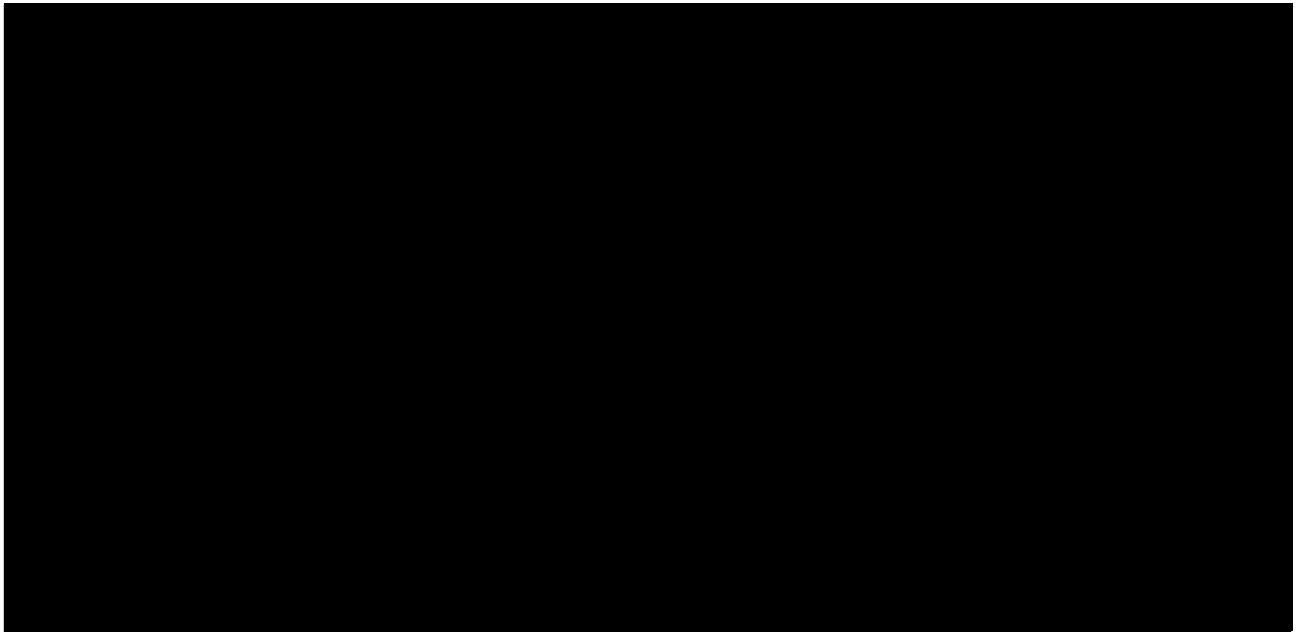
新 R ① JN 耐技 IV 02266 A



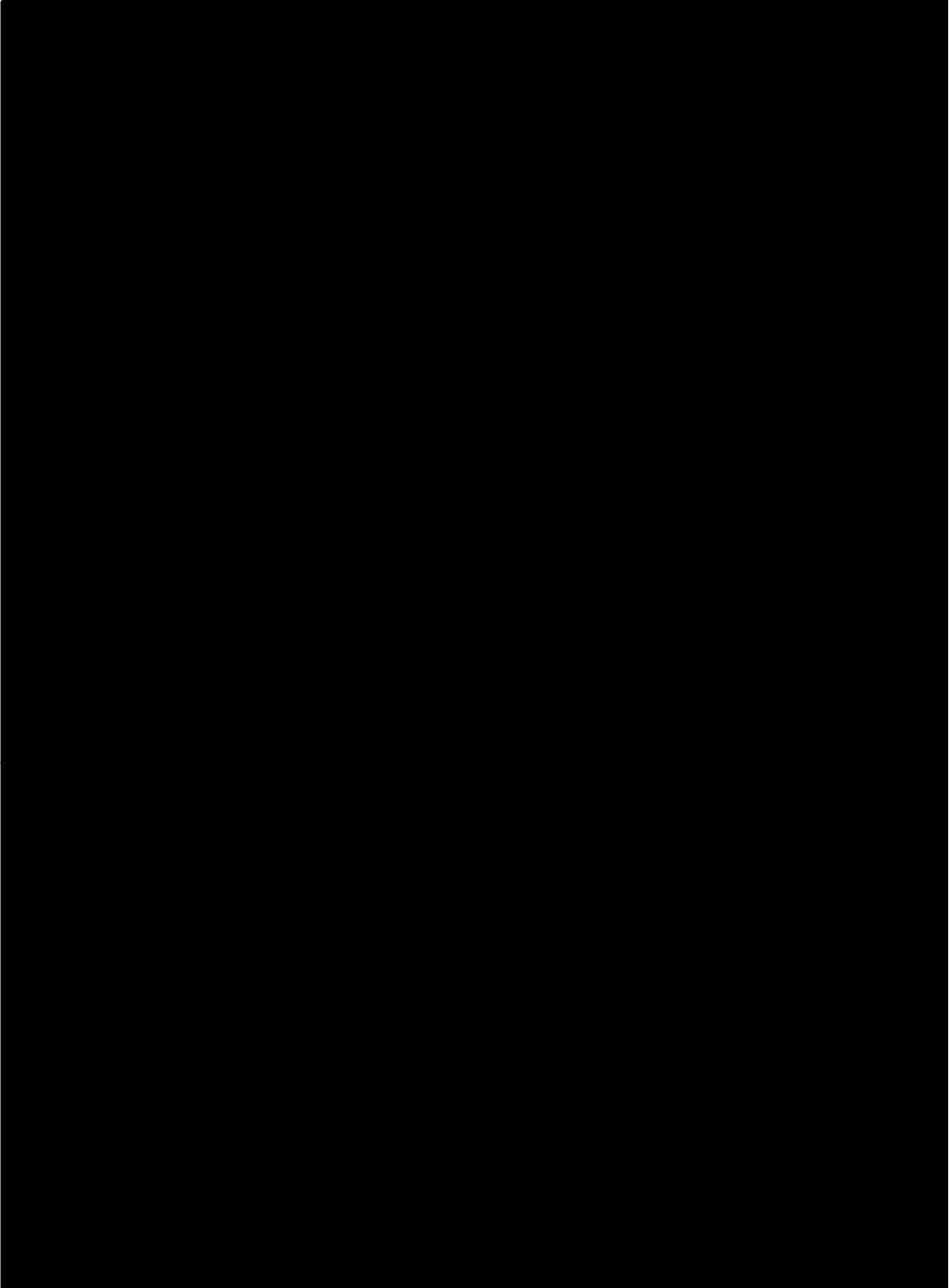
新 R ① JN 耐技 IV 02267 A



新 R ① JN 耐技 IV 02268 A



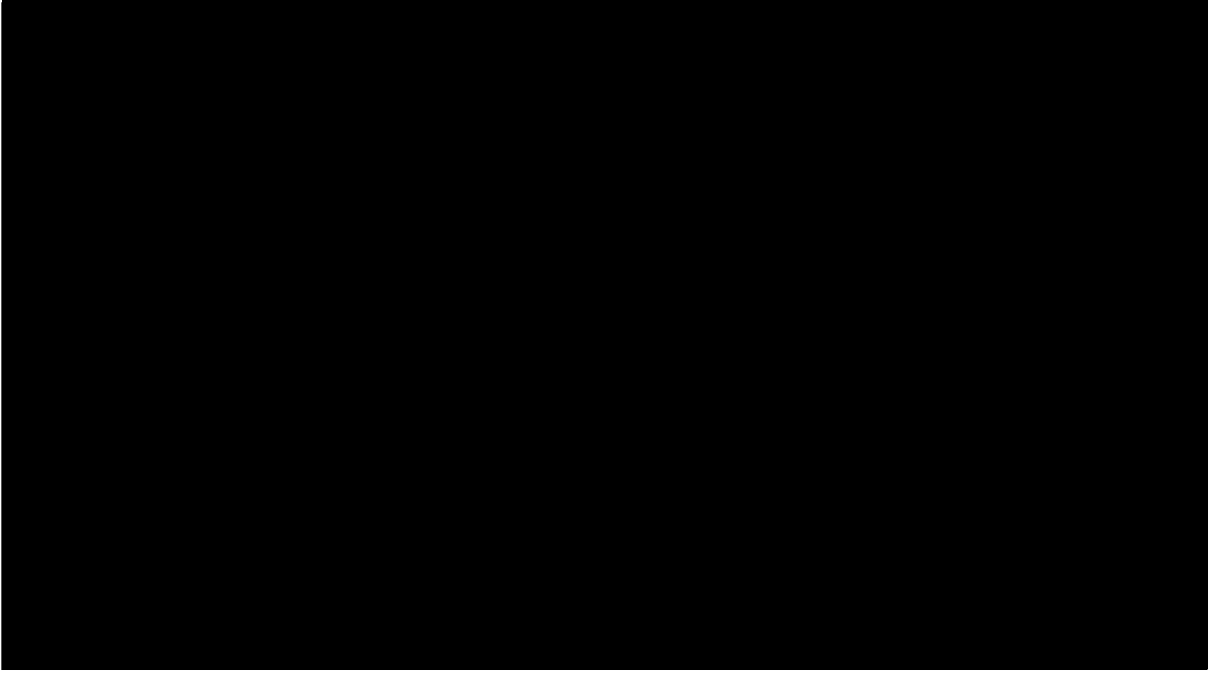
新 R ① JN 耐技 IV 02269 A



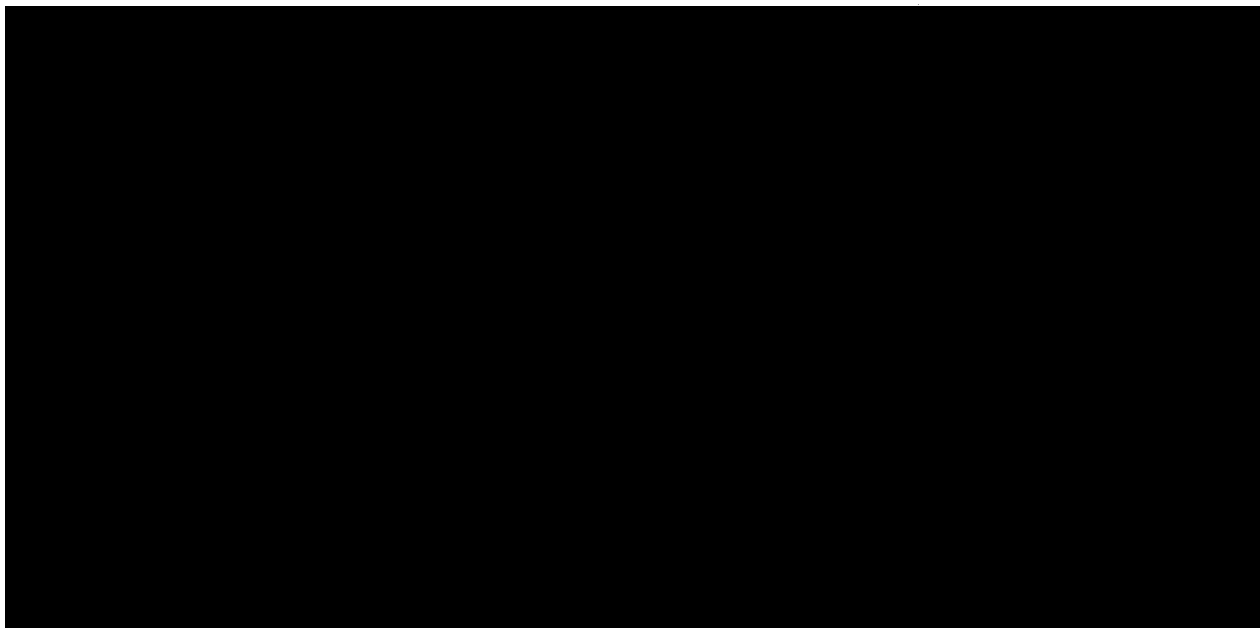
新 R ① JN 耐技 IV 02270 A



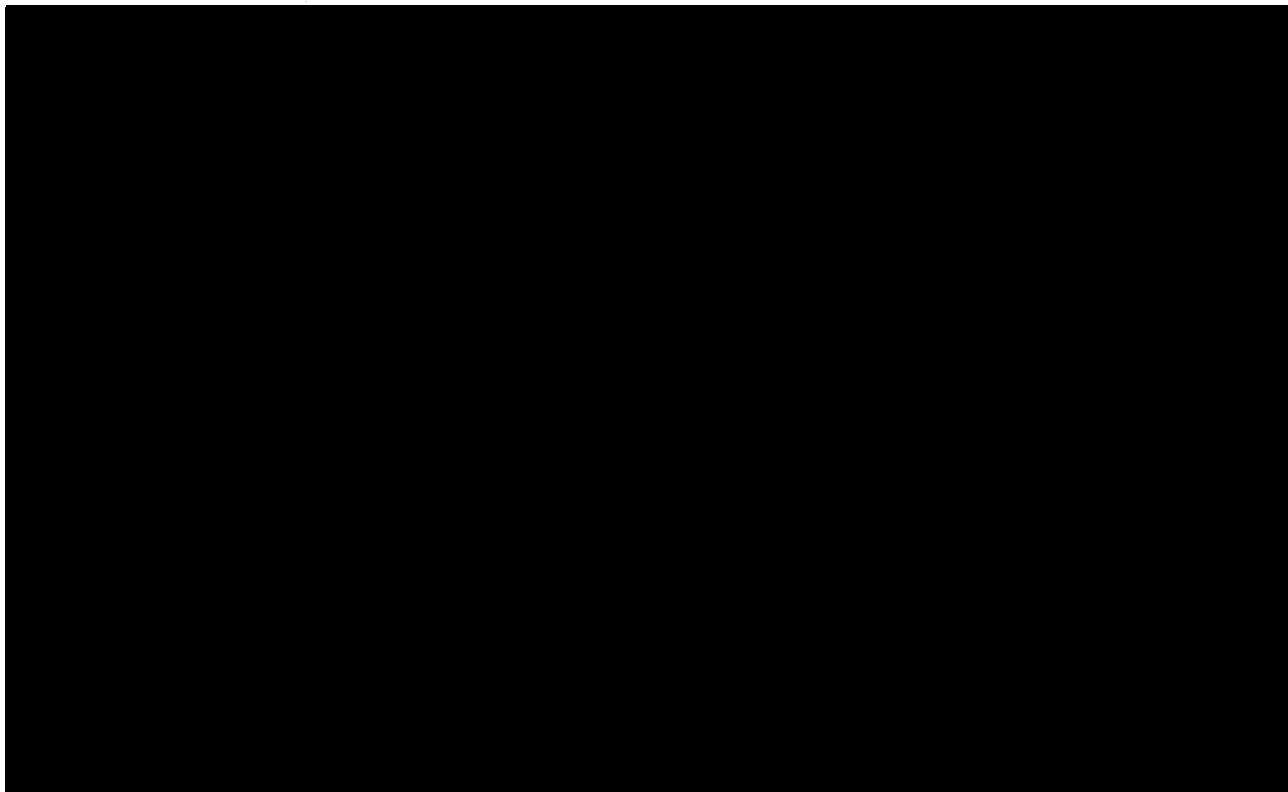
新 R ① JN 耐技 IV 02271 A



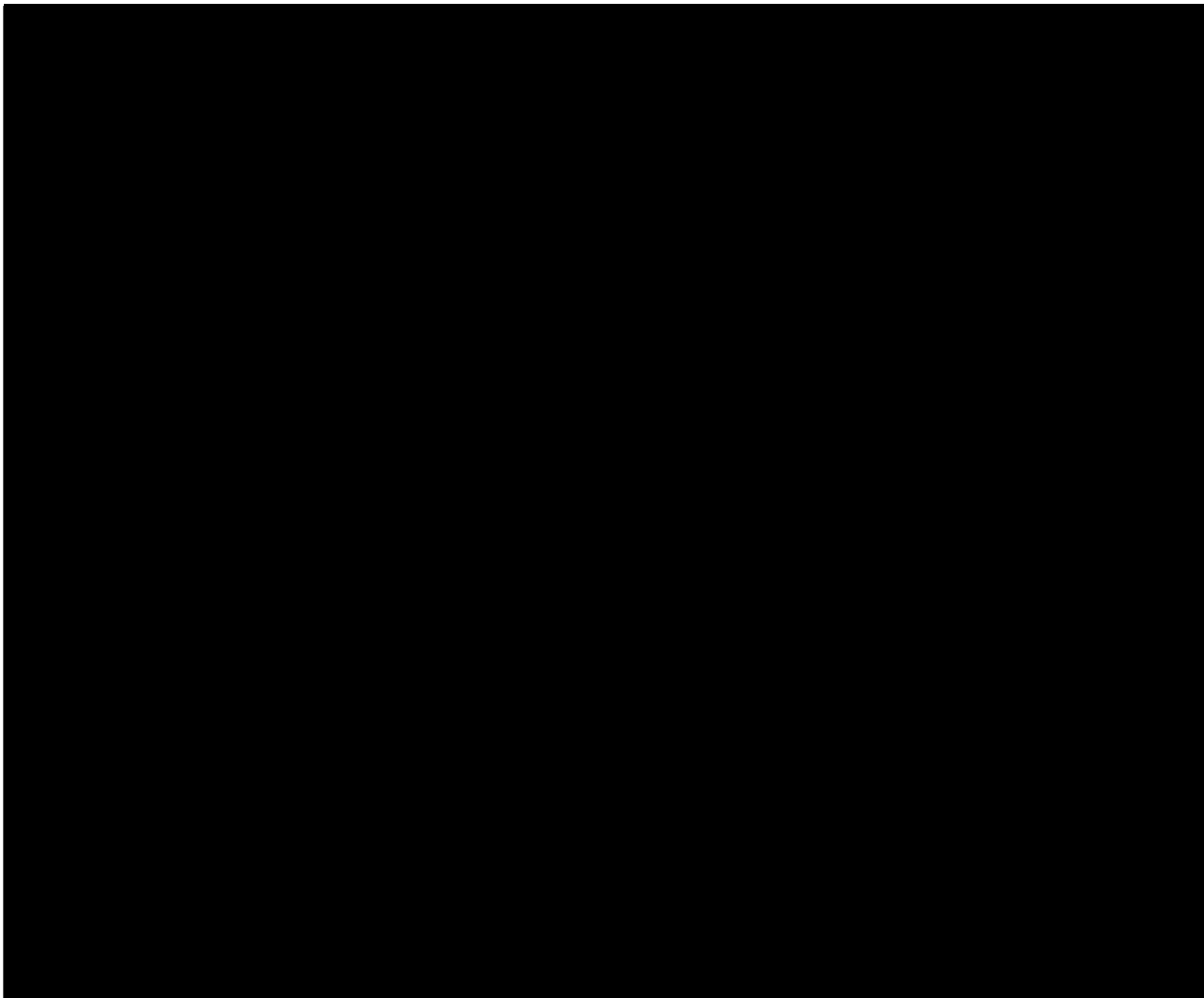
新 R ① JN 耐技 IV 02272 A



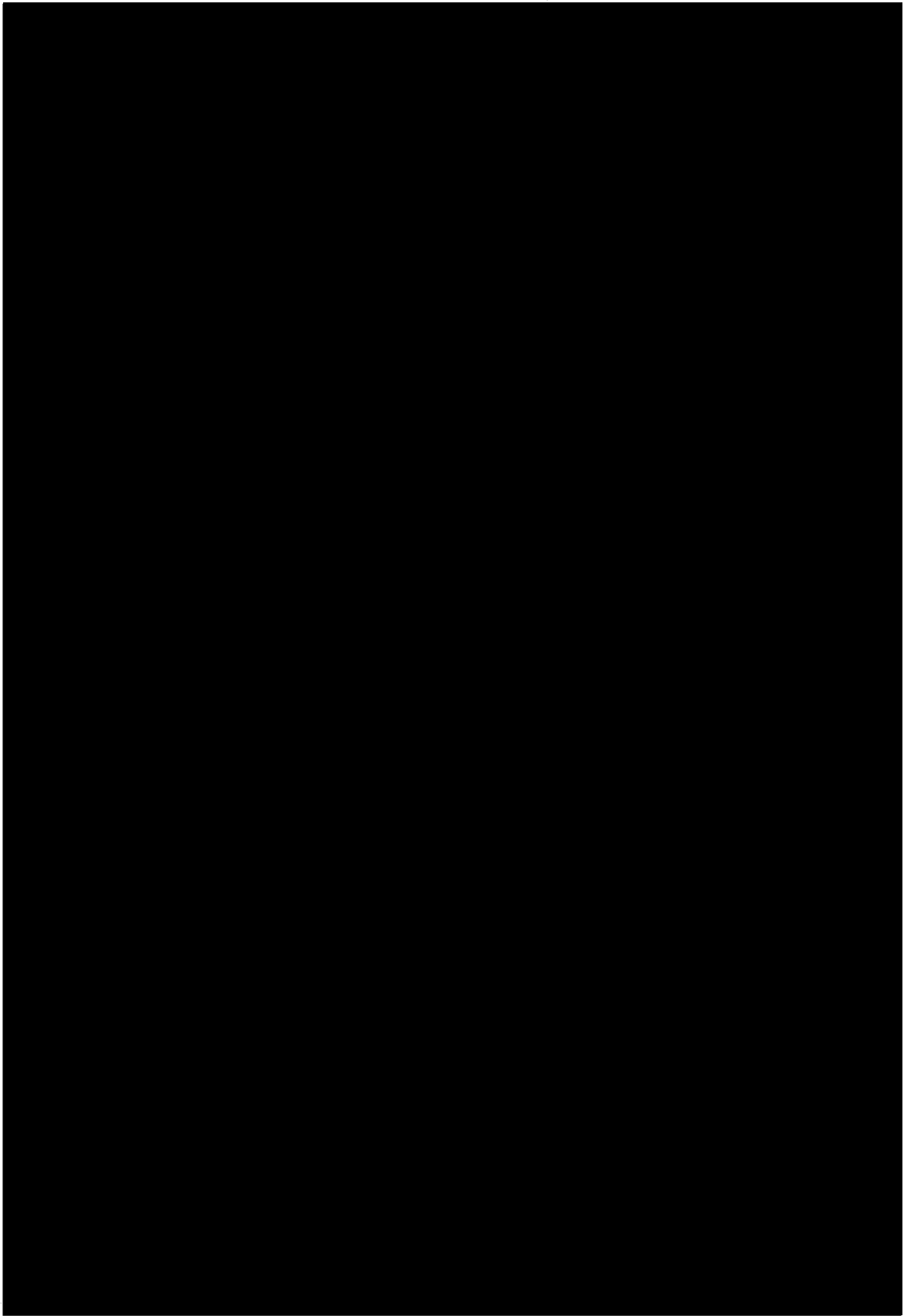
新 R ① JN 耐技 IV 02273 B



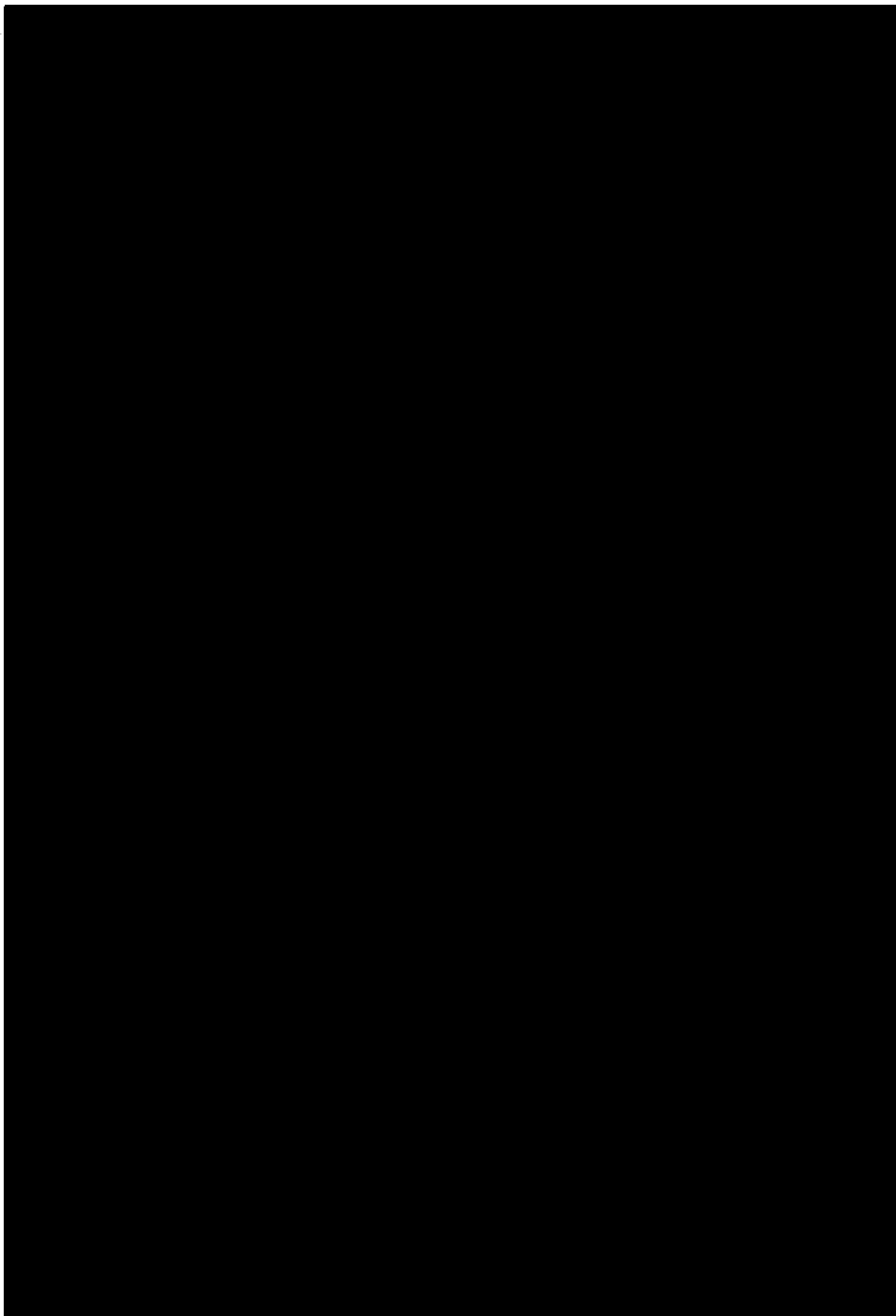
新 R ① JN 耐技 IV 02274 A



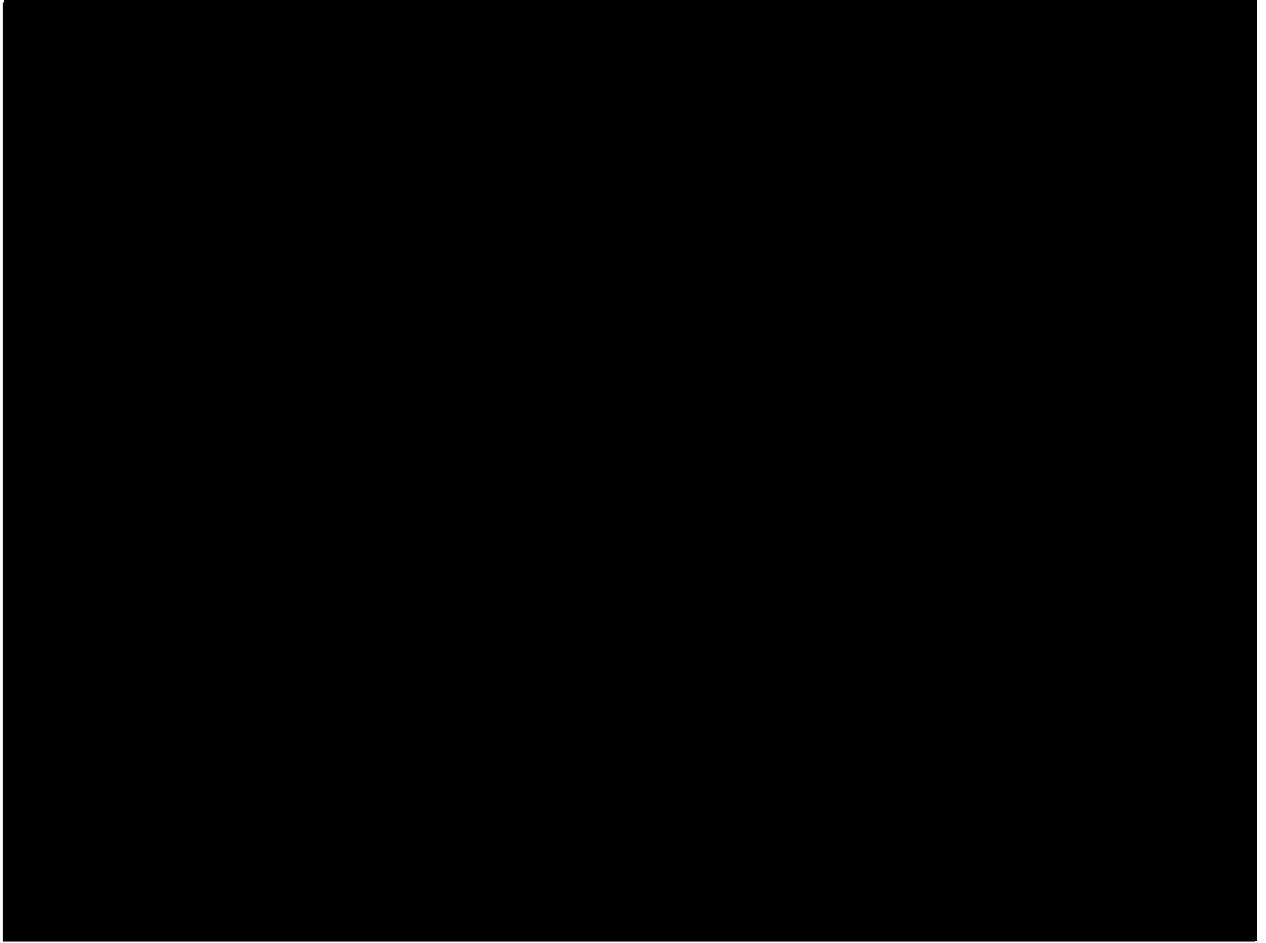
新 R ① JN 耐技 IV 02275 A



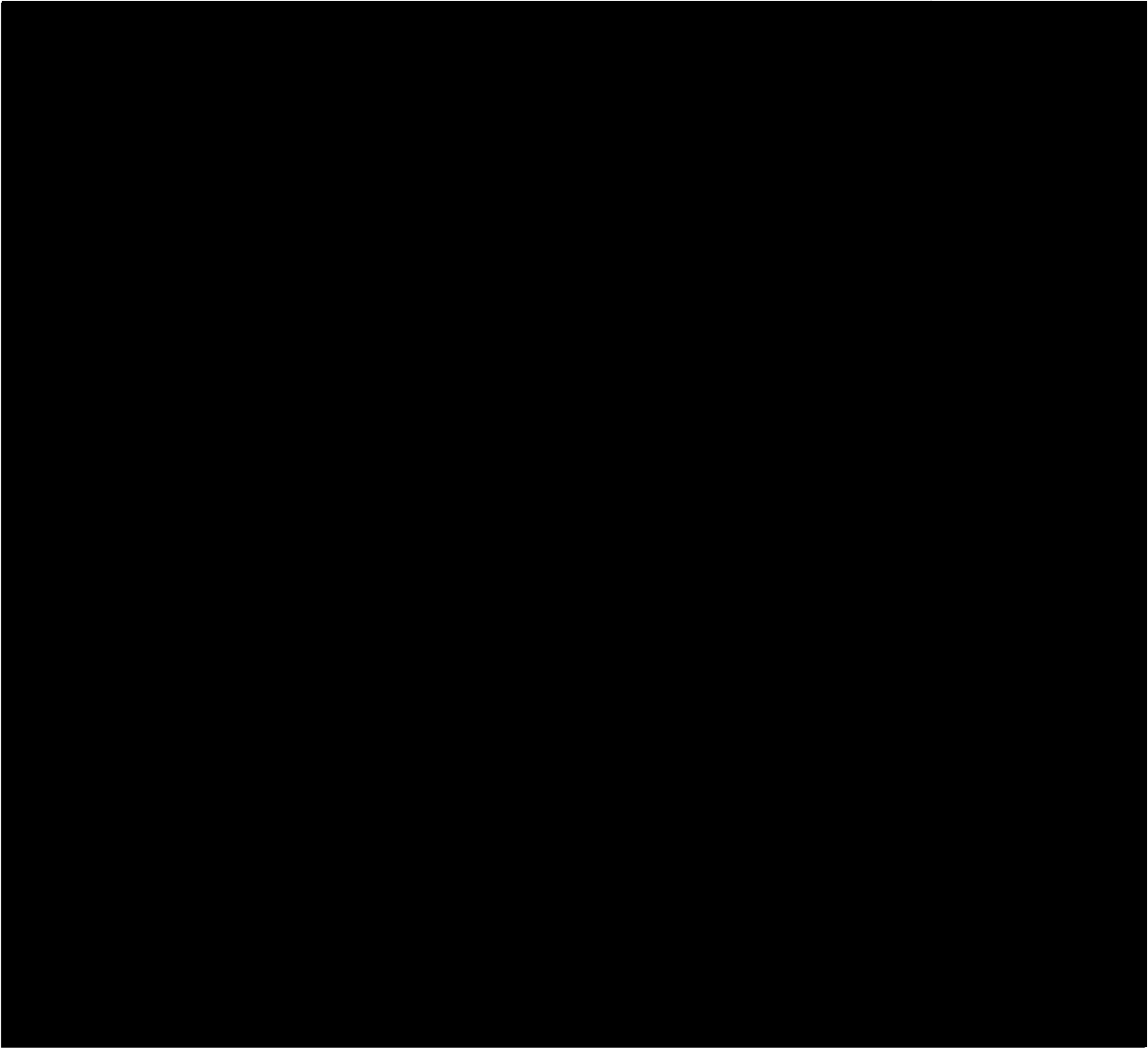
新 R ① JN 耐技 IV 02276 A



新 R ① JN 耐技 IV 02277 A



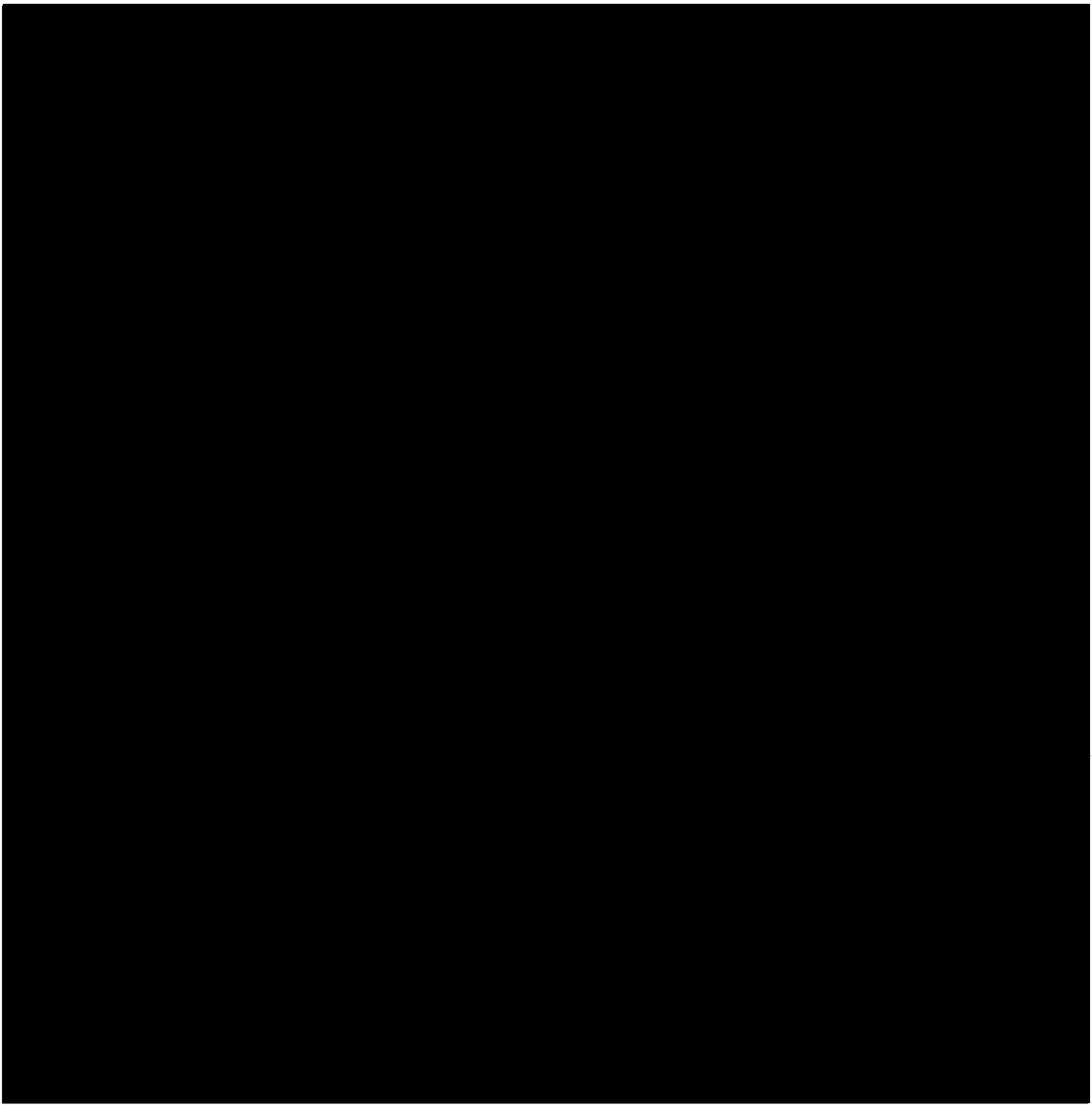
新 R ① JN 耐技 IV 02278 A



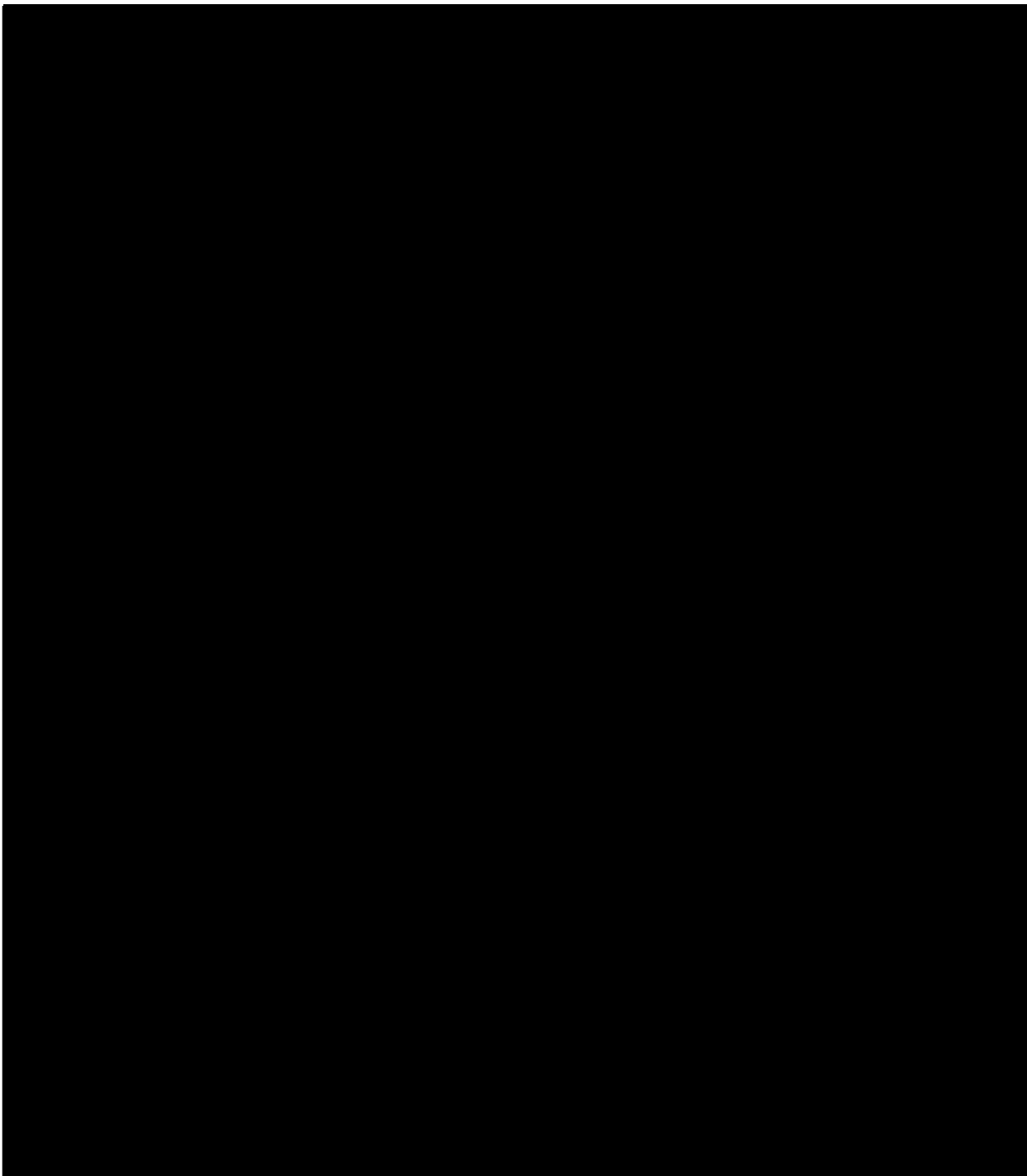
新 R ① JN 耐技 IV 02279 A



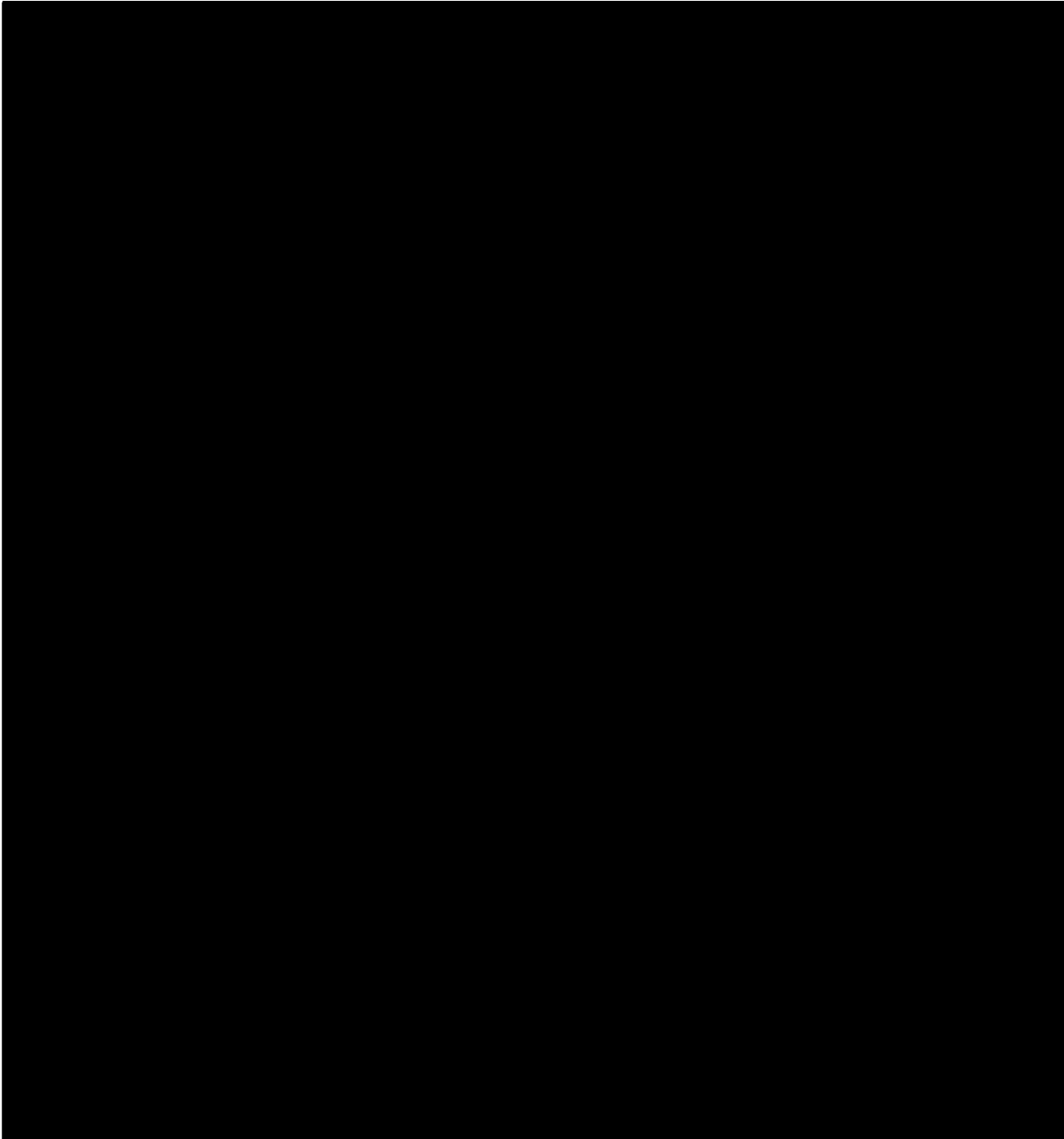
新 R ① JN 耐技 IV 02280 A



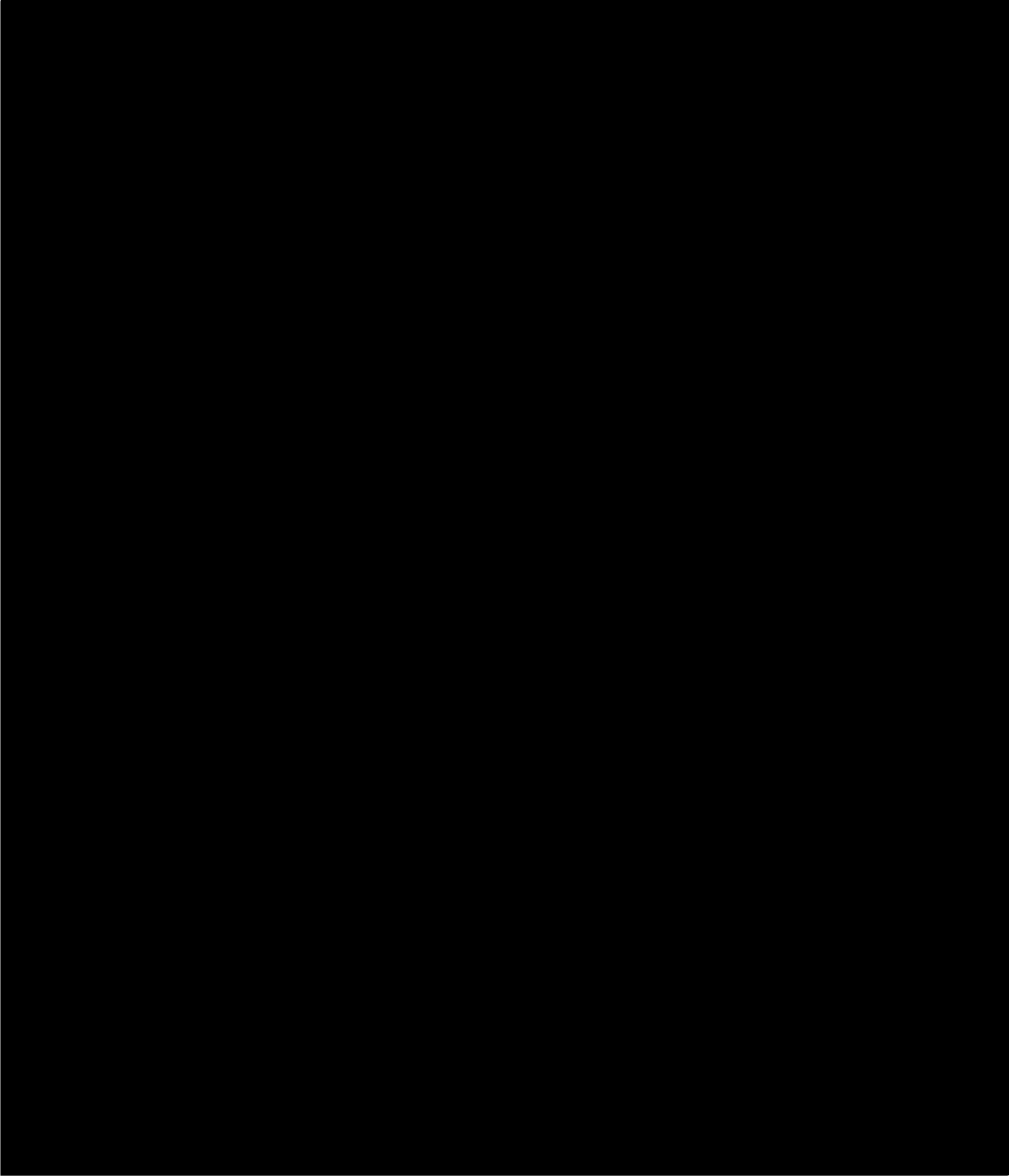
新 R ① JN 耐技 IV 02281 A



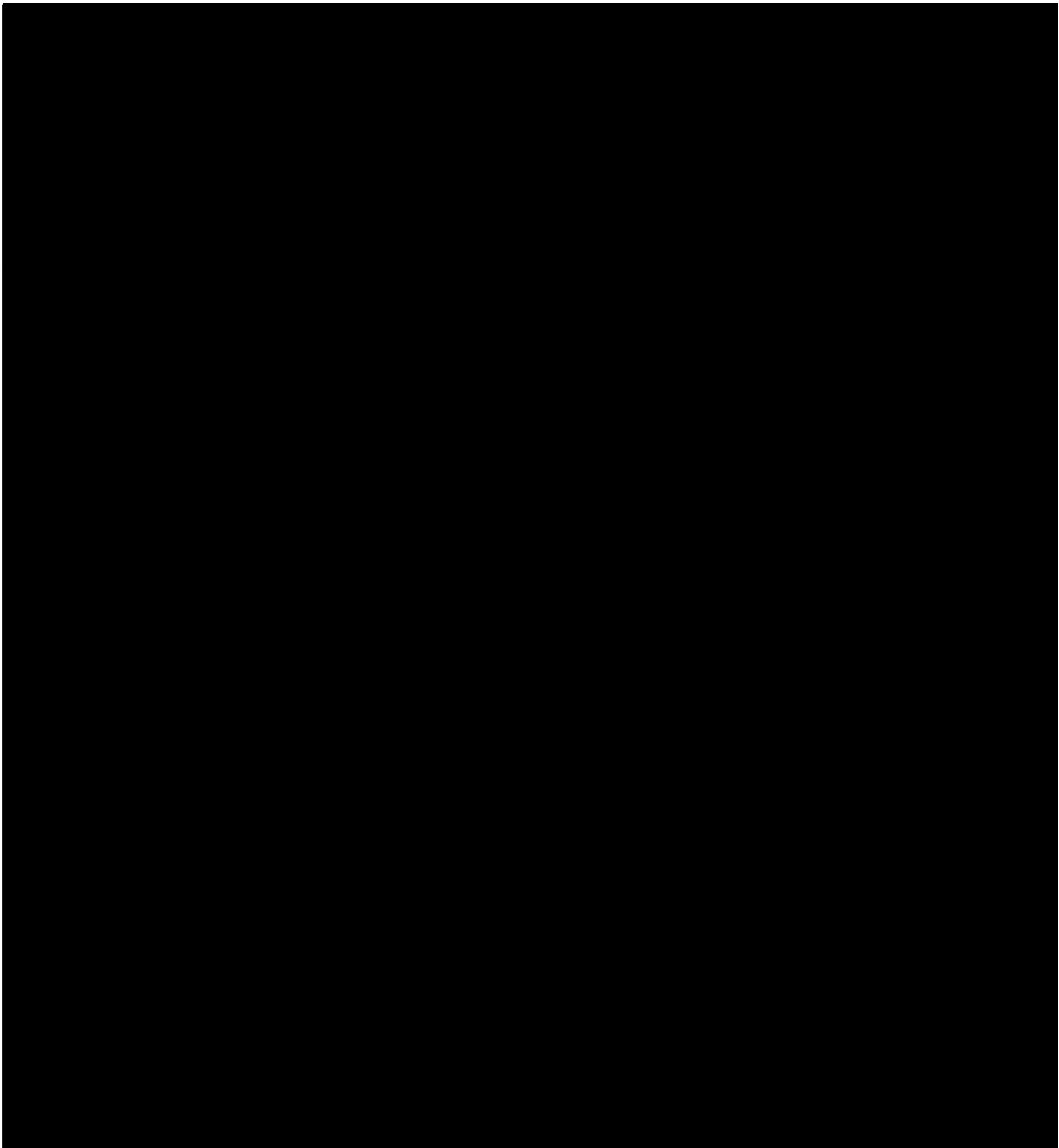
新 R ① JN 耐技 IV 02282 A



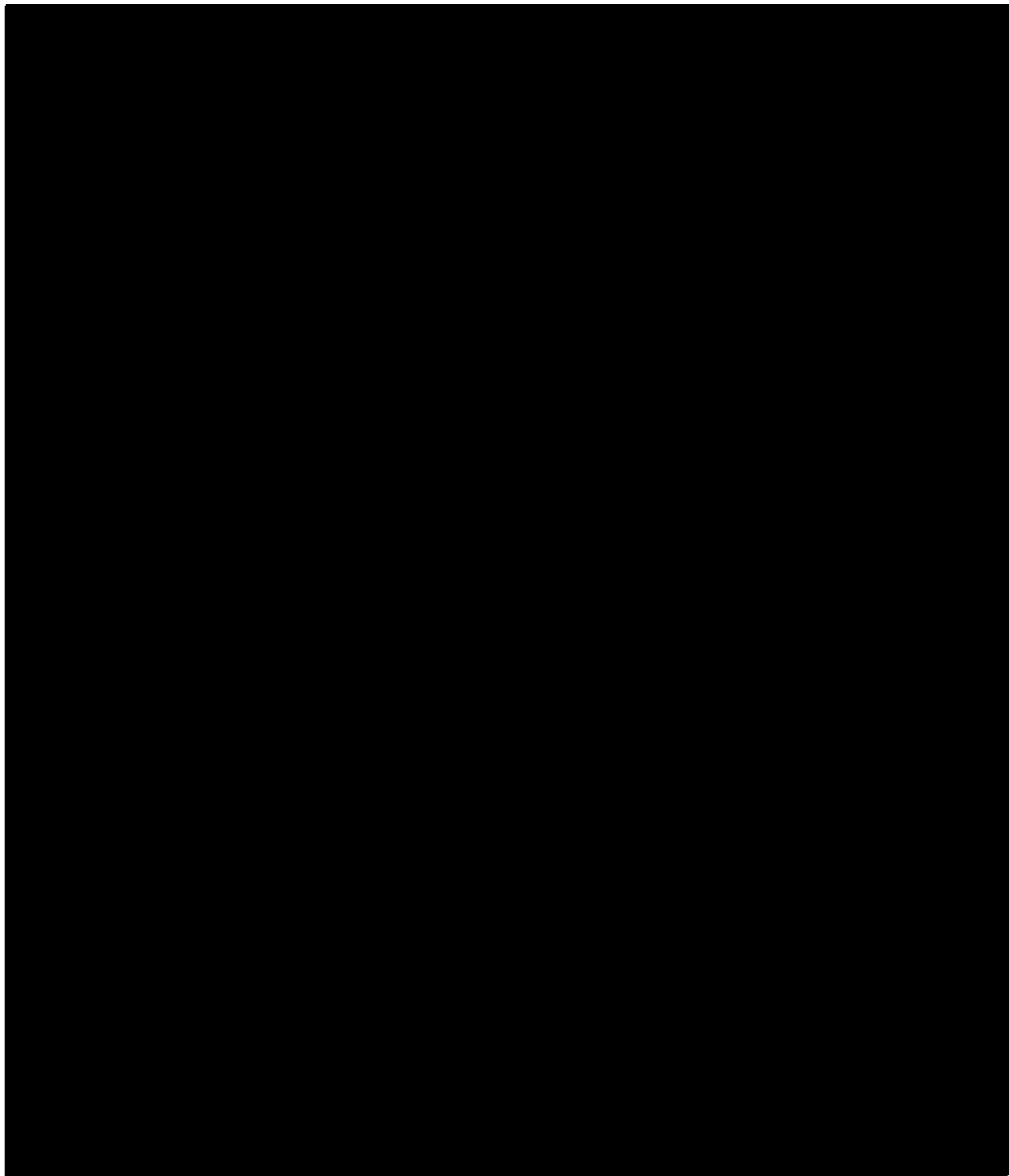
新 R ① JN 耐技 IV 02283 A



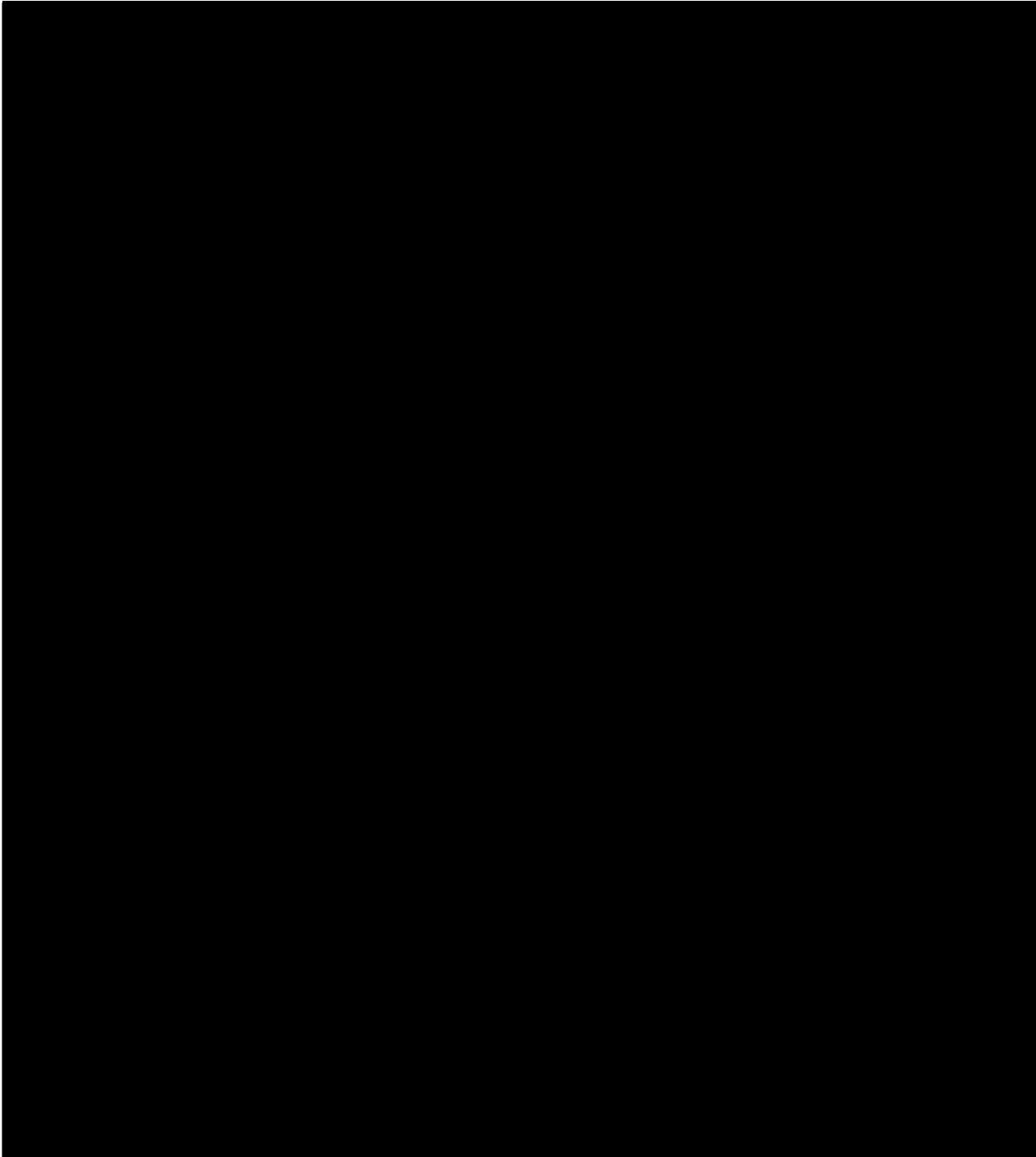
新 R ① JN 耐技 IV 02284 A



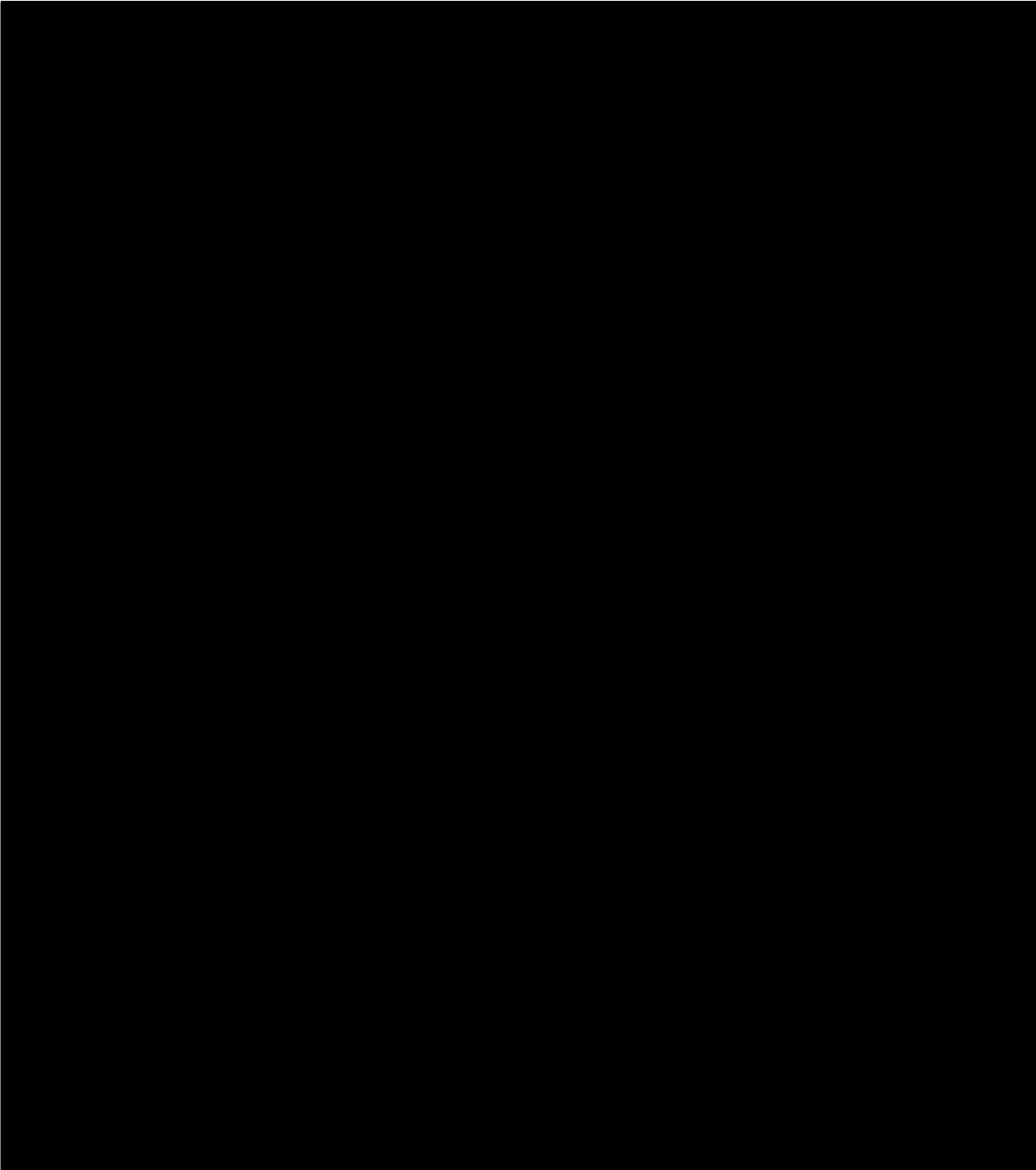
新 R ① JN 耐技 IV 02285 A



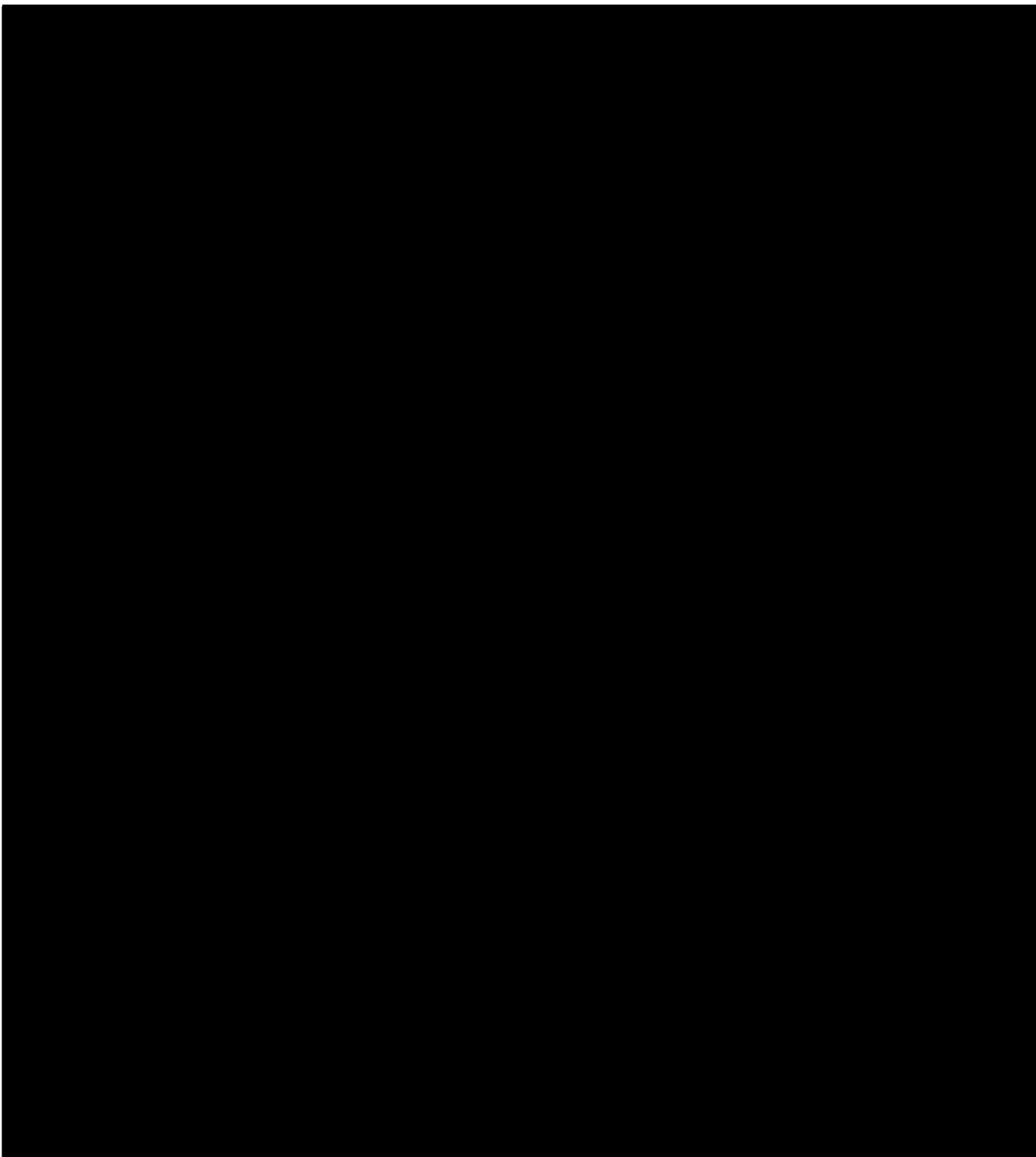
新 R ① JN 耐技 IV 02286 A



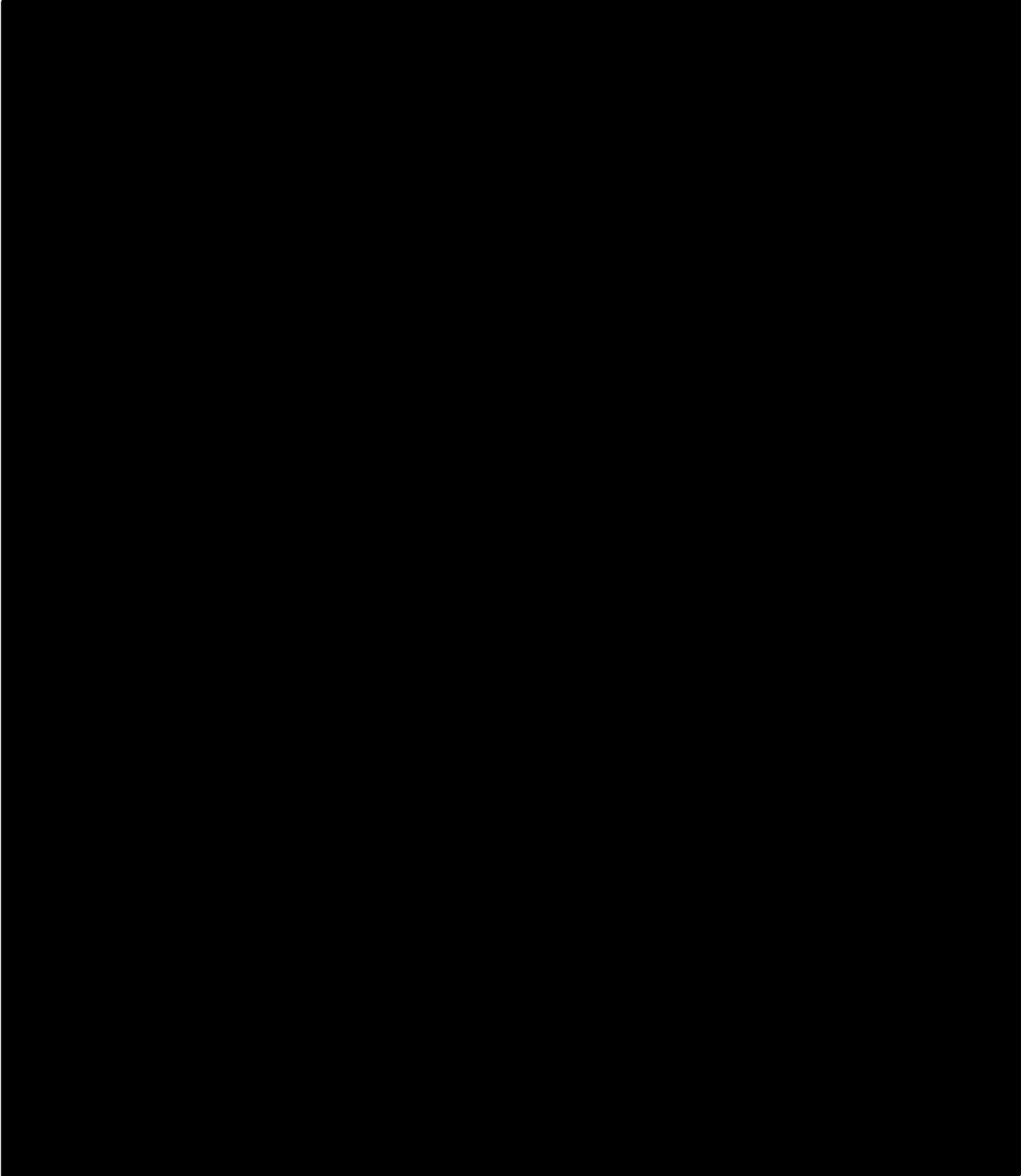
新 R ① JN 耐技 IV 02287 A



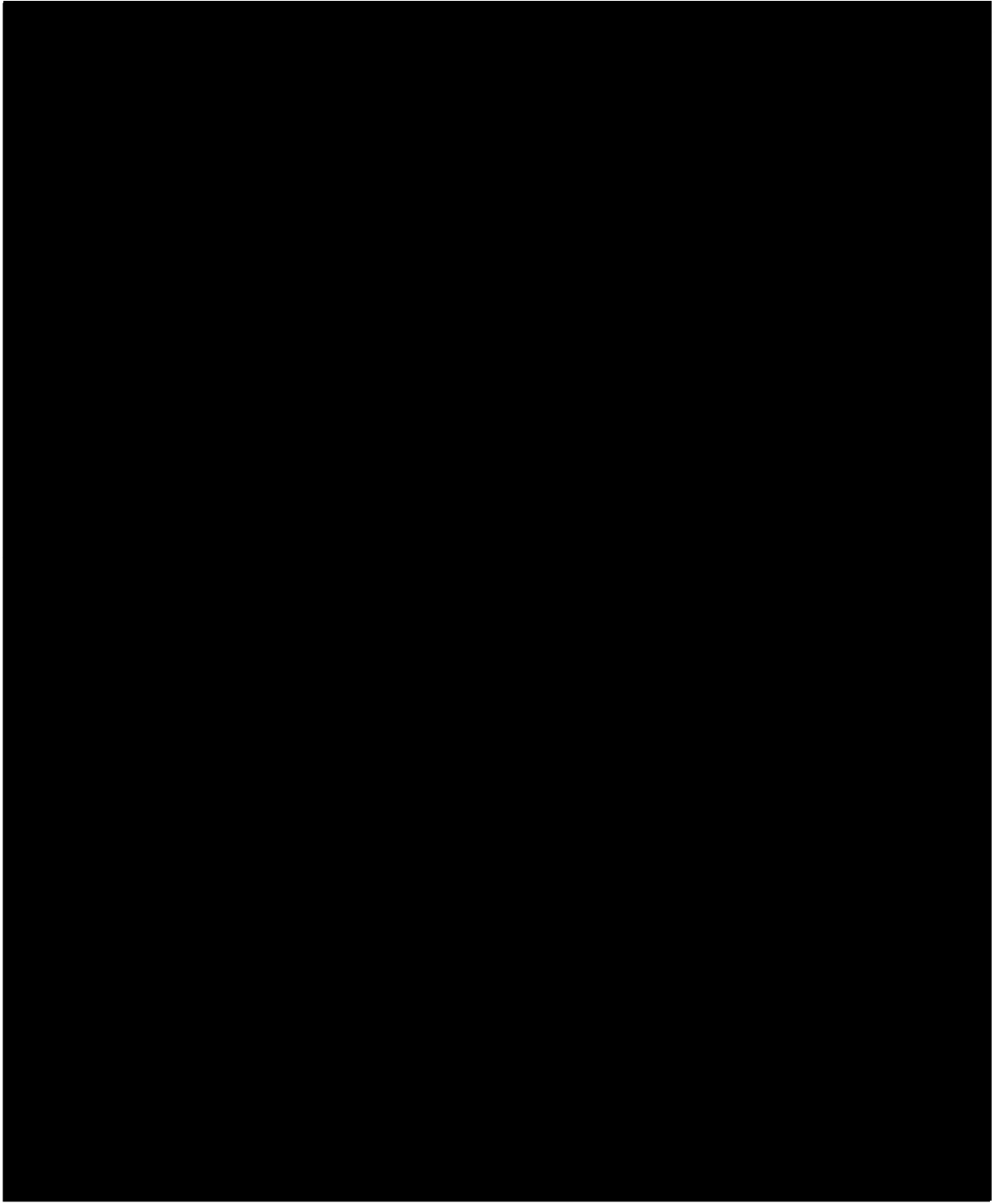
新 R ① JN 耐技 IV 02288 A



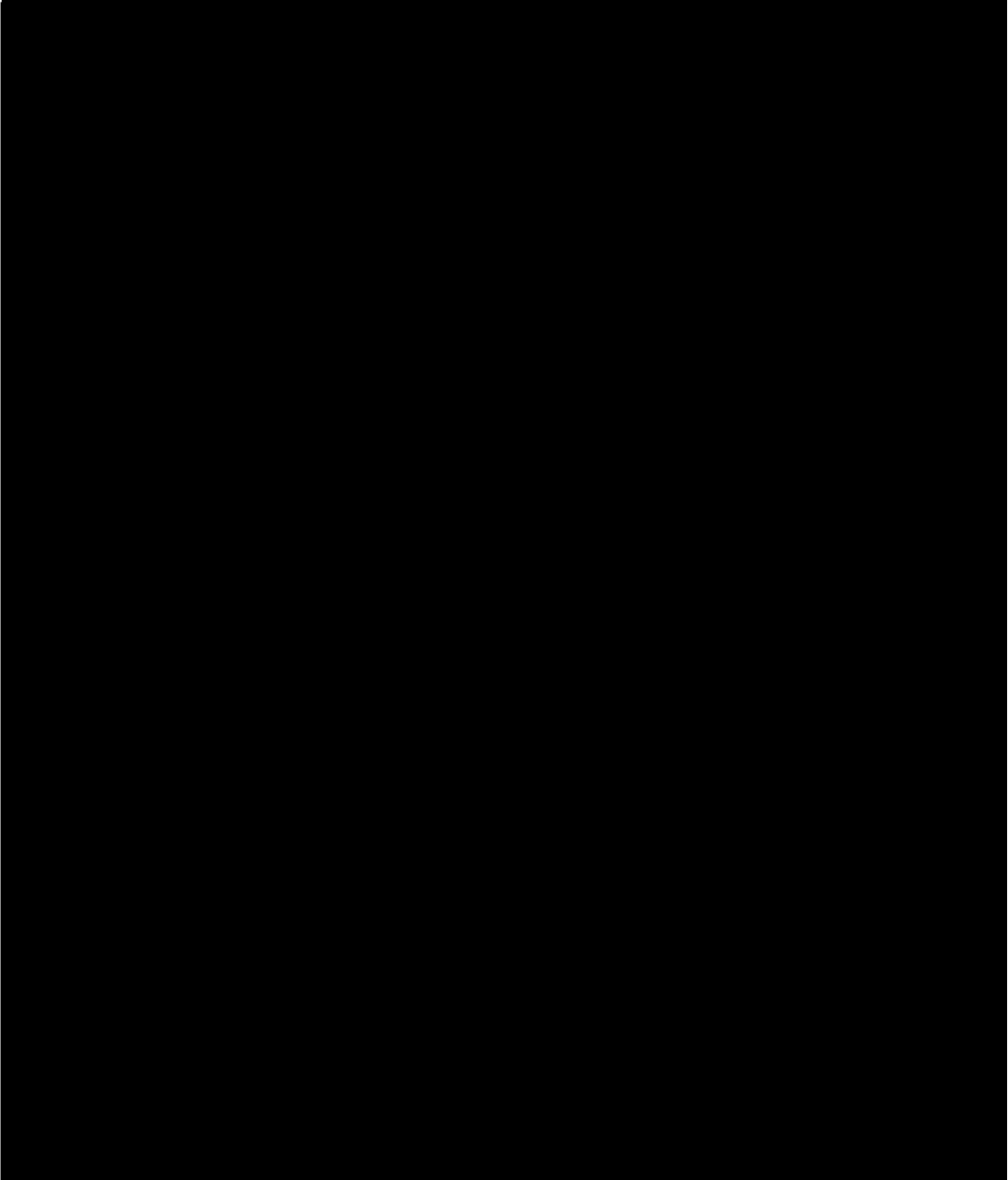
新 R ① JN 耐技 IV 02289 A



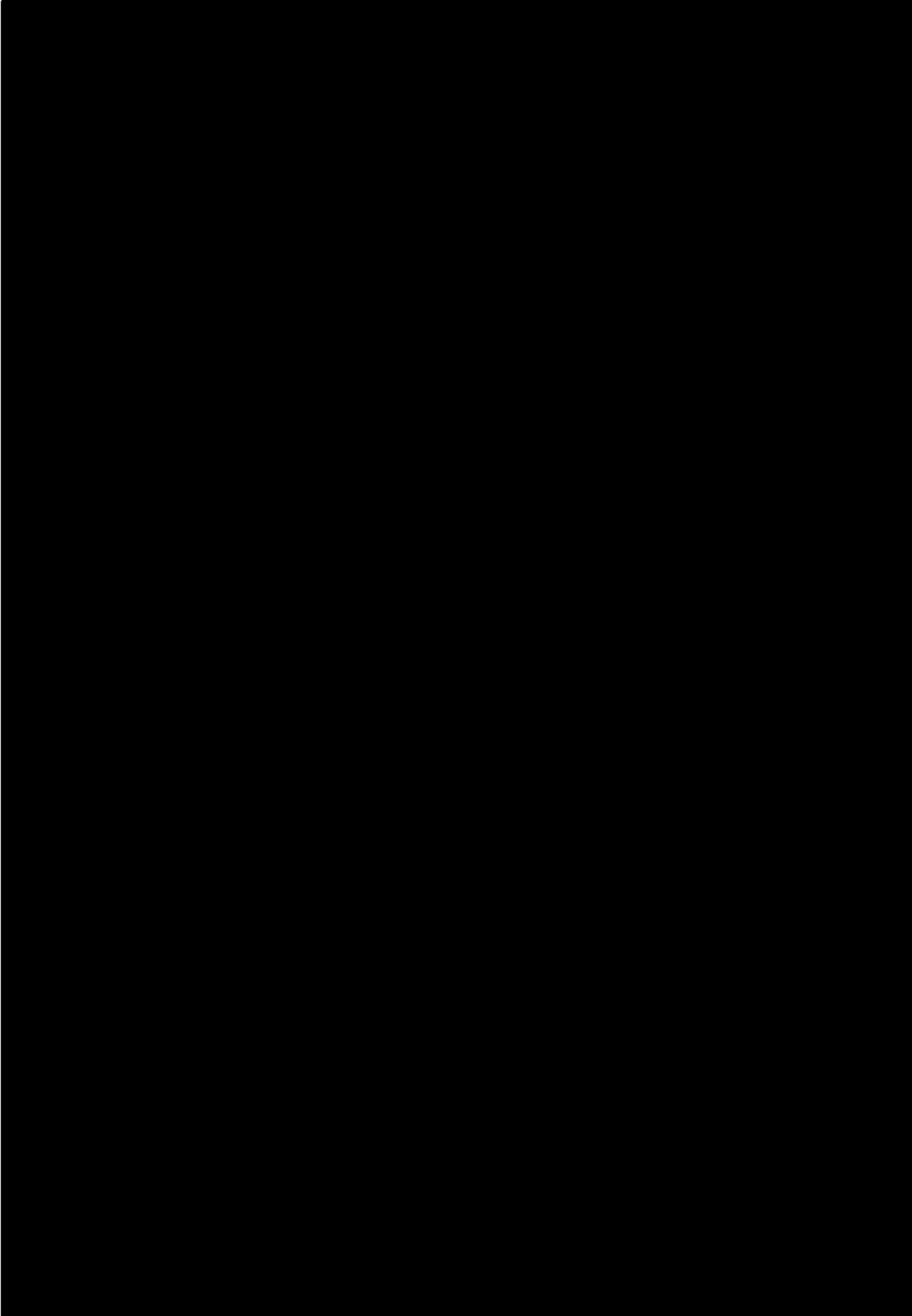
新 R ① JN 耐技 IV 02290 A



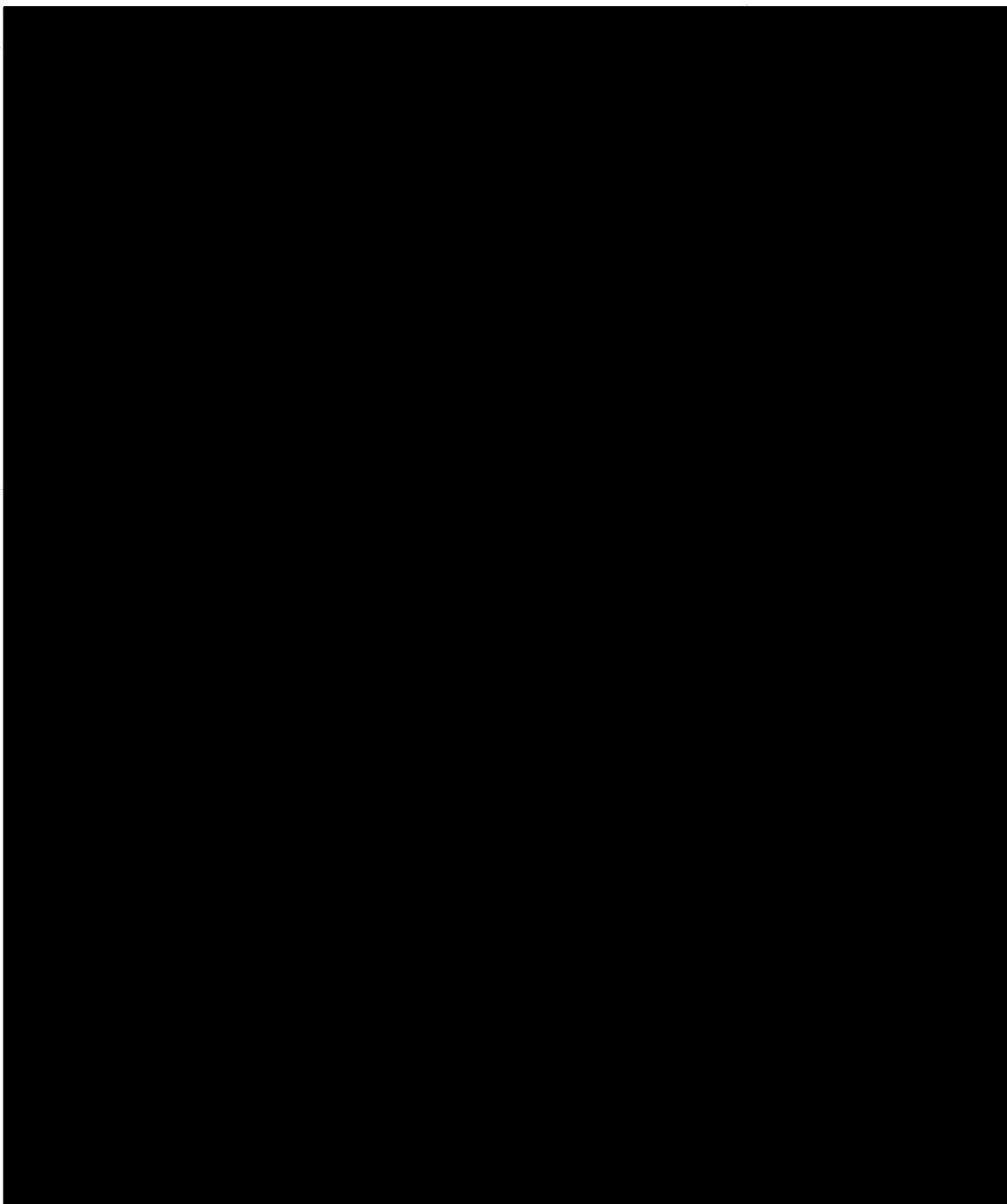
新 R ① JN 耐技 IV 02291 A



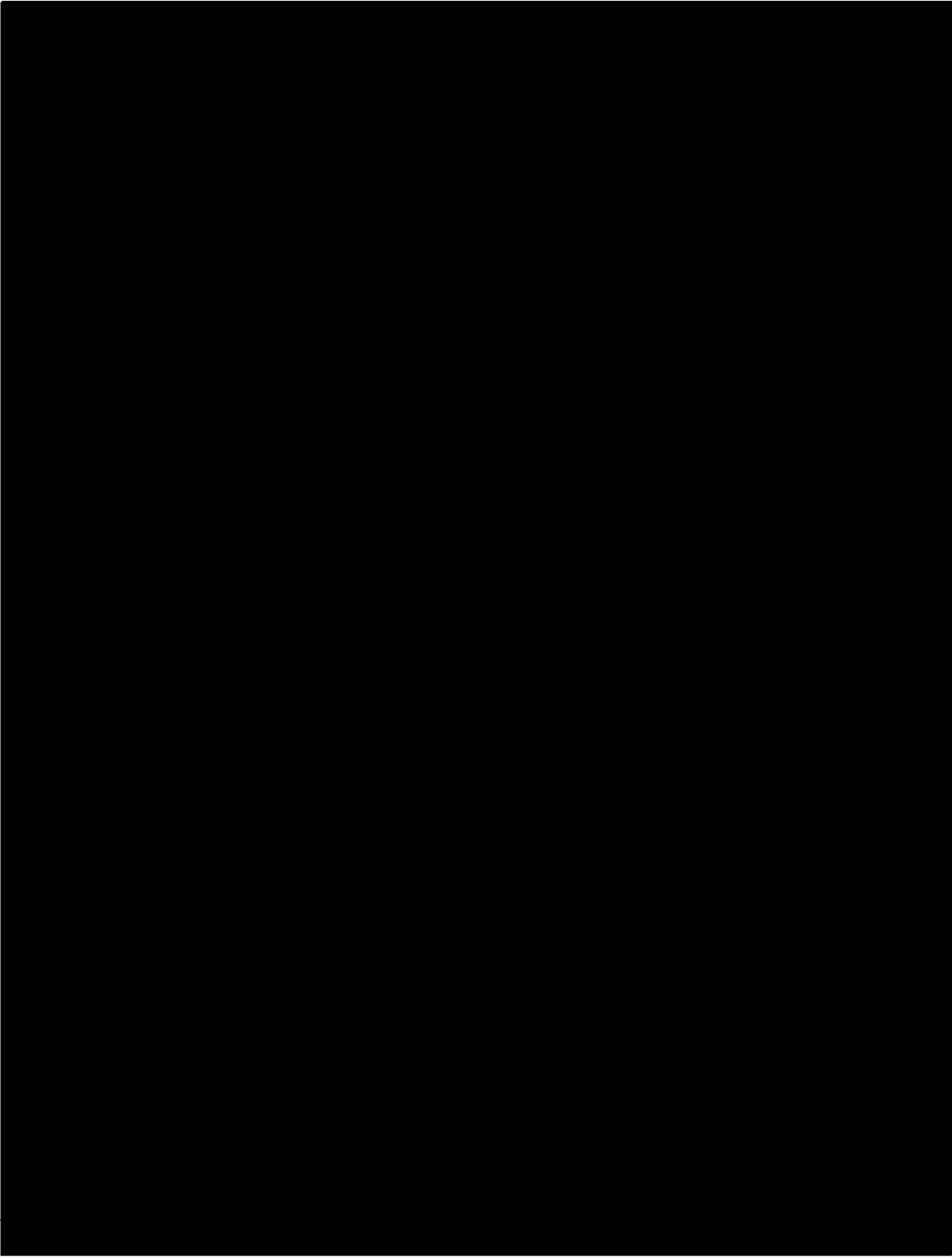
新 R ① JN 耐技 IV 02292 A



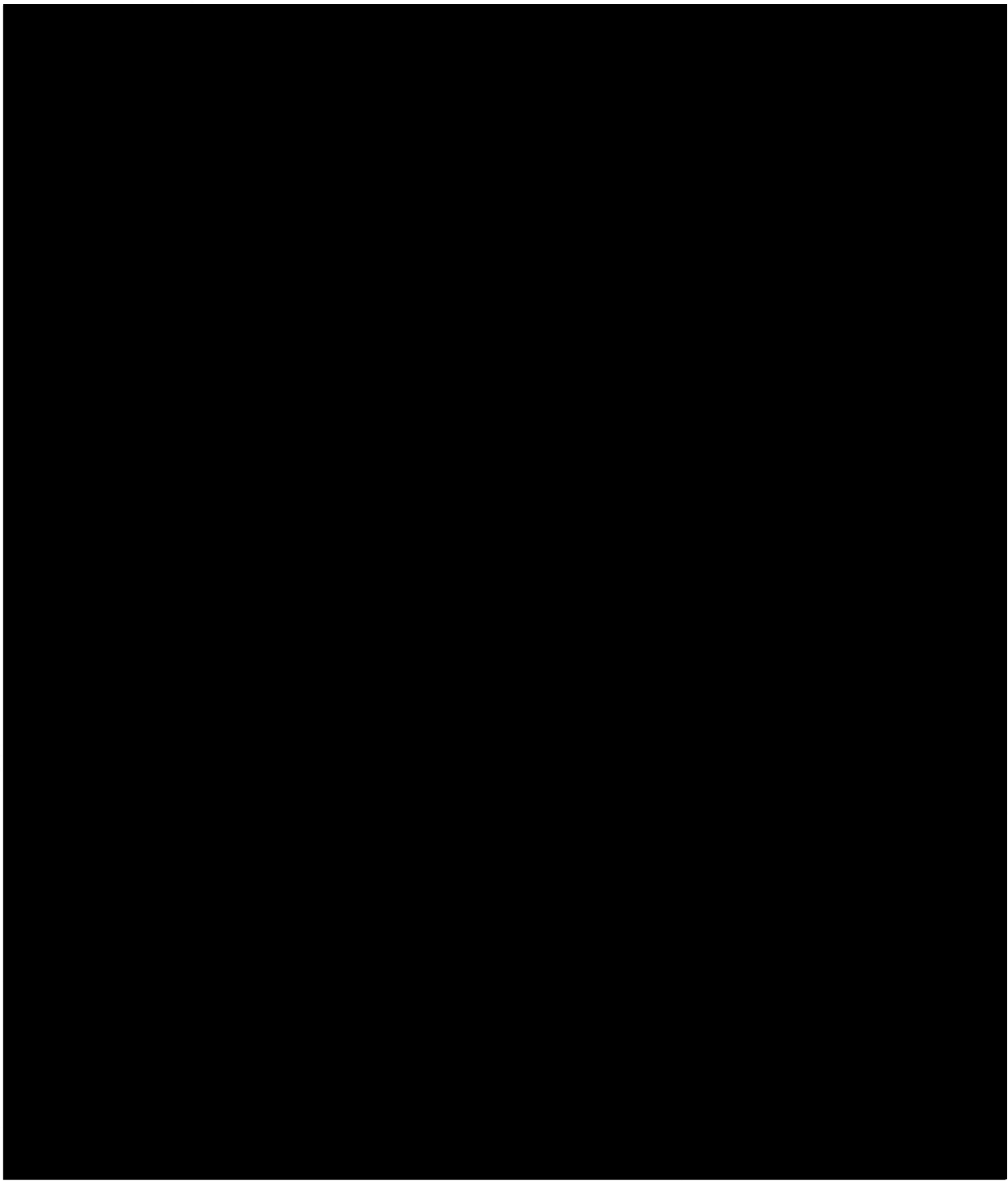
新 R ① JN 耐技 IV 02293 A



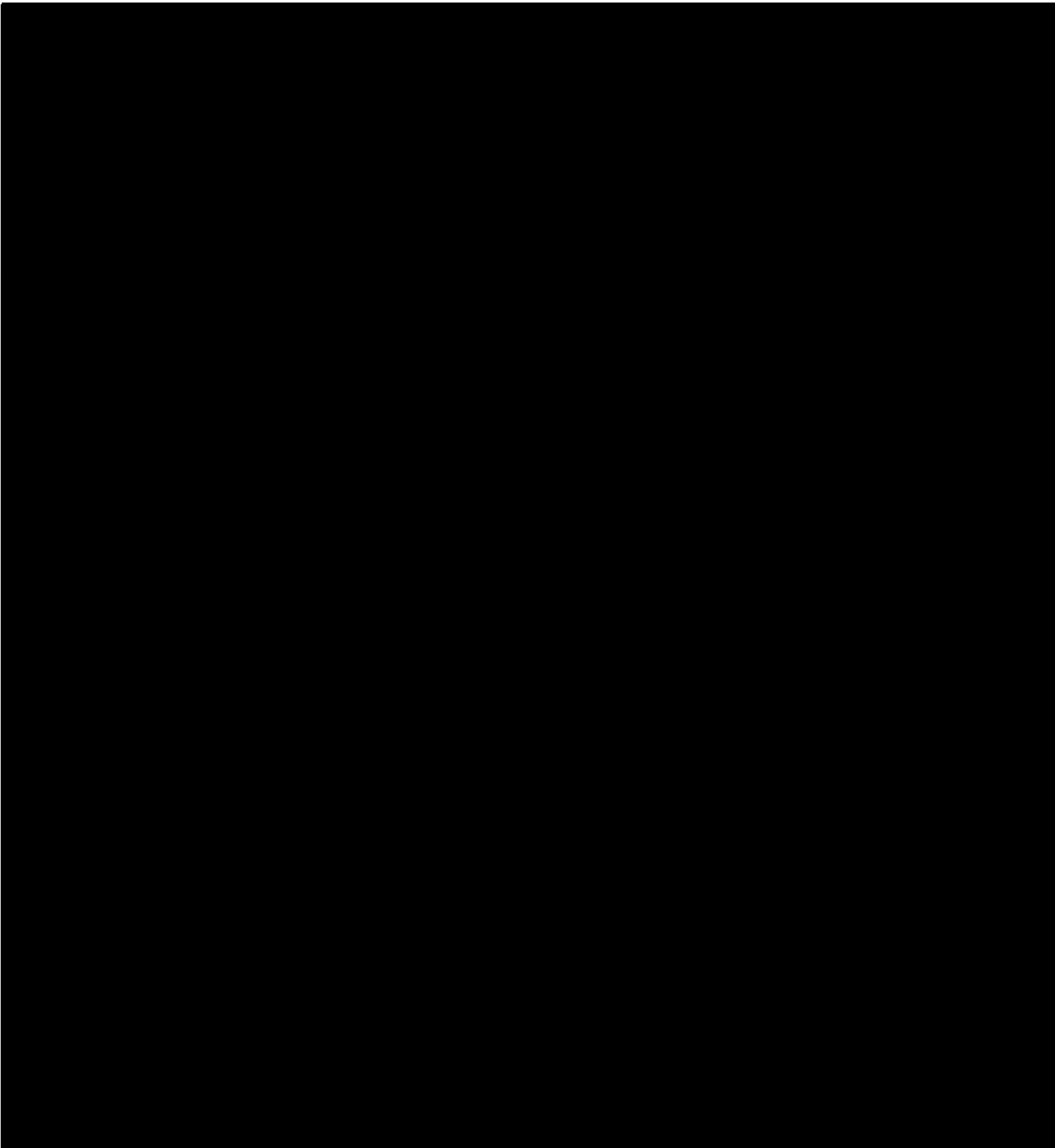
新 R ① JN 耐技 IV 02294 A



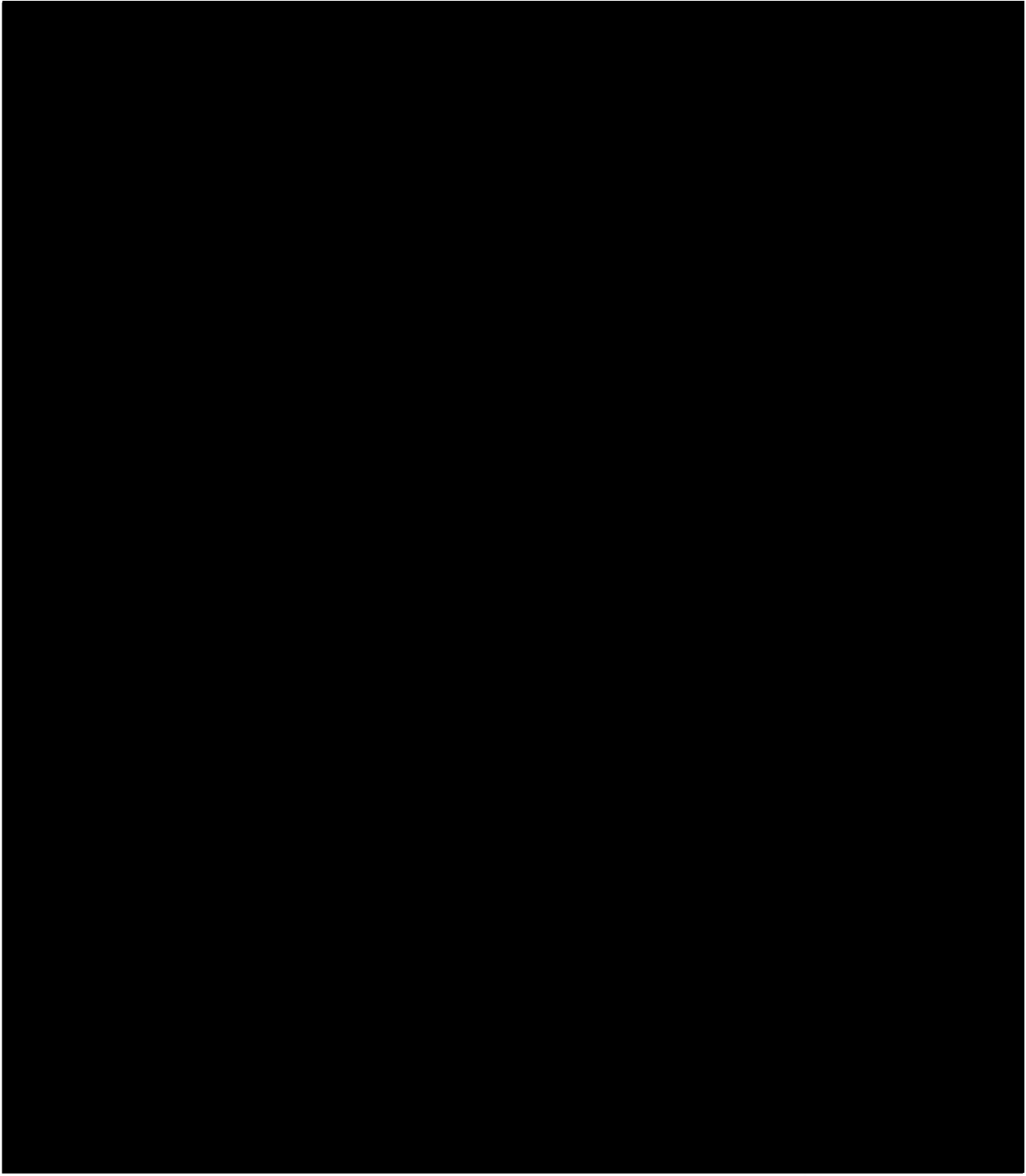
新 R ① JN 耐技 IV 02295 A



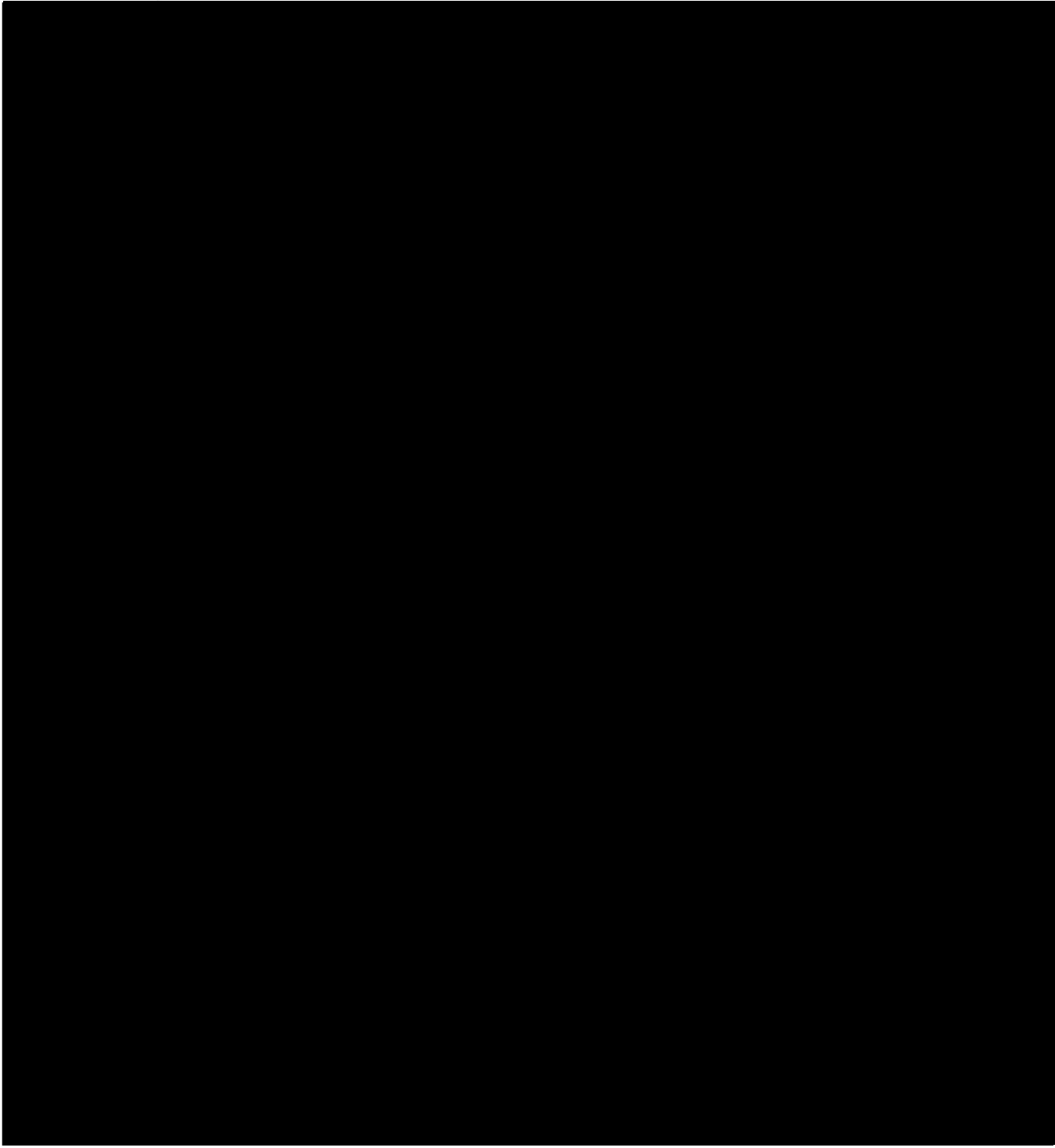
新 R ① JN 耐技 IV 02296 A



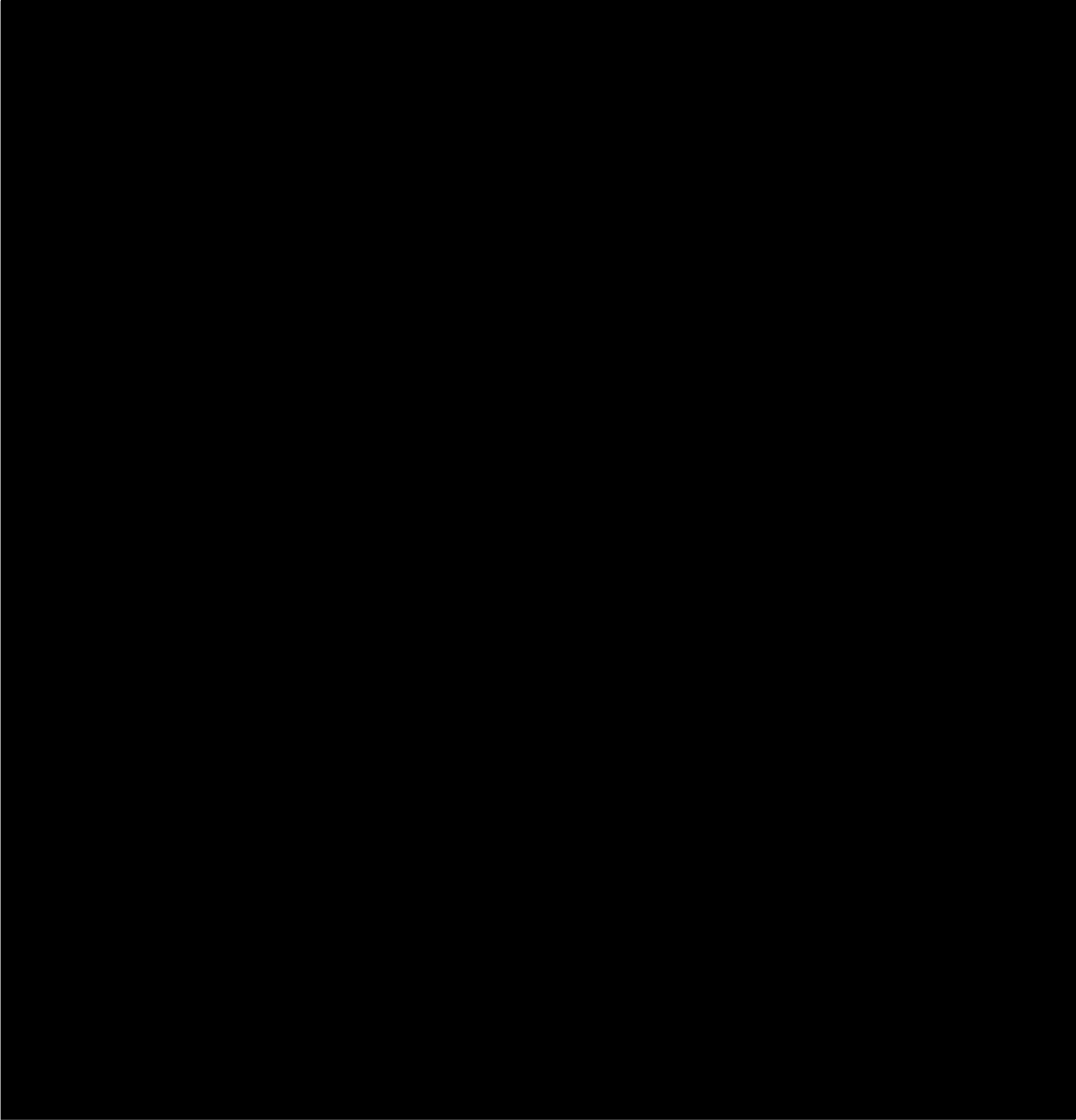
新 R ① JN 耐技 IV 02297 A



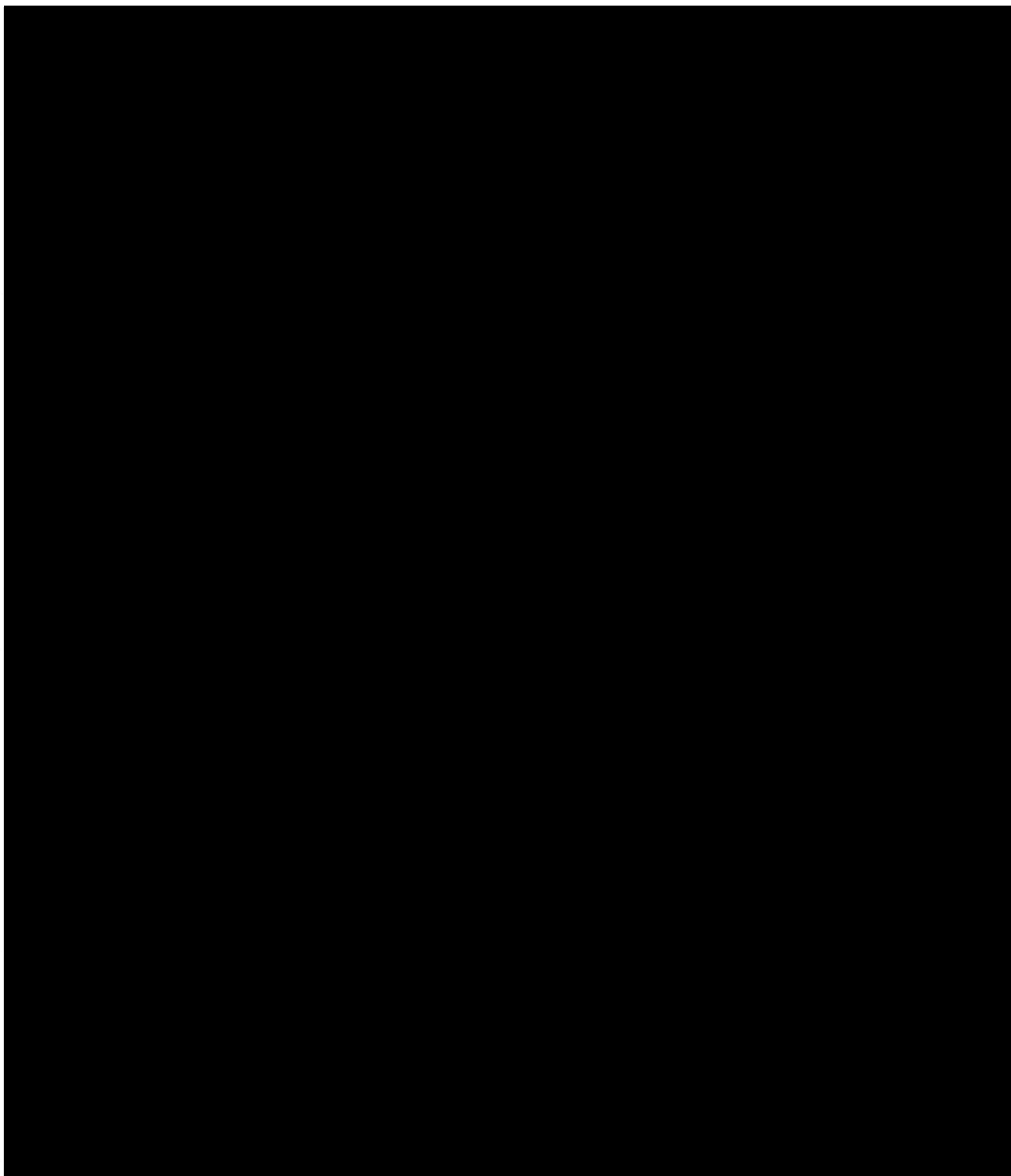
新 R ① JN 耐技 IV 02298 A



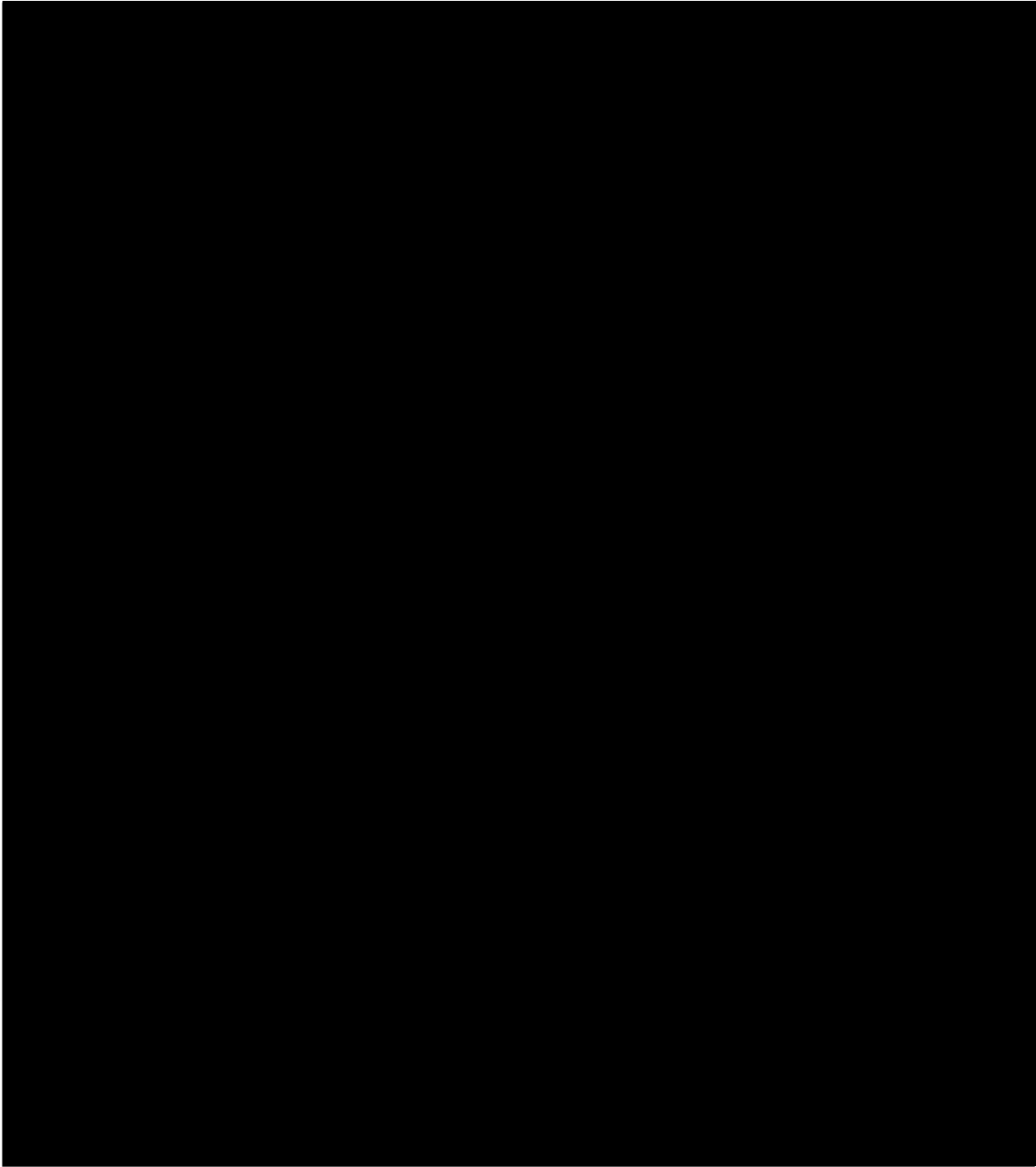
新 R ① JN 耐技 IV 02299 A



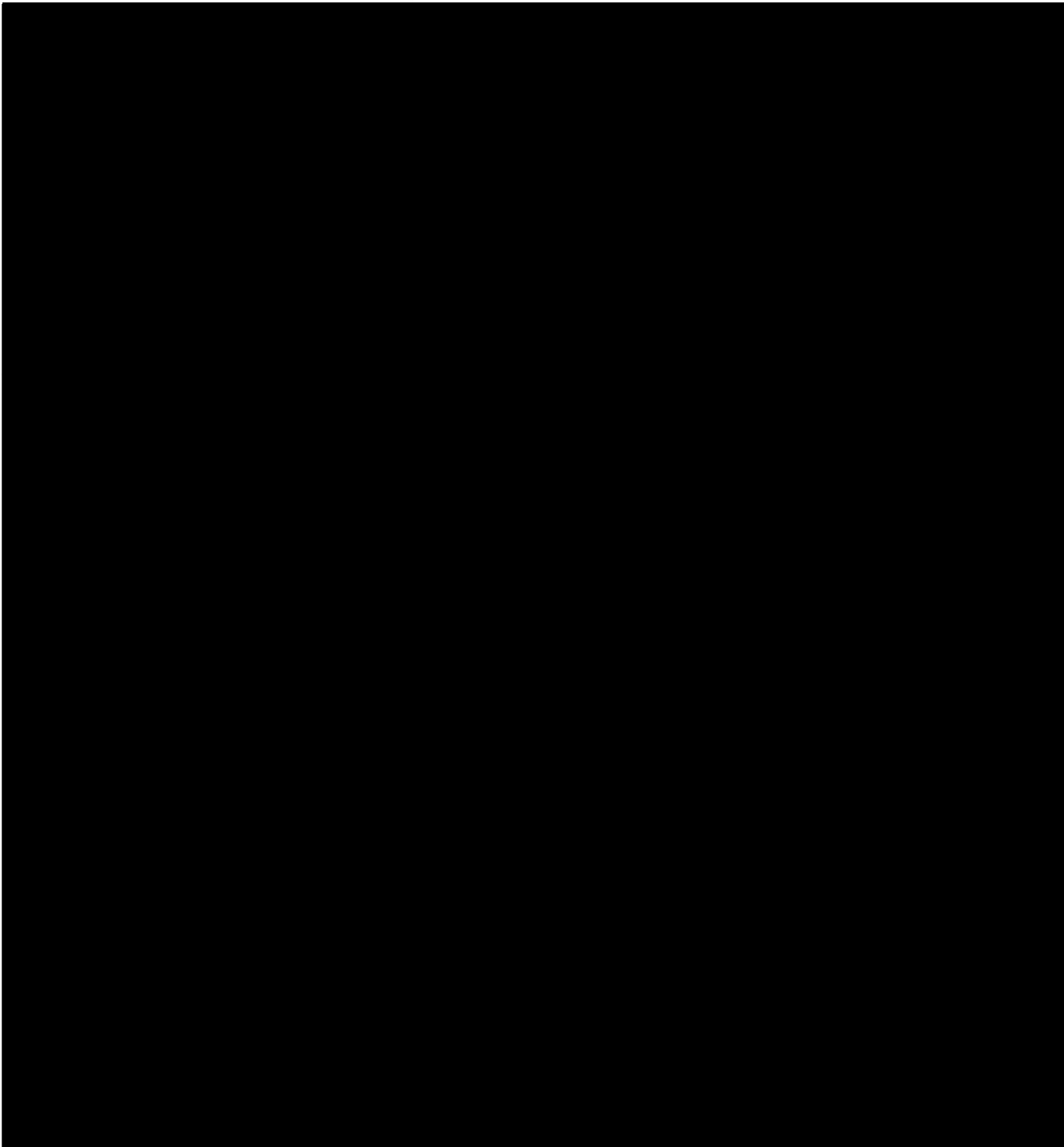
新 R ① JN 耐技 IV 02300 A



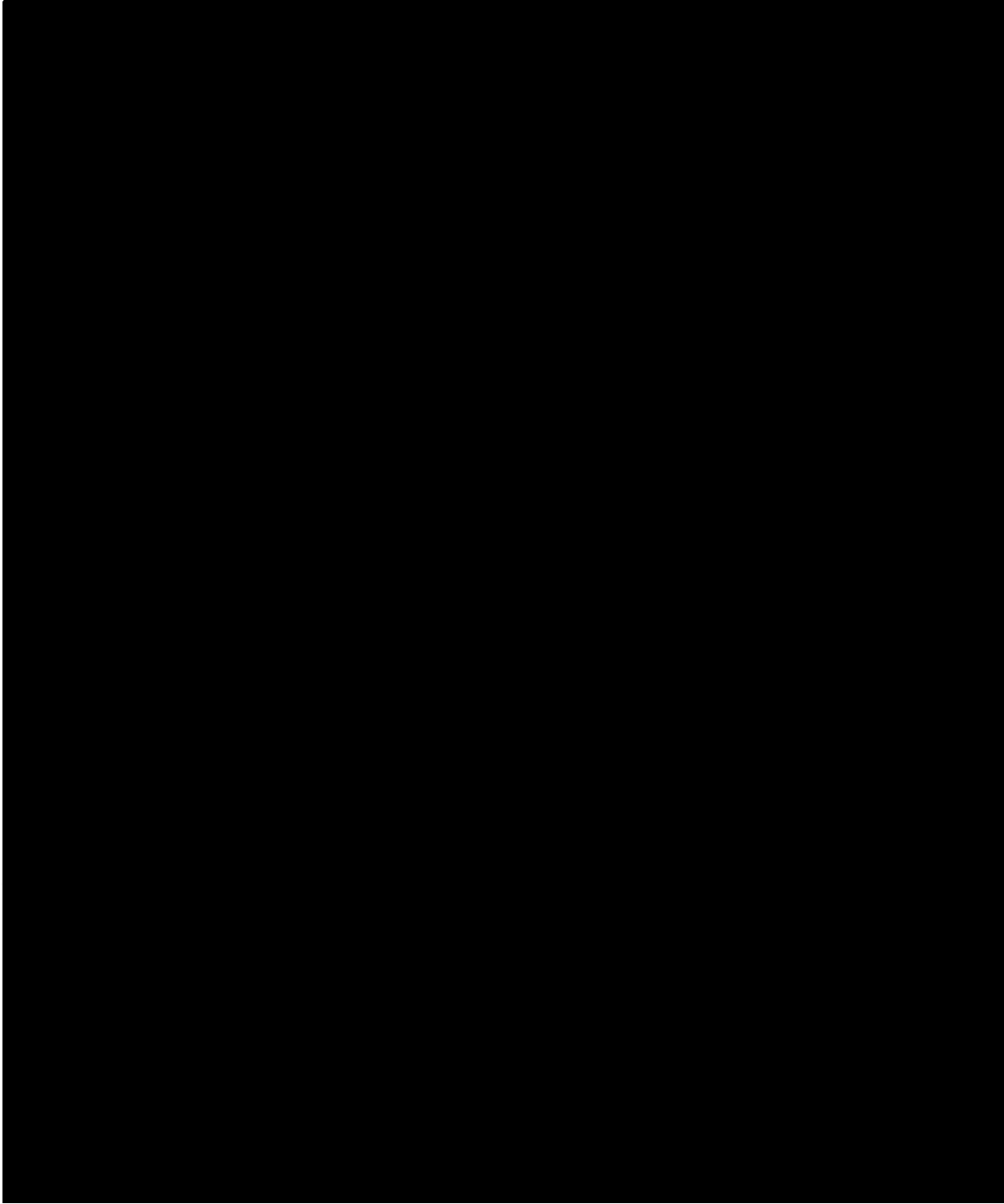
新 R ① JN 耐技 IV 02301 A



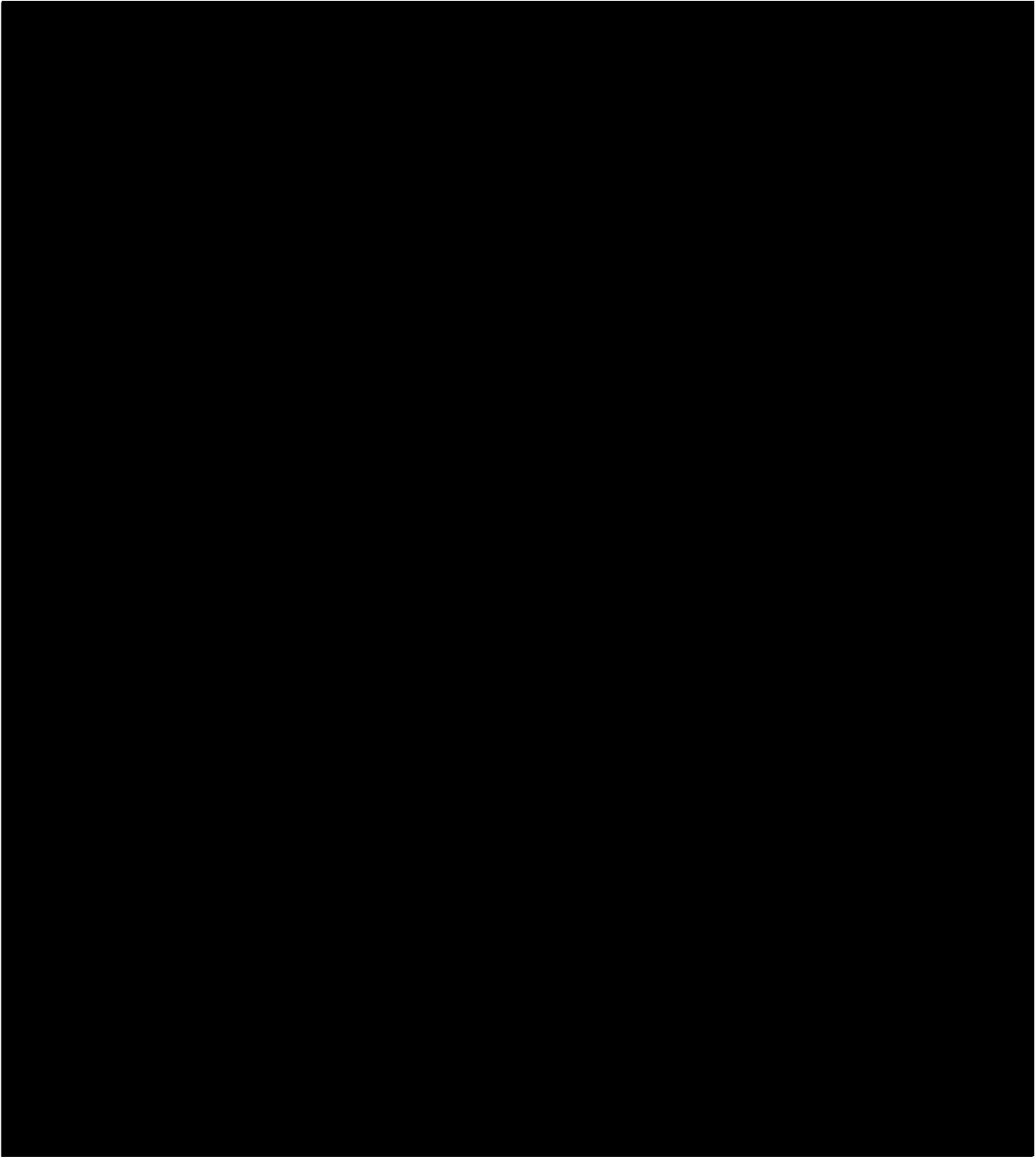
新 R ① JN 耐技 IV 02302 A



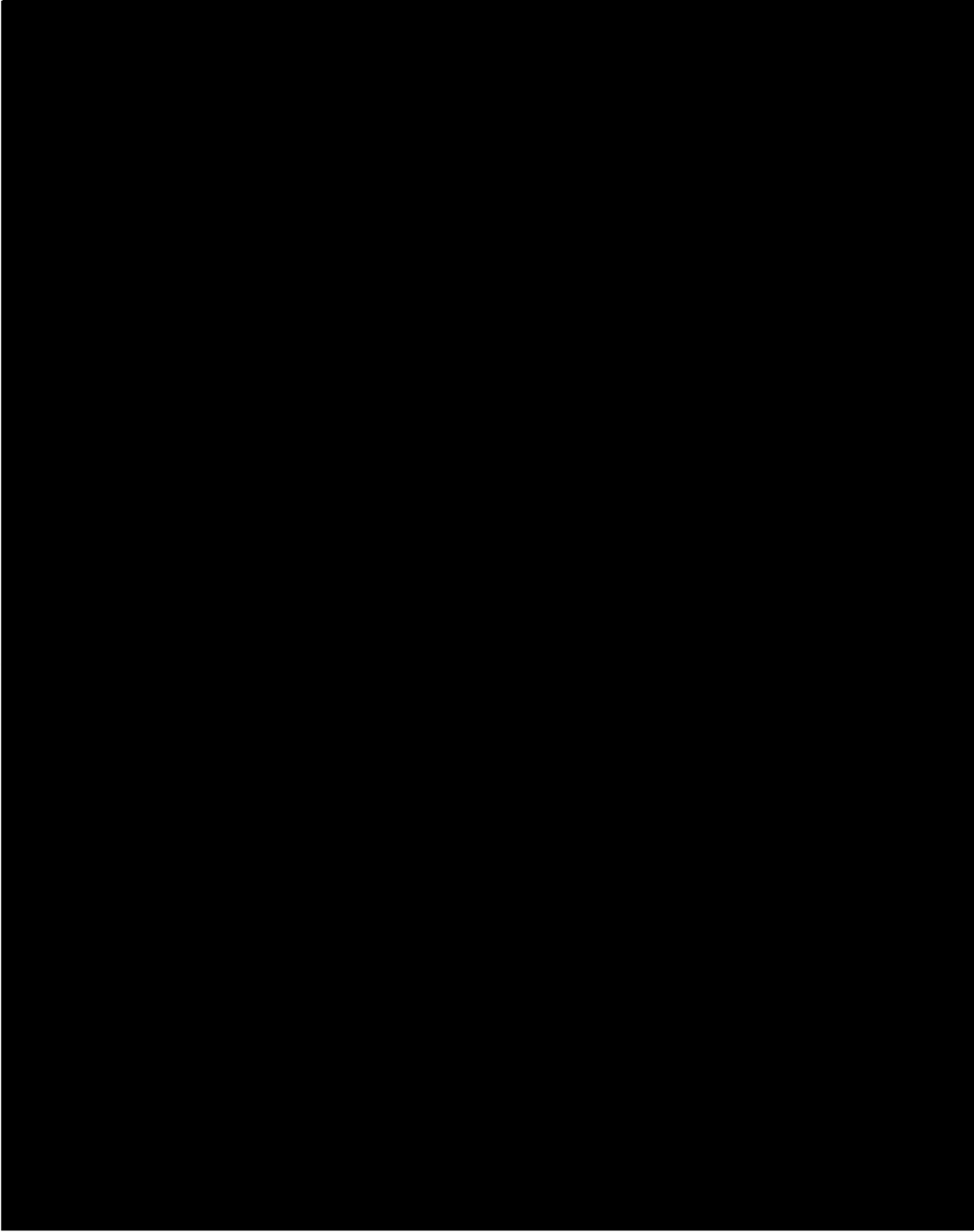
新 R ① JN 耐技 IV 02303 A



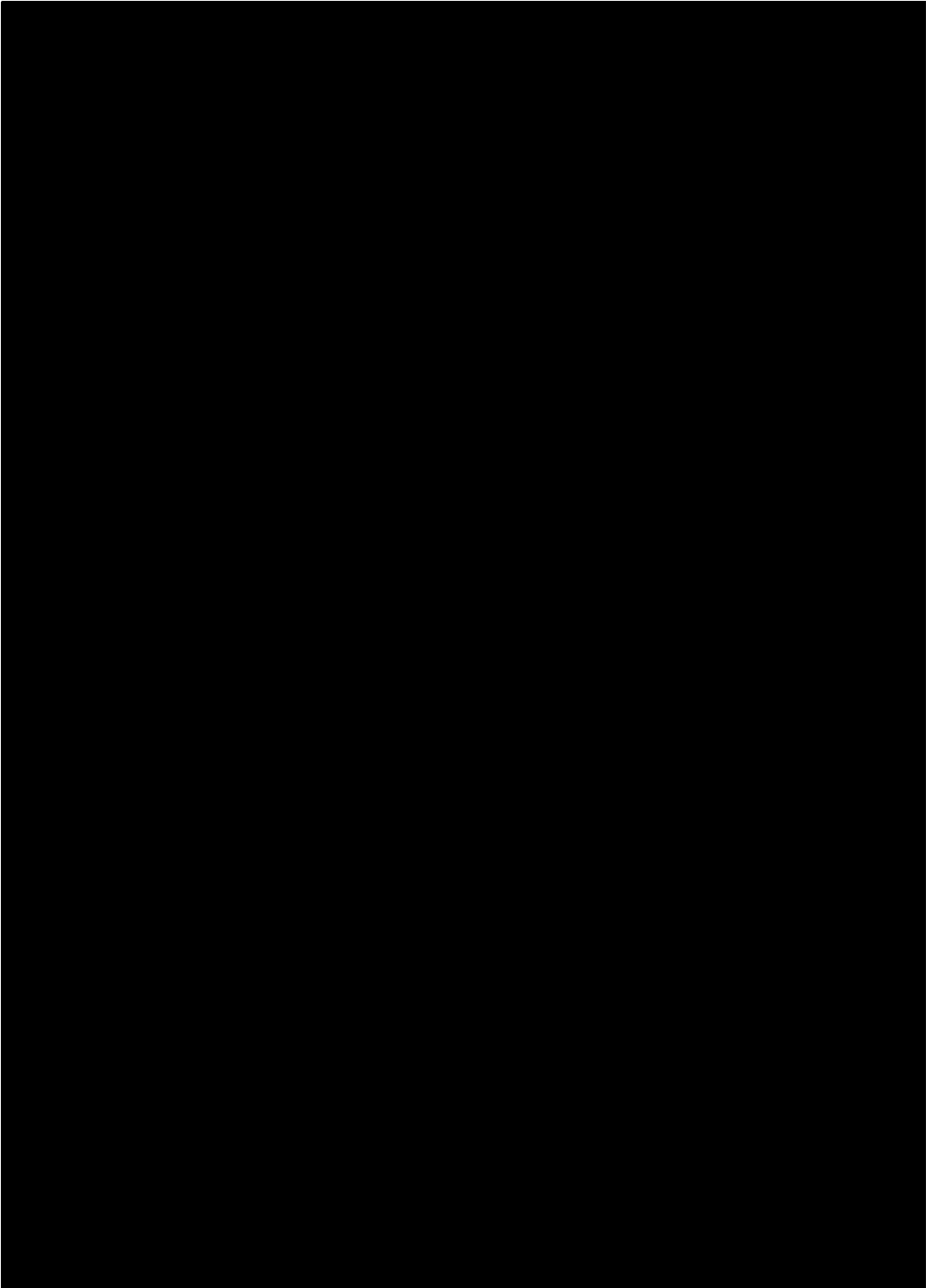
新 R ① JN 耐技 IV 02304 A



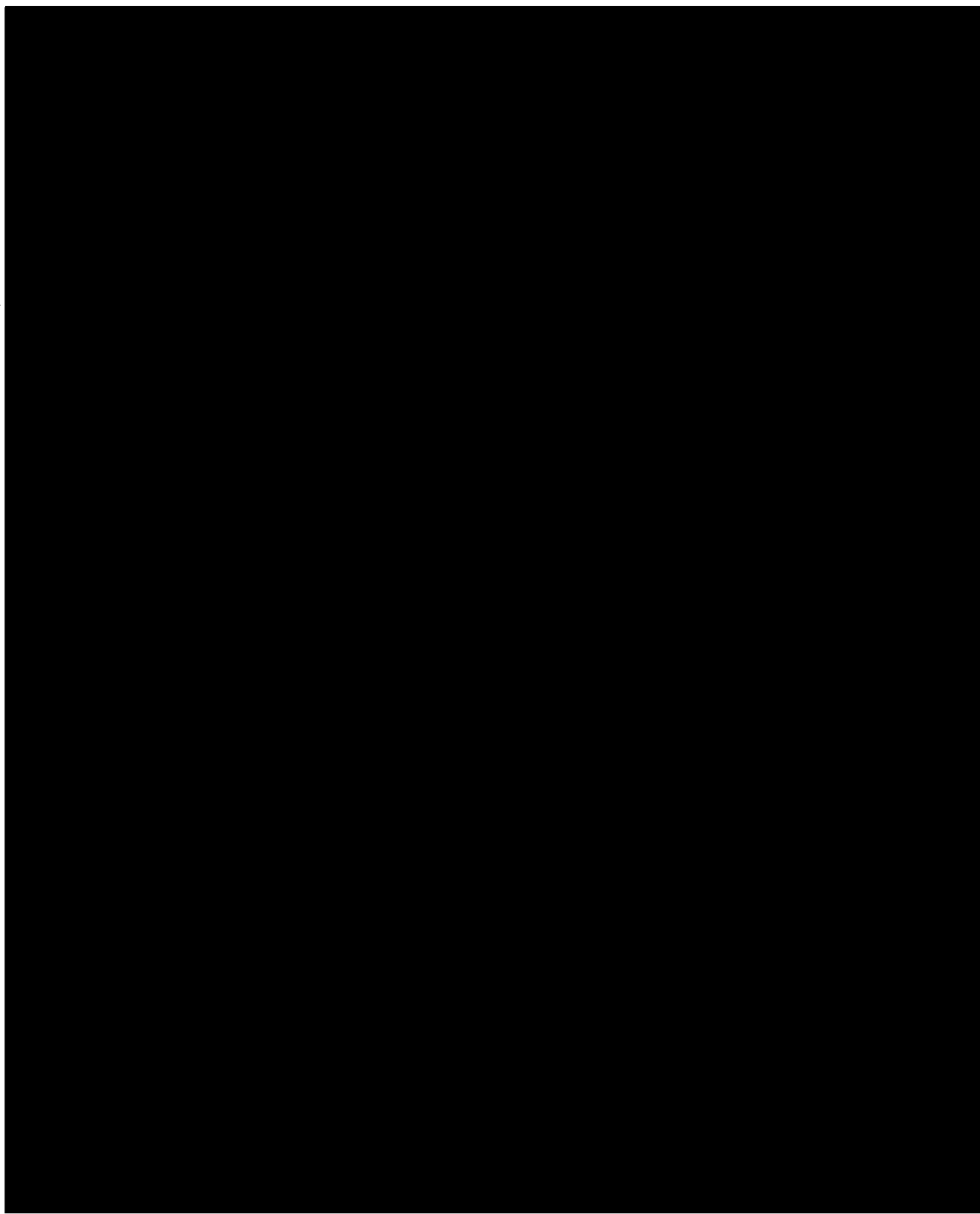
新 R ① JN 耐技 IV 02305 A



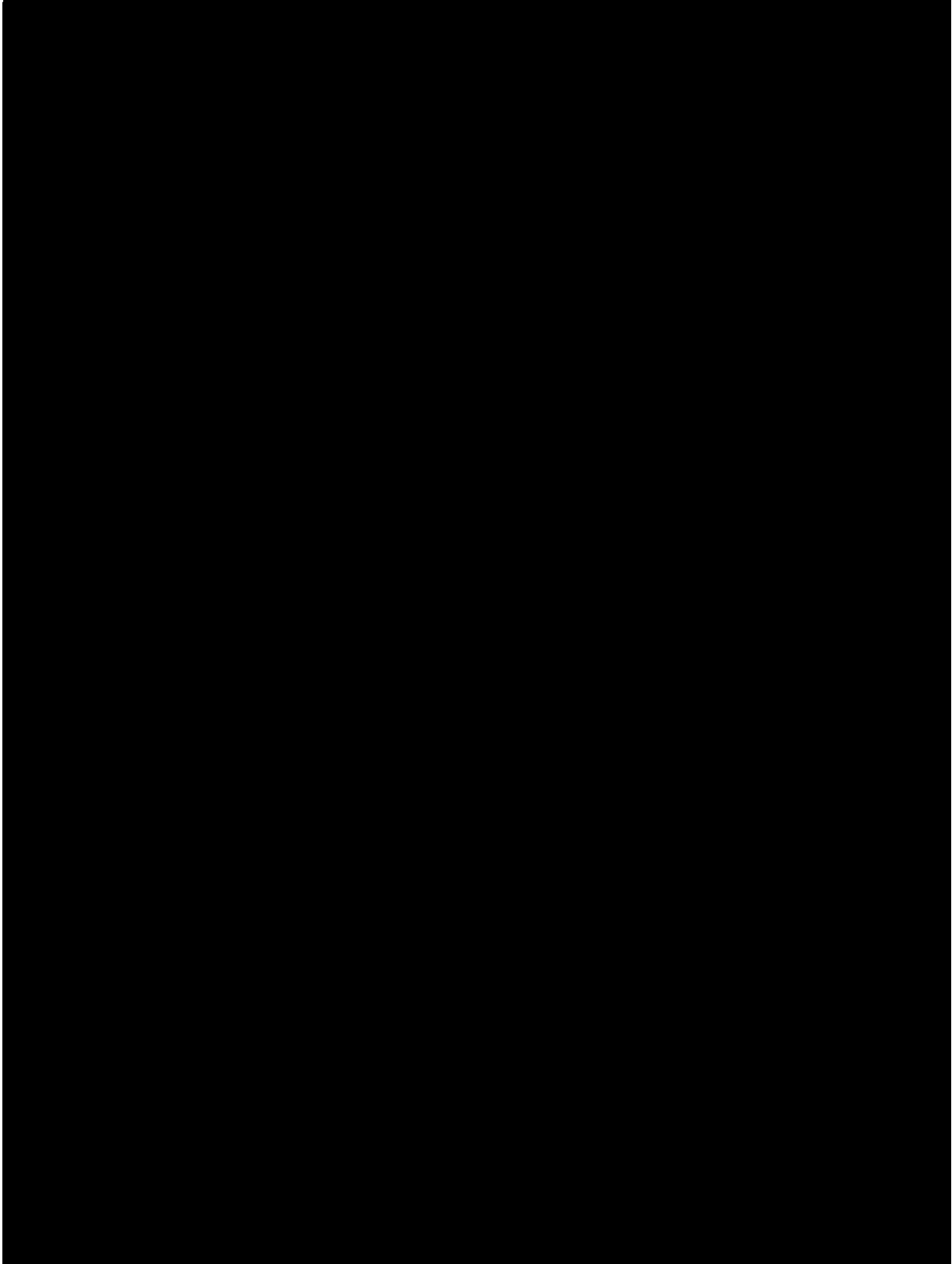
新 R ① JN 耐技 IV 02306 A



新 R ① JN 耐技 IV 02307 A



新 R ① JN 耐技 IV 02308 A



b. 安全冷却水 B 冷却塔基礎の
耐震計算書

目 次

1.	概要	1
2.	基本方針	2
2.1	位置	2
2.2	構造概要	3
2.3	評価方針	5
2.4	適用規格・基準等	6
3.	地震応答解析による評価方法	7
4.	応力解析による評価方法	8
4.1	評価方針	8
4.2	荷重及び荷重の組合せ	10
4.3	許容限界	11
4.4	評価方法	12
5.	評価結果	19
5.1	地震応答解析による評価結果	19
5.2	応力解析による評価結果	20

1. 概要

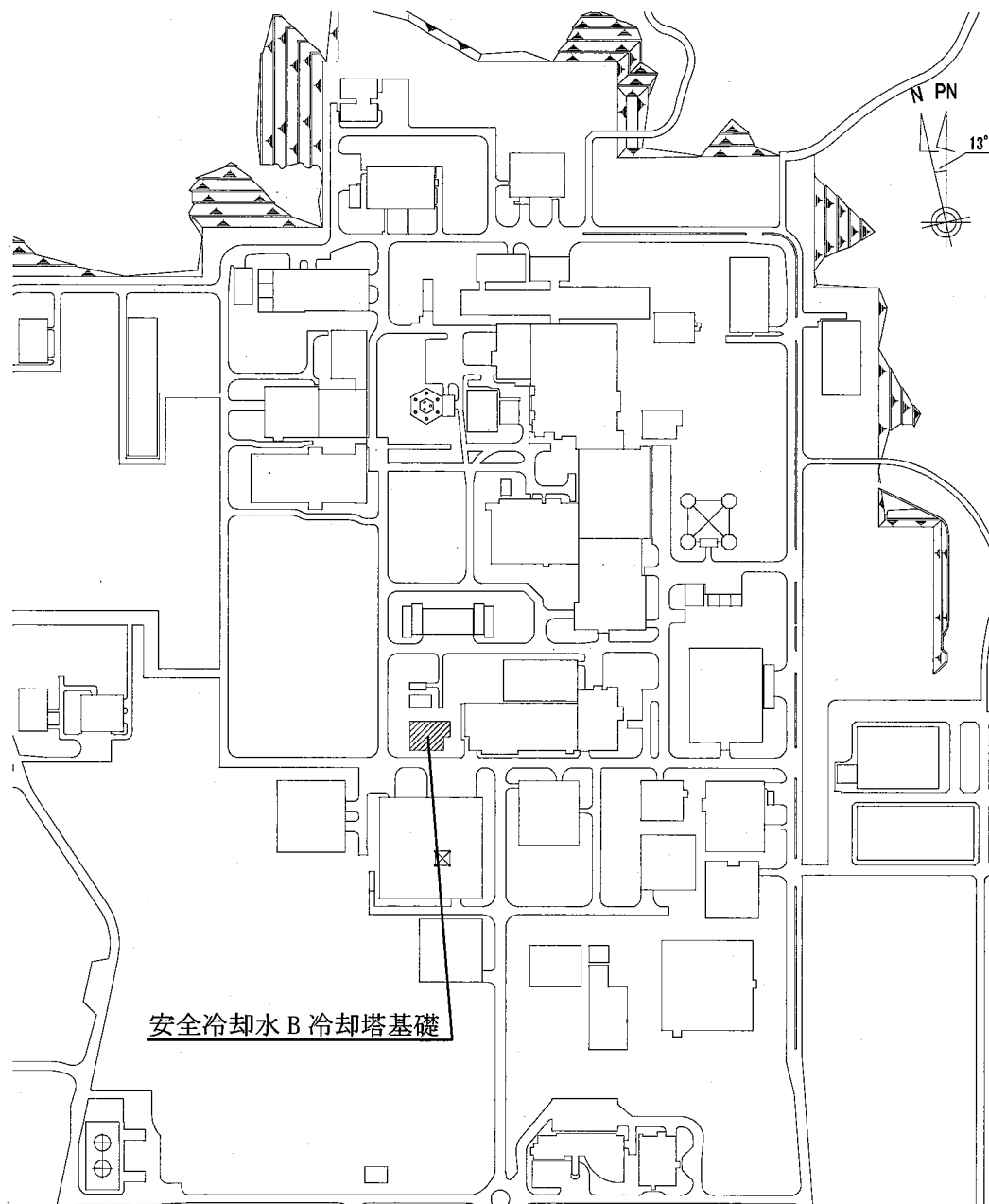
本資料は、添付書類「耐震設計の基本方針」に基づき、安全冷却水B冷却塔基礎の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものである。その評価は、地震応答解析及び応力解析に基づいて行う。

安全冷却水B冷却塔基礎は、安全機能を有する施設において「Sクラス施設の間接支持構造物」に分類され、以下、その分類に応じた耐震評価の結果を示す。

2. 基本方針

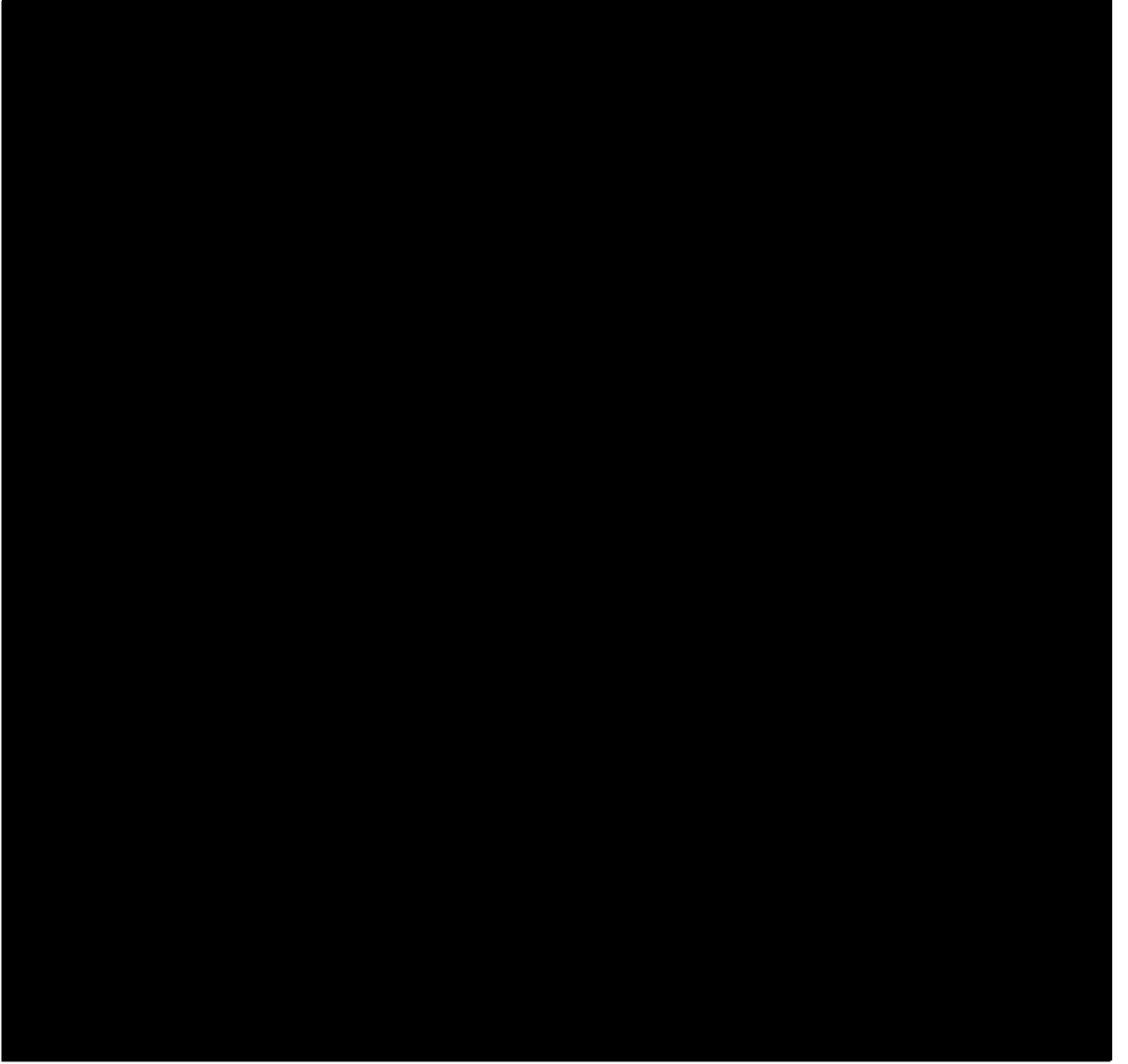
2.1 位置

安全冷却水 B 冷却塔基礎の設置位置を第 2.1-1 図に示す。

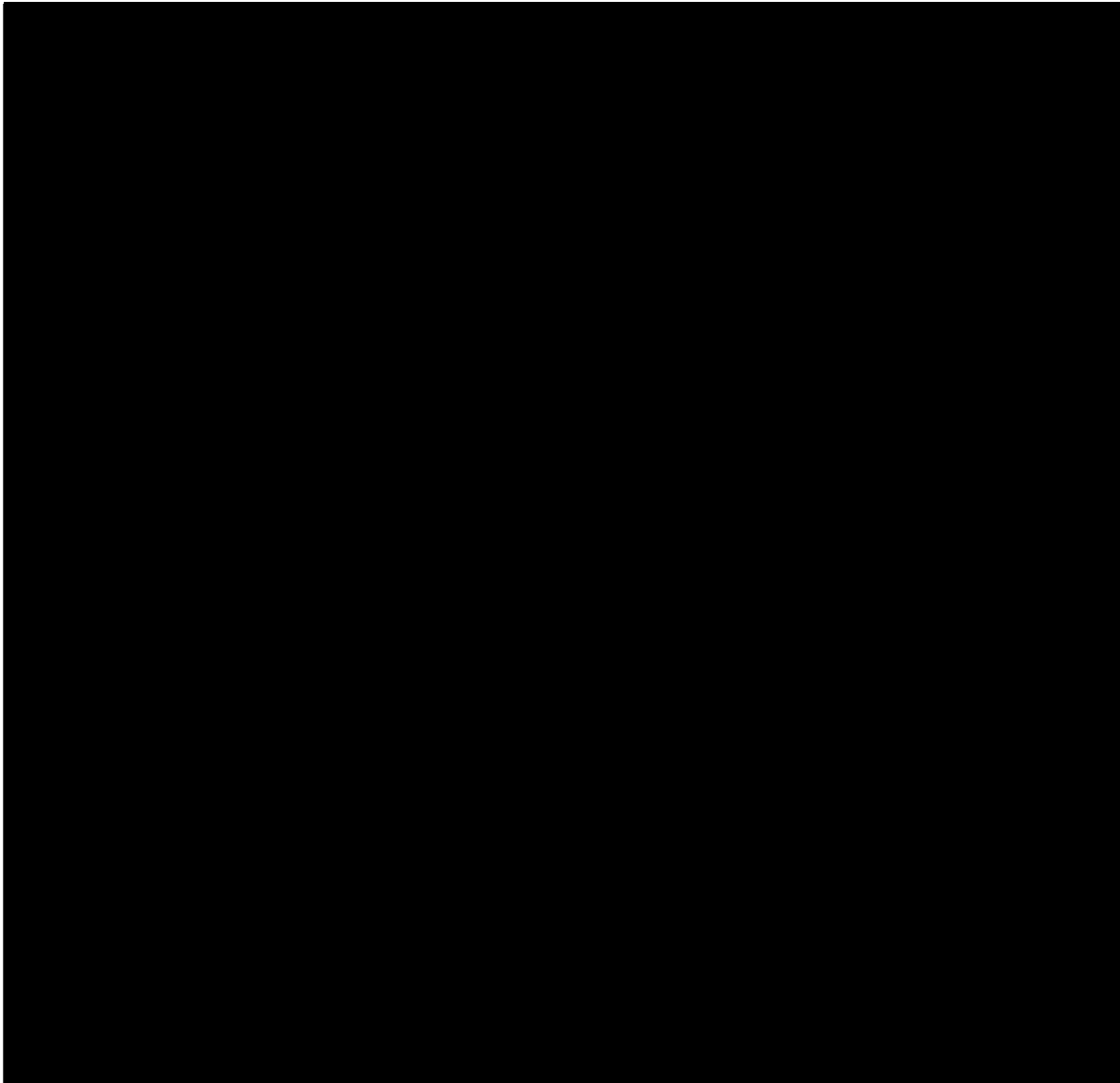


第 2.1-1 図 安全冷却水 B 冷却塔基礎の設置位置

新 R ① JN 耐技 IV 02405 A



新 R ① JN 耐技 IV 02406 A

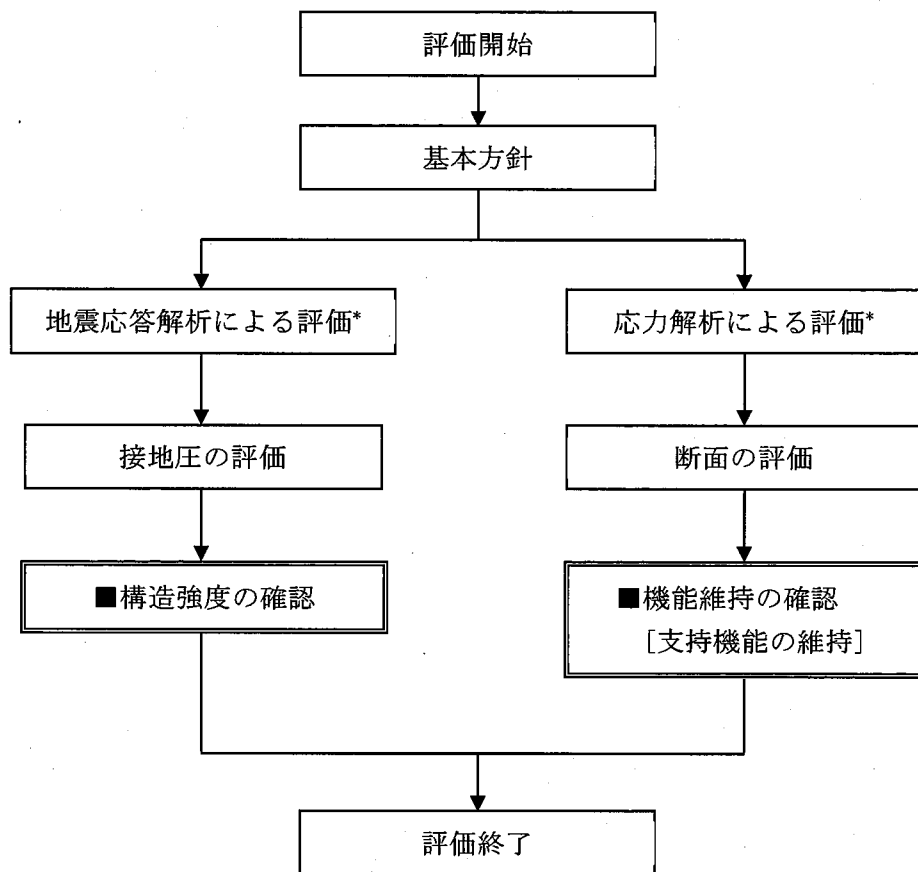


2.3 評価方針

安全冷却水B冷却塔基礎の評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価(以下、「 S_s 地震時に対する評価」という。)を行うこととし、その評価は添付書類「安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。

安全冷却水B冷却塔基礎の評価は、添付書類「耐震設計の基本方針」に基づき、地震応答解析により接地圧の評価を、応力解析により断面の評価を行うことで、安全冷却水B冷却塔基礎の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては地盤物性のばらつきを考慮する。

安全冷却水B冷却塔基礎の評価フローを第2.3-1図に示す。



*: 添付書類「安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」の結果を踏まえて行う。

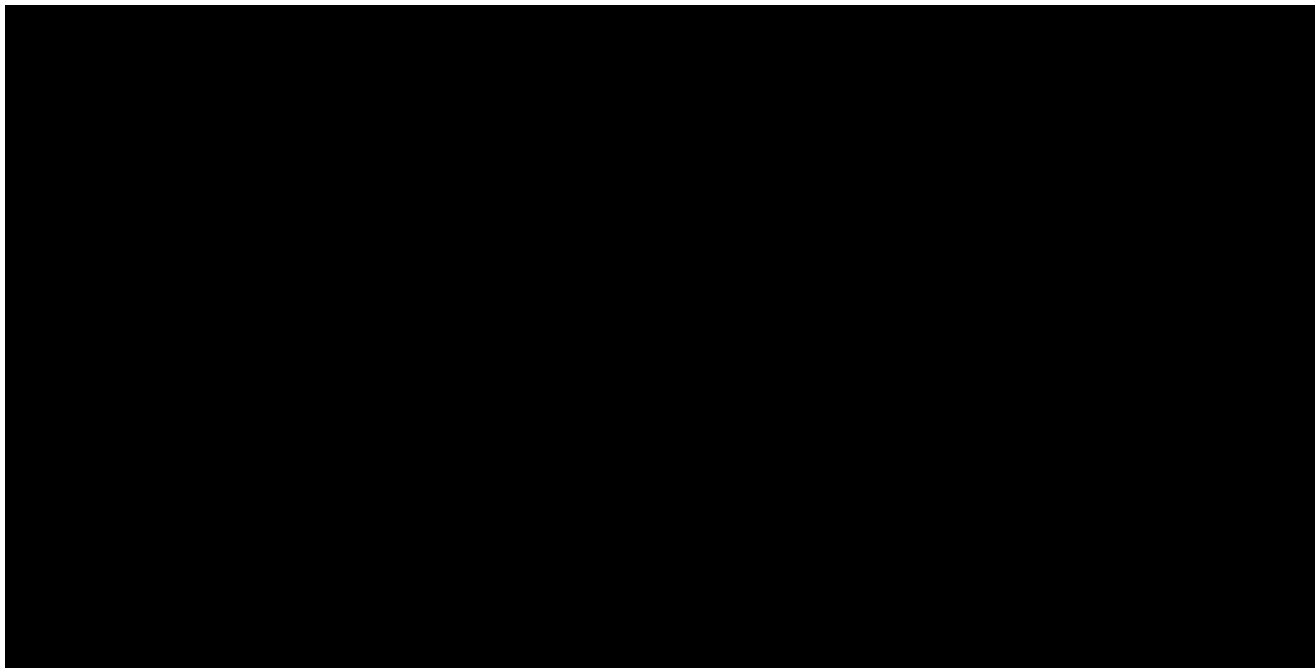
第2.3-1図 安全冷却水B冷却塔基礎の評価フロー

2.4 適用規格・基準等

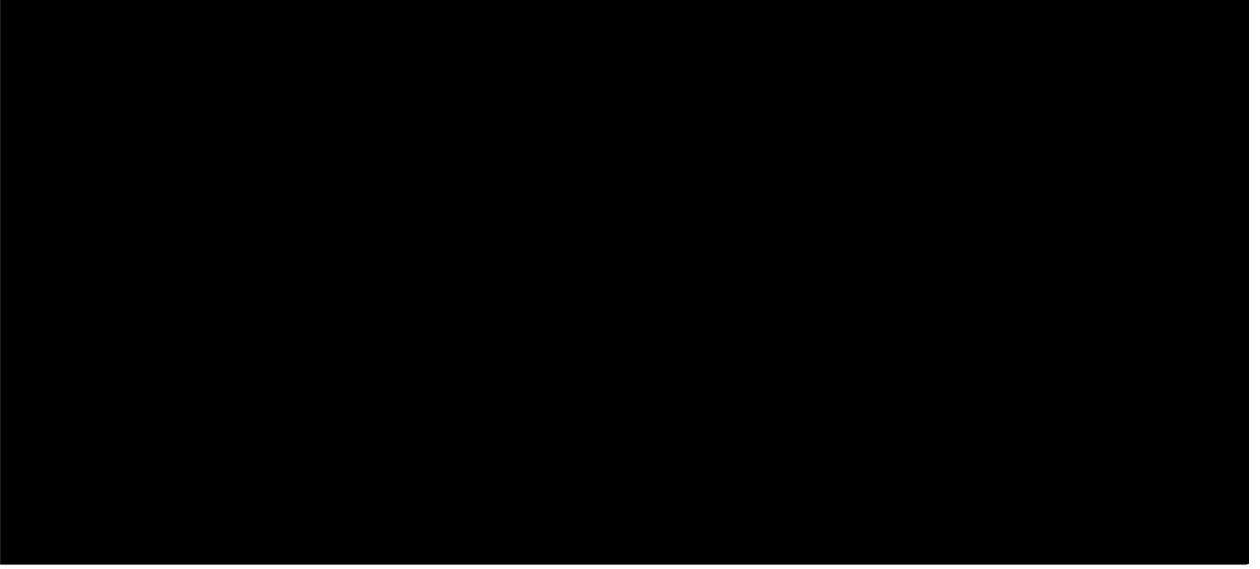
安全冷却水B冷却塔基礎の評価において、適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令・同告示
- ・ 日本産業規格
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 -許容応力度設計法-
((社)日本建築学会, 1999) (以下, 「RC規準」という。)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社)日本建築学会, 2005)
(以下, 「RC-N規準」という。)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984
((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版 ((社)日本電気協会)
(以下, 「JEAG4601」と記載しているものは上記3指針を指す。)

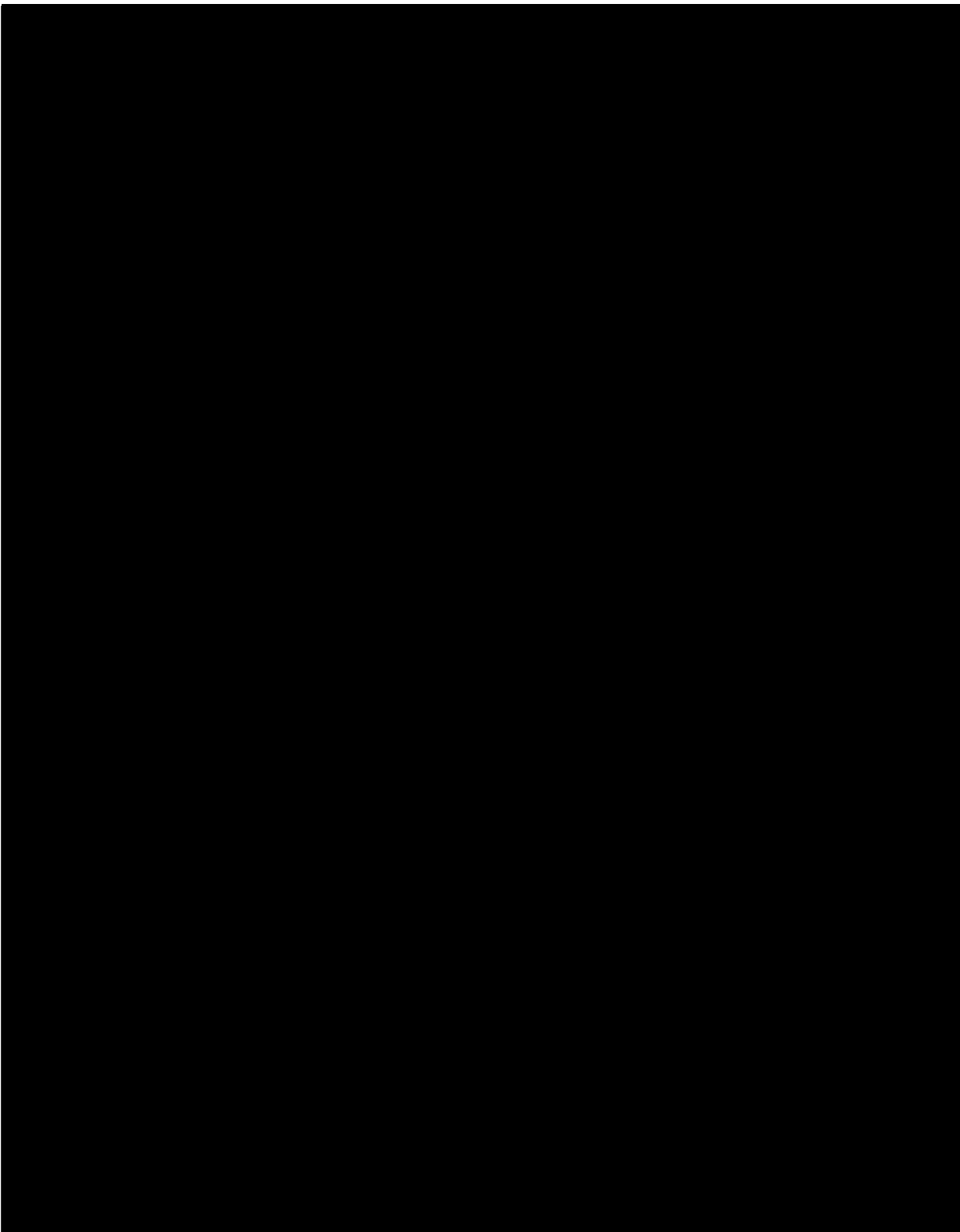
新 R ① JN 耐技 IV 02409 A



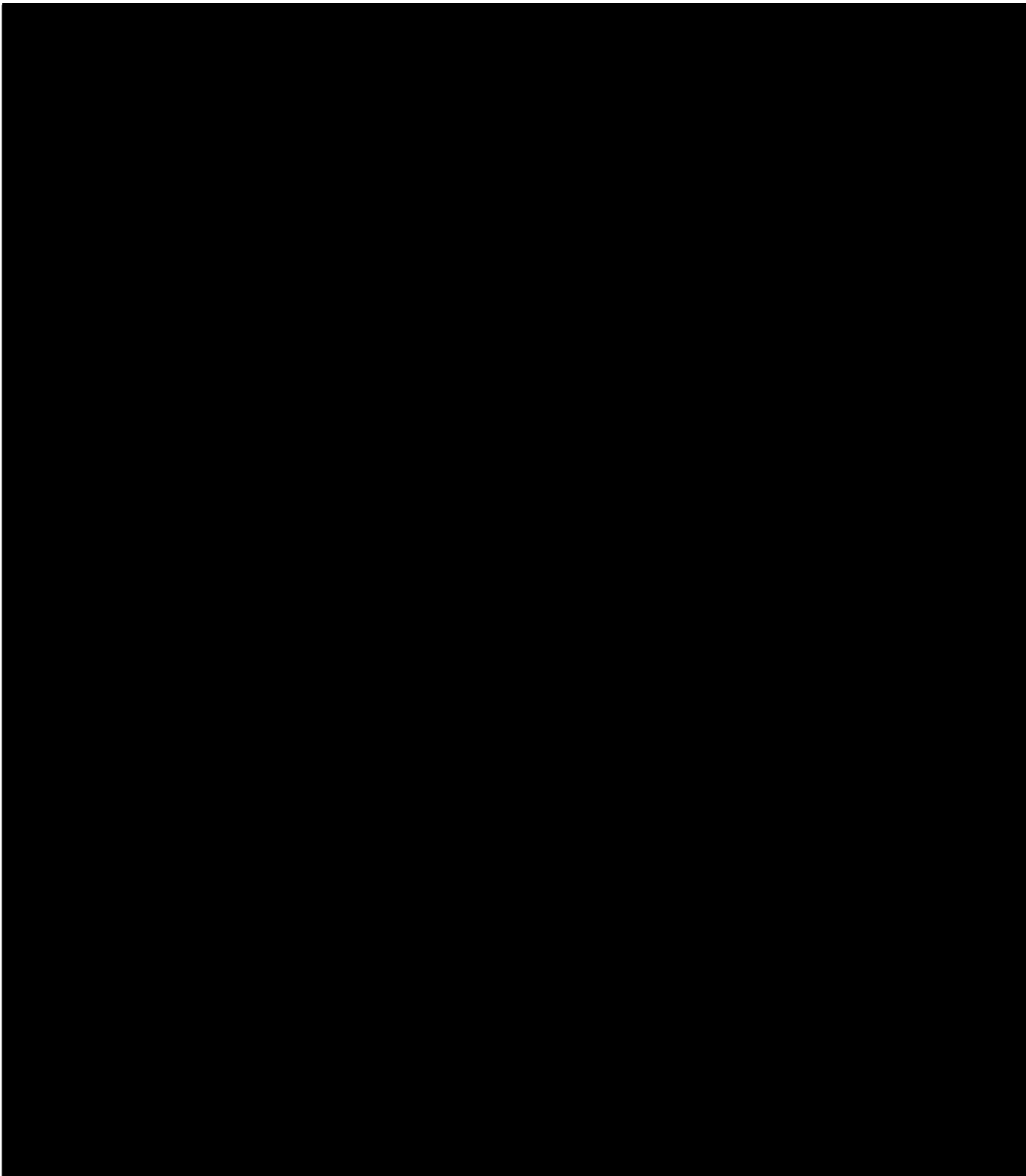
新R ① JN 耐技 IV 02410 A



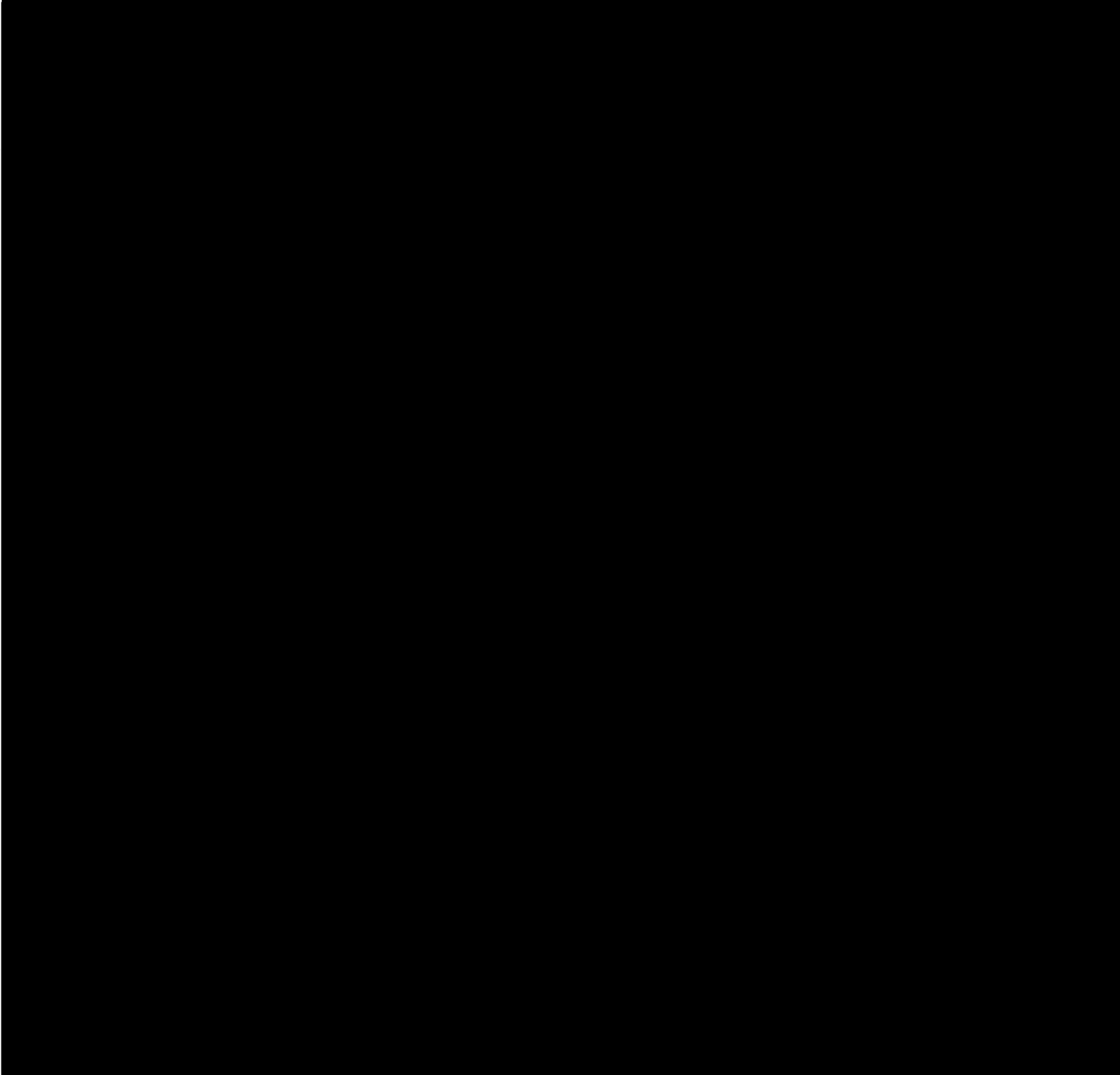
新 R ① JN 耐技 IV 02411 A



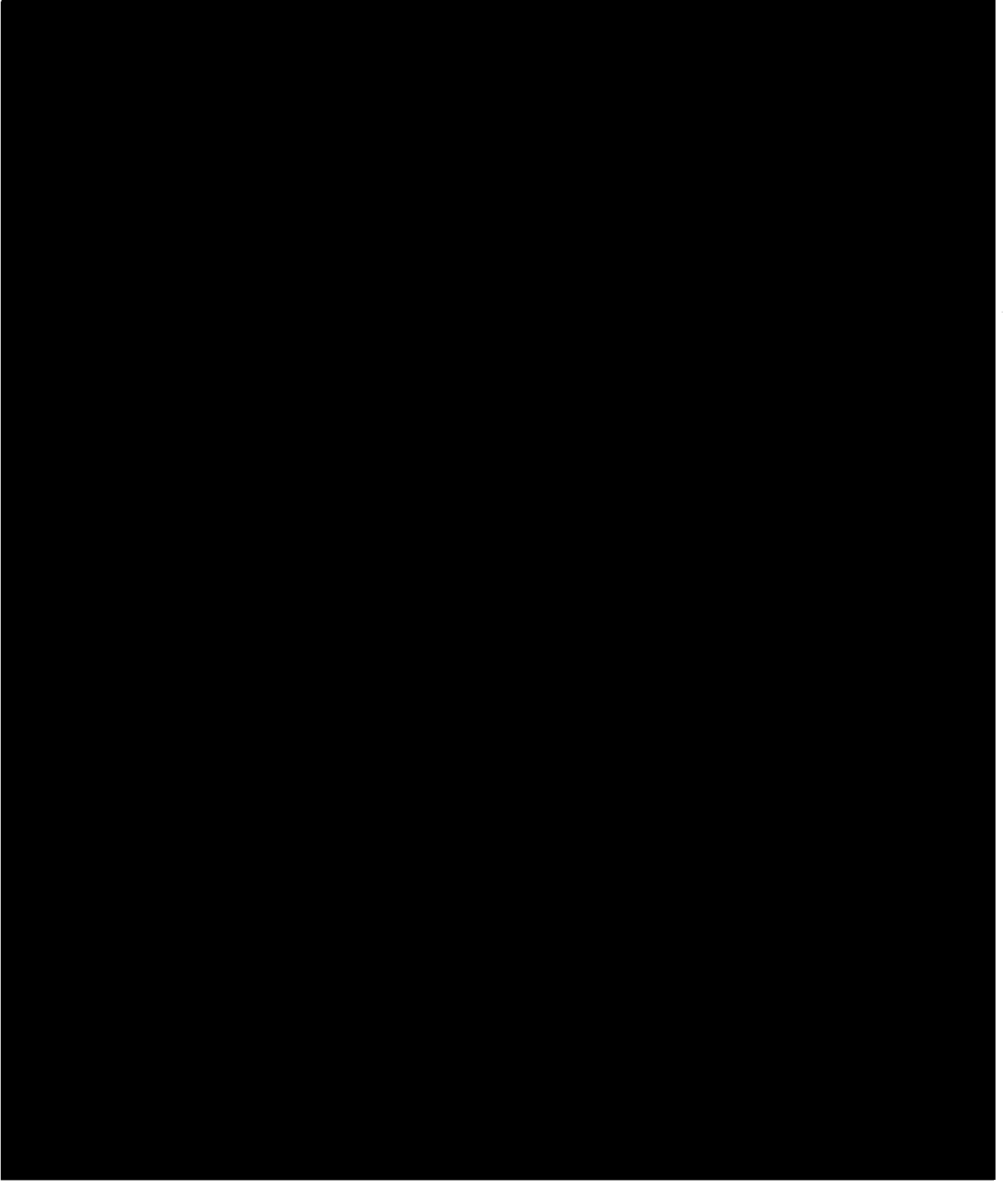
新 R ① JN 耐技 IV 02412 A



新 R ① JN 耐技 IV 02413 A



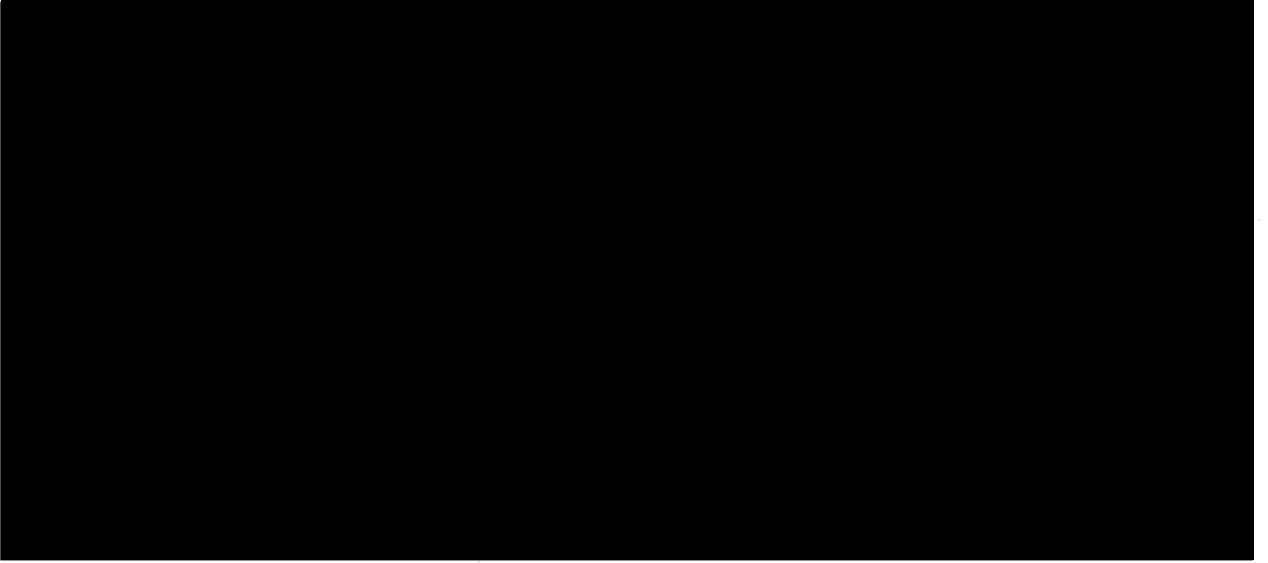
新 R ① JN 耐技 IV 02414 A



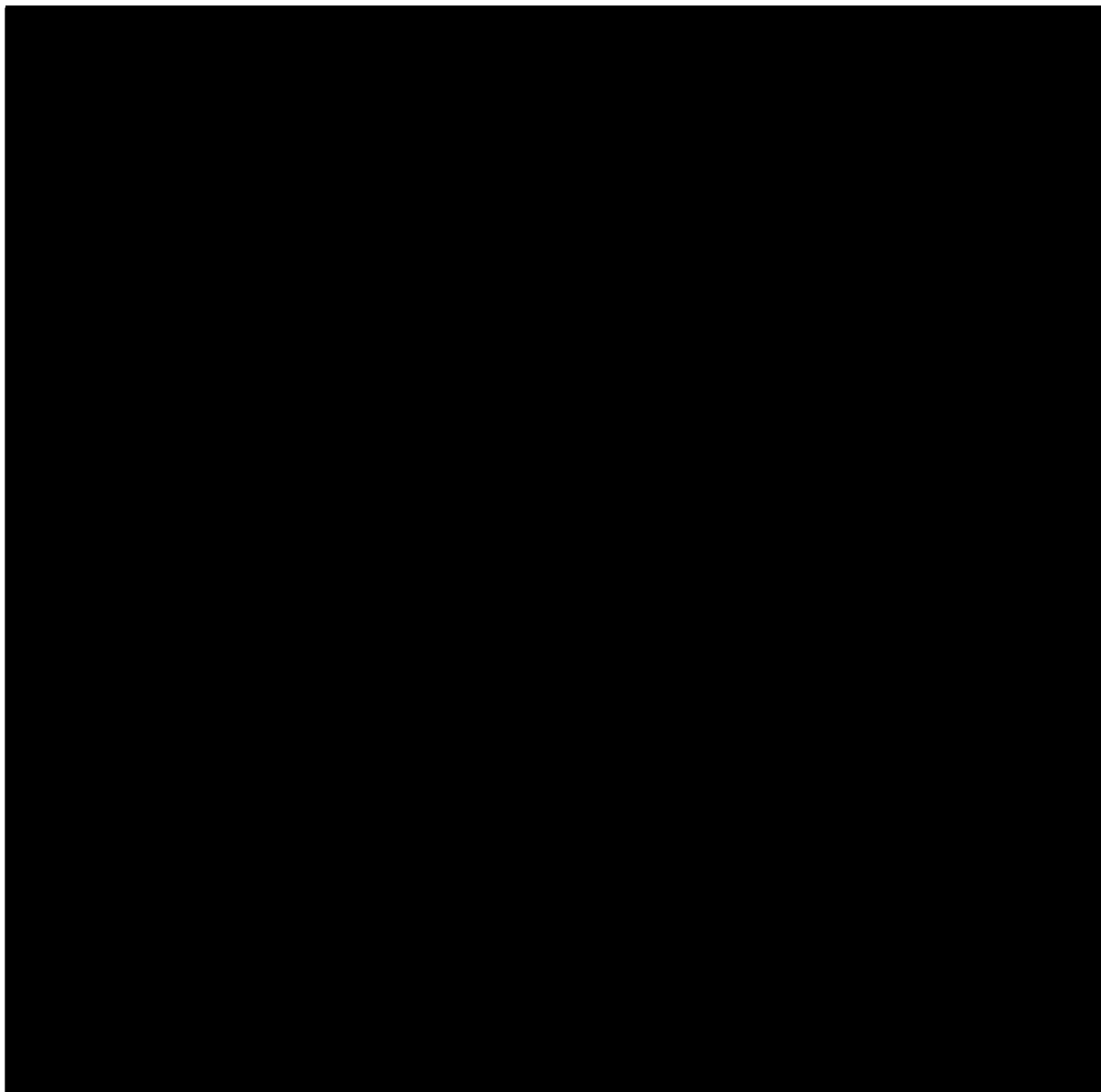
新 R ① JN 耐技 IV 02415 A



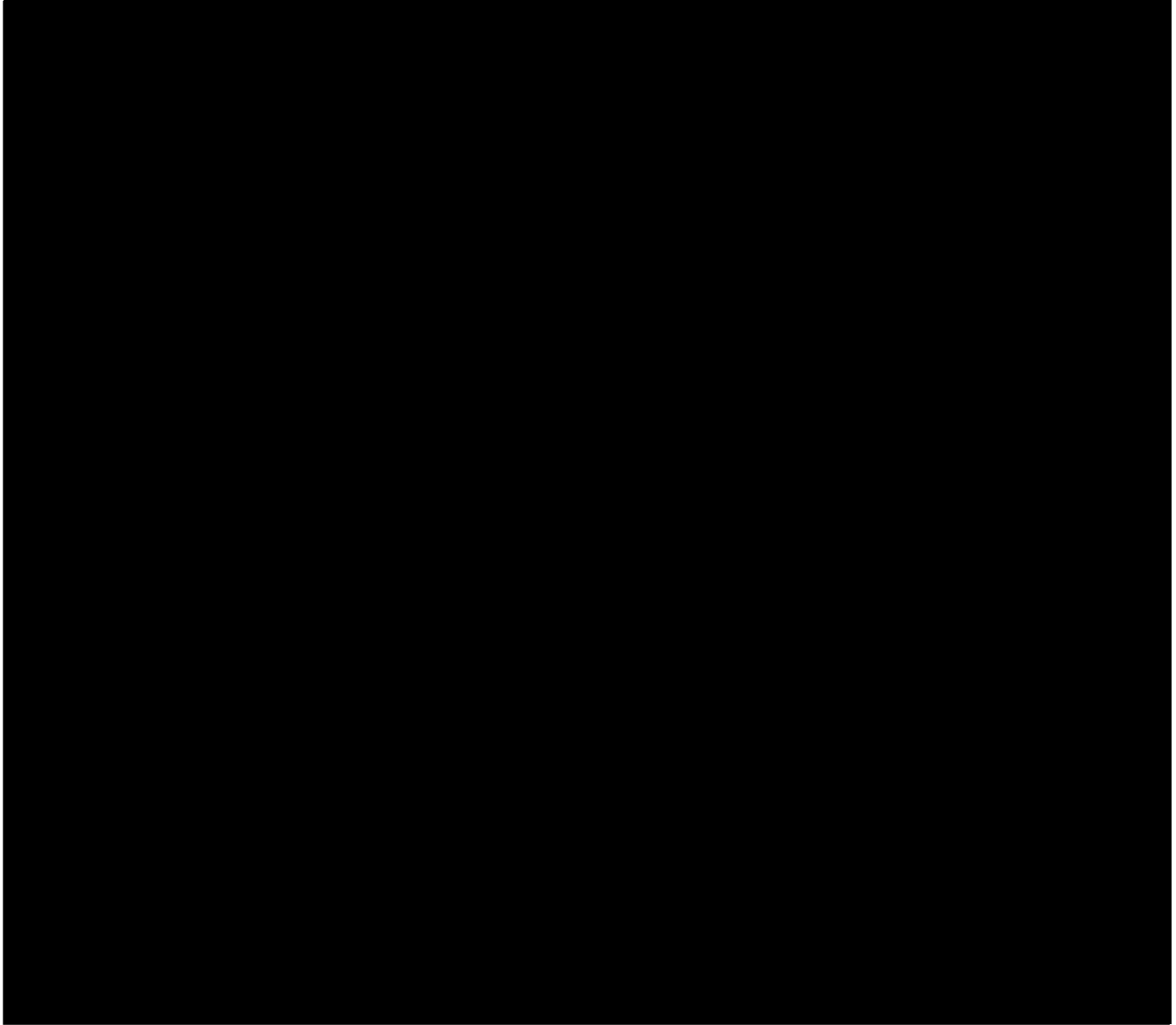
新 R.① JN 耐技 IV 02416 B



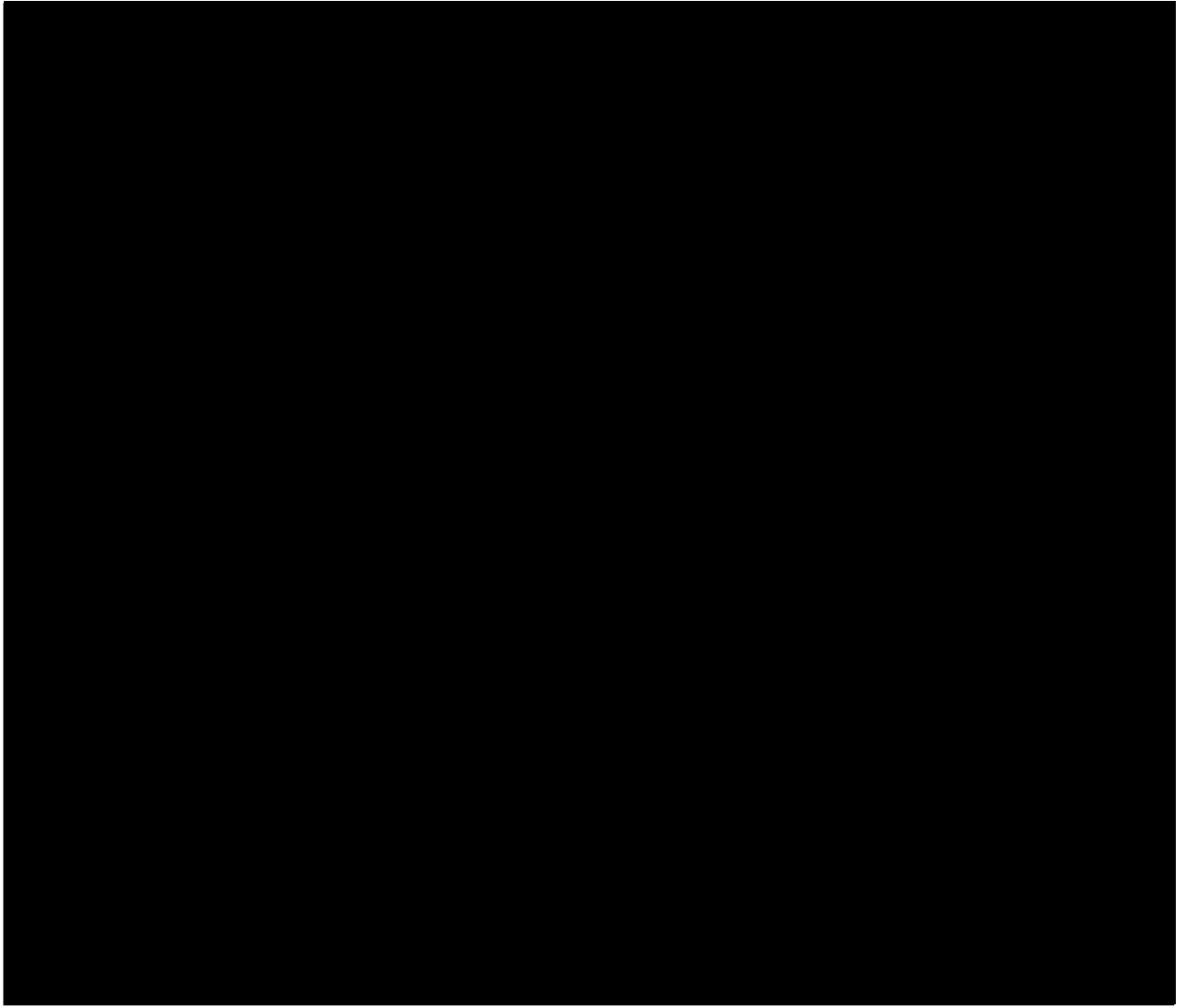
新 R ① JN 耐技 IV 02417 A



新 R ① JN 耐技 IV 02418 B



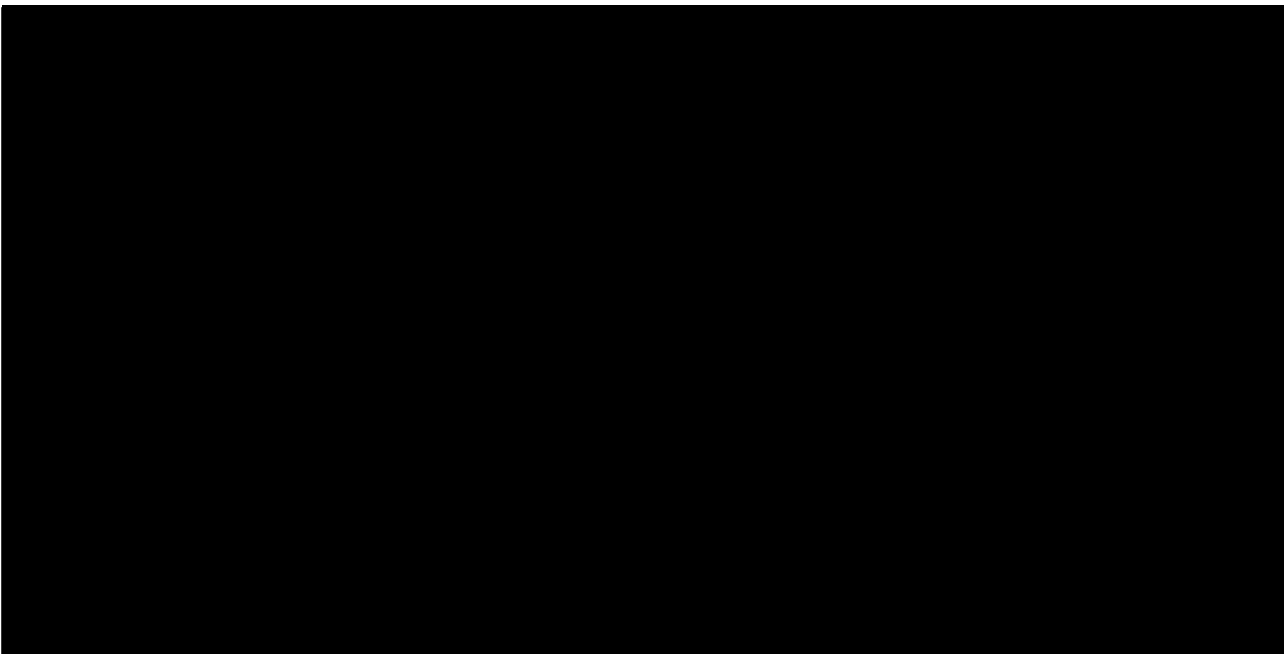
新 R ① JN 耐技 IV 02419 B



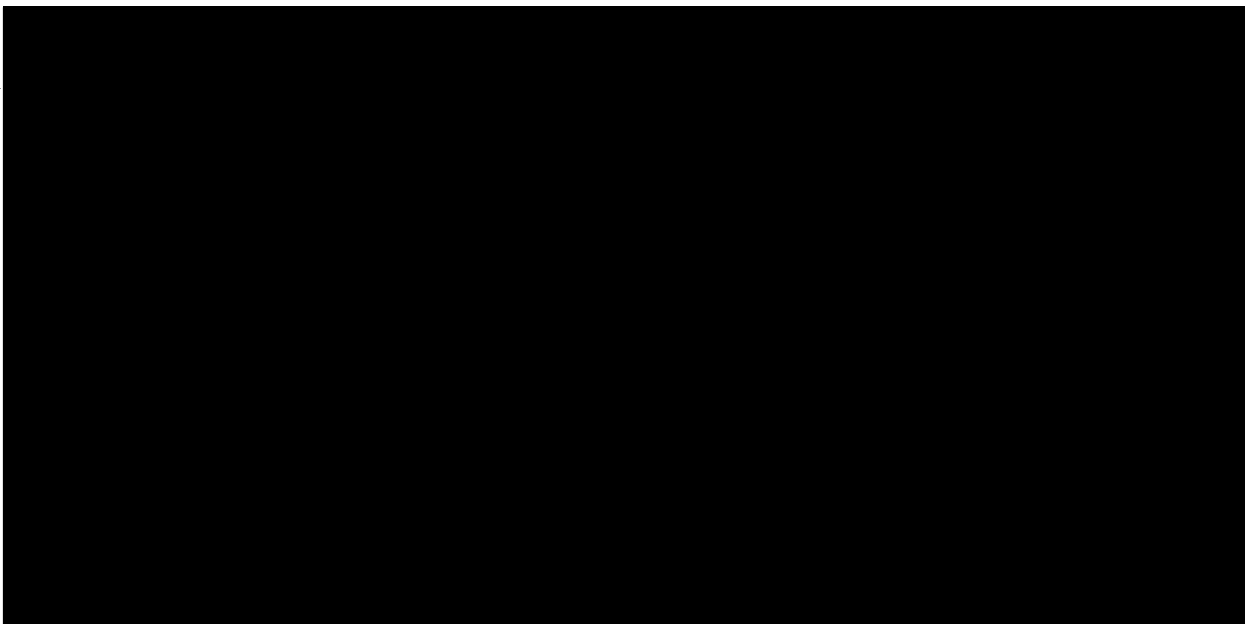
新 R ① JN 耐技 IV 02420 B



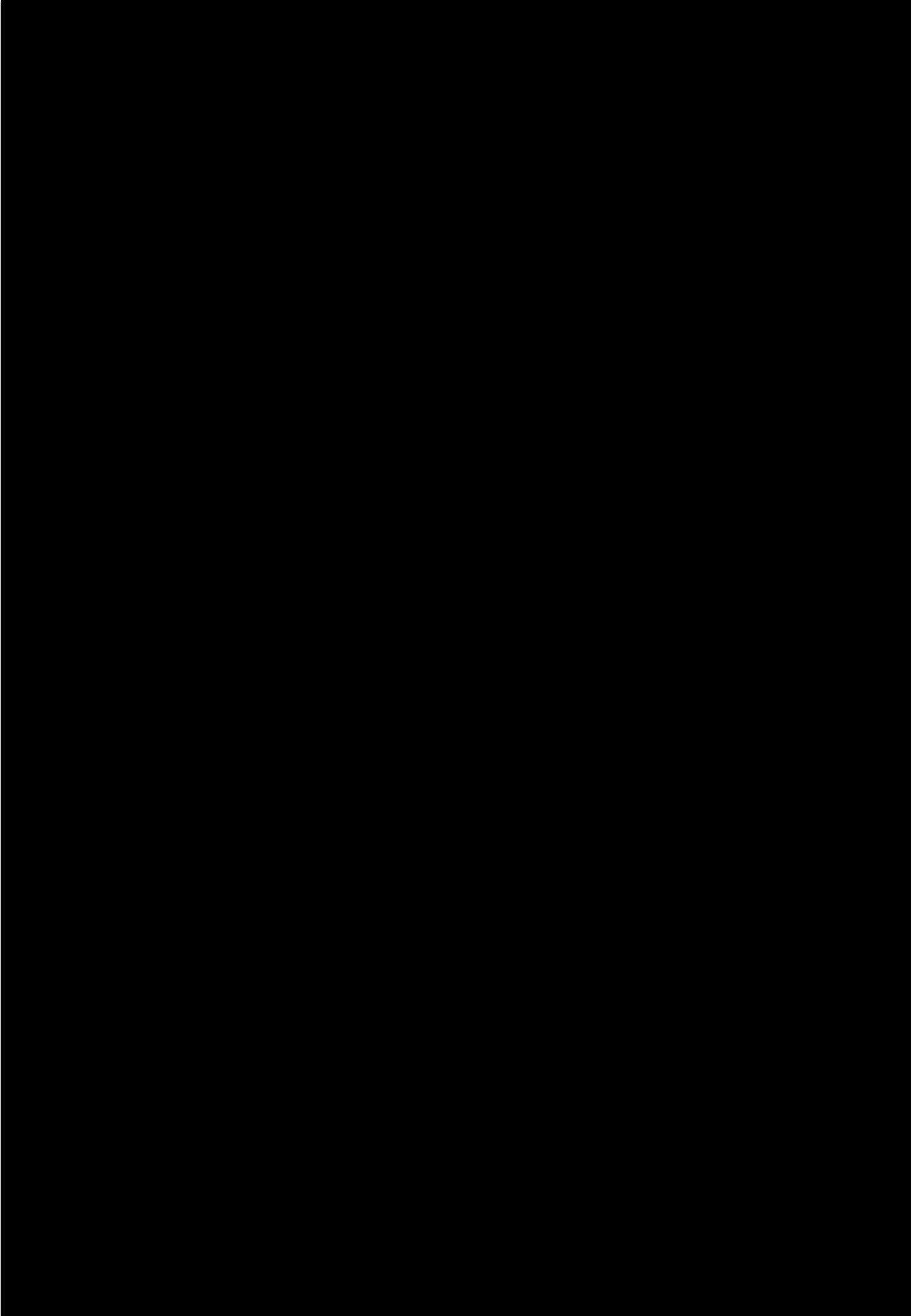
新 R ① JN 耐技 IV 02421 A



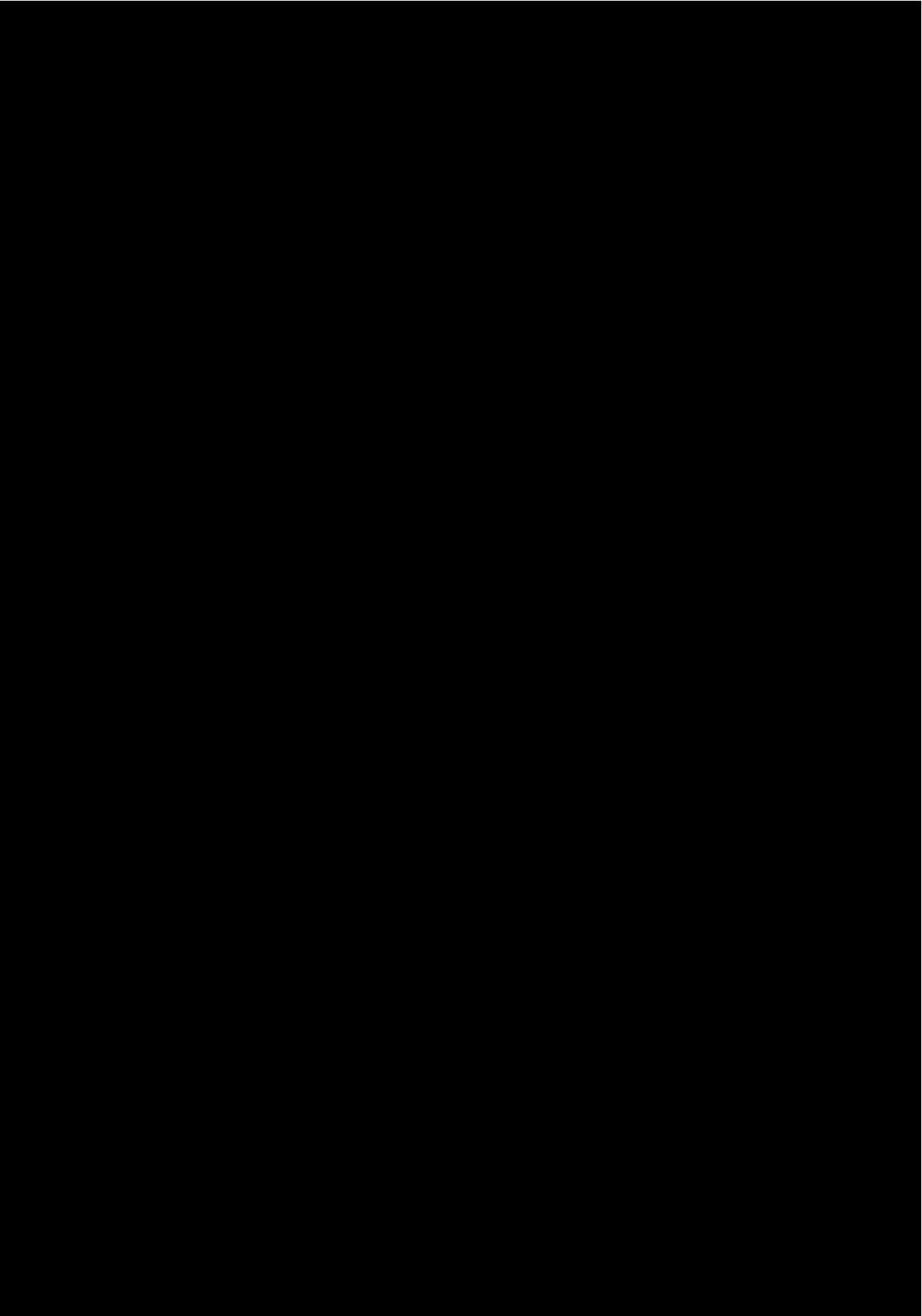
新 R ① JN 耐技 IV 02422 A



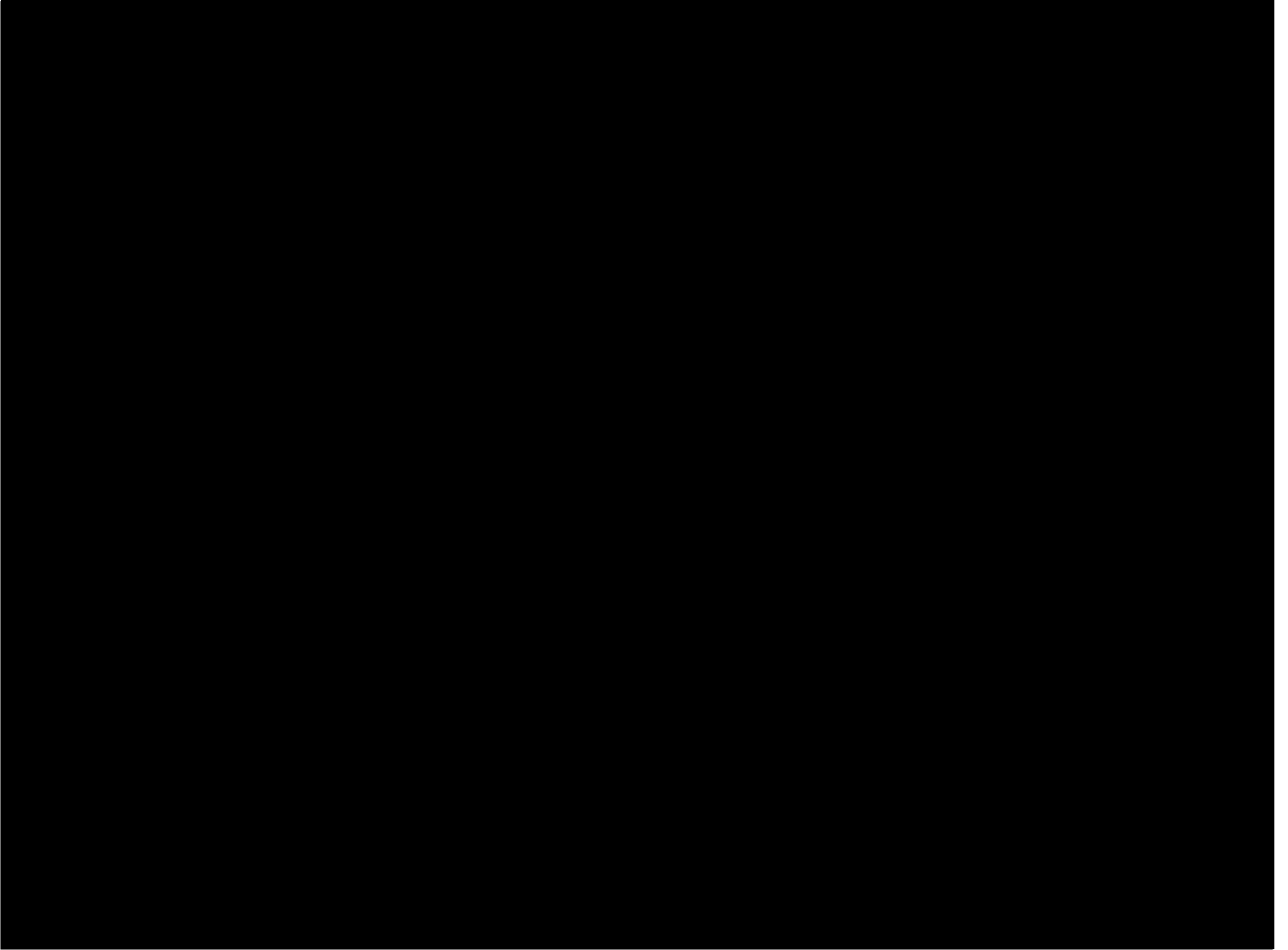
新 R ① JN 耐技 IV 02423 A



新 R ① JN 耐技 IV 02424 A



新 R ① JN 耐技 IV 02425 A



IV-2-1-2 各施設の 設計用床応答曲線

IV-2-1-2 (1)

安全冷却水 B 冷却塔の
設計用床応答曲線

目 次

1. 概 要	1
2. 設計用床応答曲線の作成	1
3. 設計用床応答曲線	2

1. 概 要

本資料は、安全冷却水B冷却塔の機器・配置等の耐震設計に用いる設計用床応答曲線について示したものである。

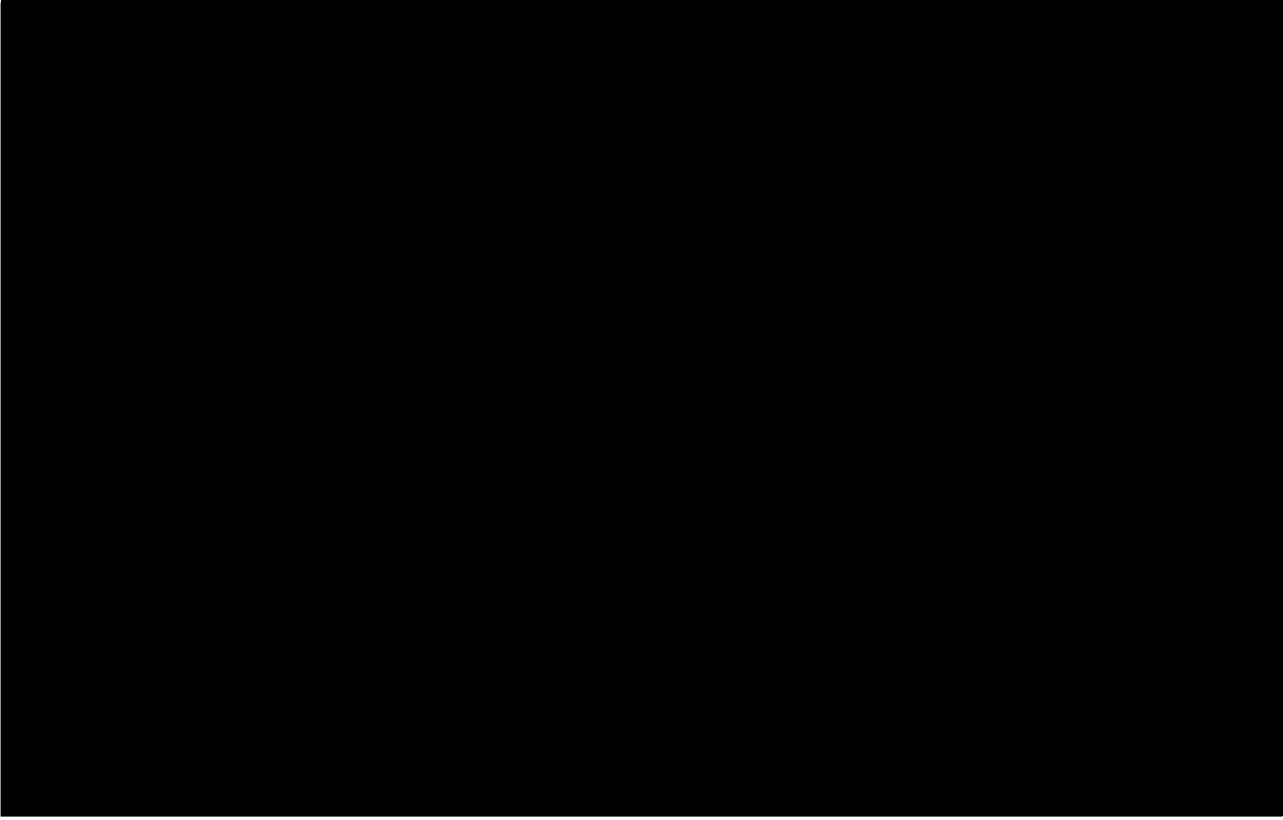
2. 設計用床応答曲線の作成

設計用床応答曲線は、添付書類IV-1-1-6「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき作成する。

○ 新 R ① JN 安コ IV 02505 A ○

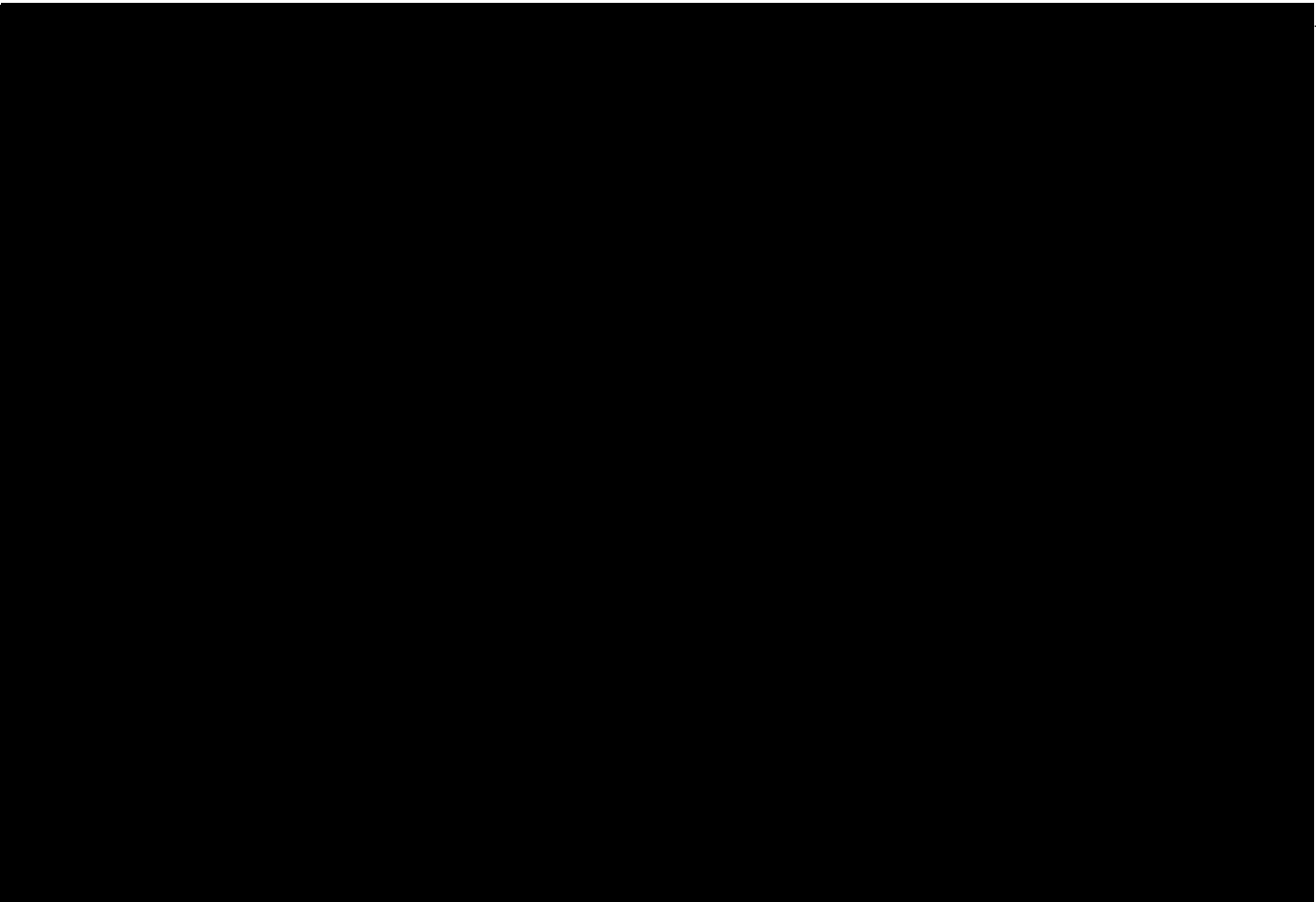


新R ㊦ JN 安ユ IV 02506 A

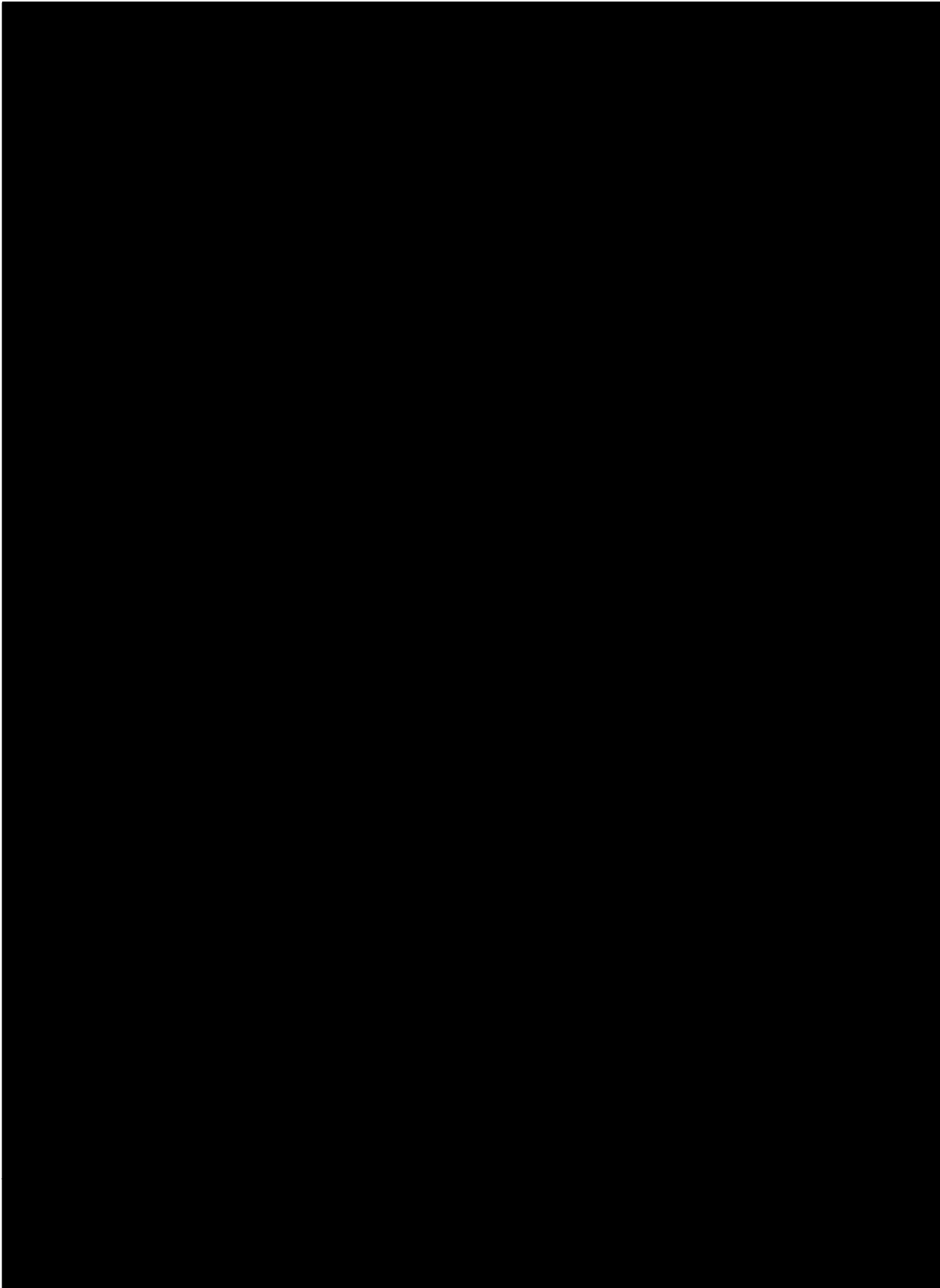


新 R ① JN 安ゴ IV 02507 A

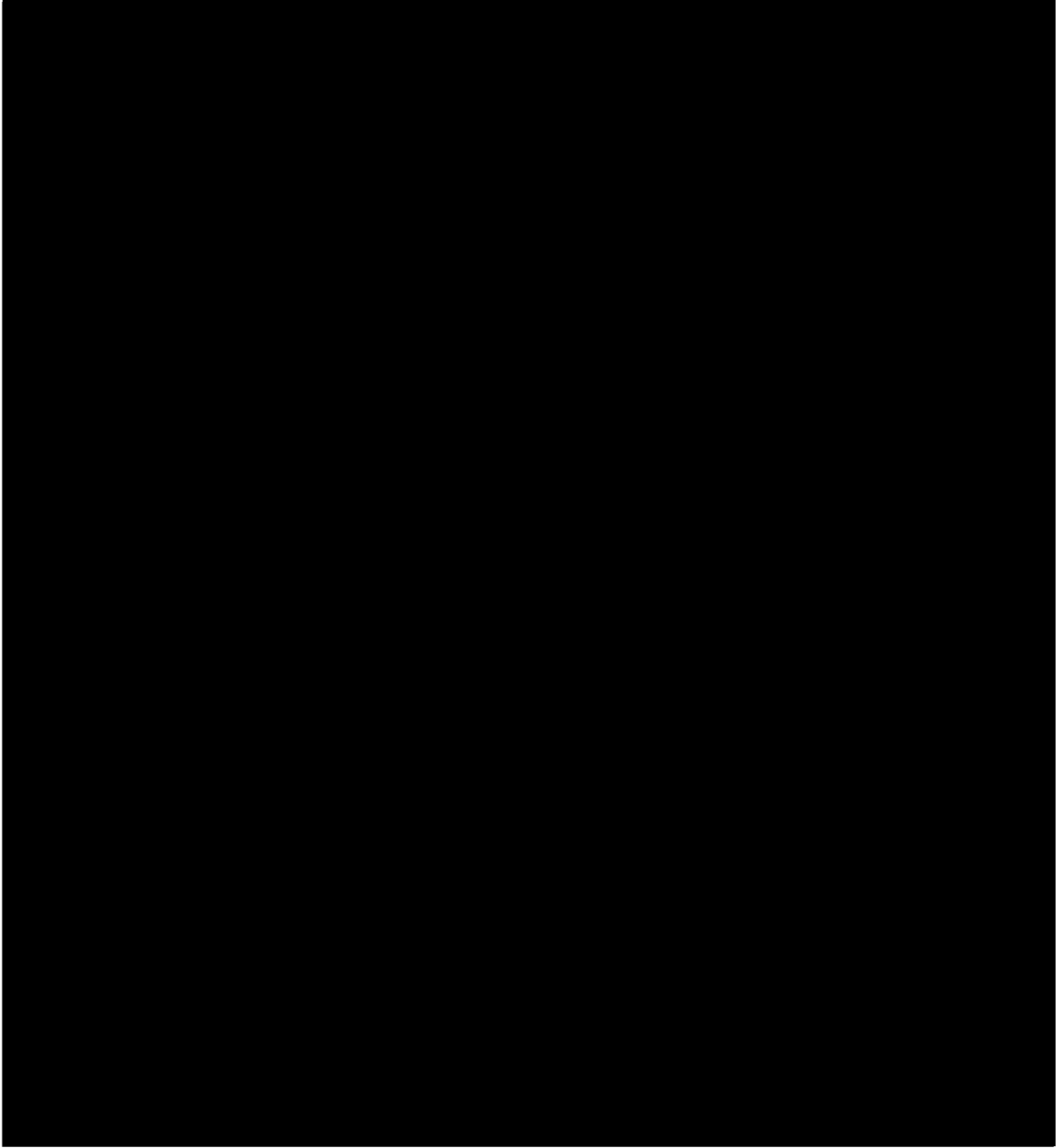
新 R ① JN 安工 IV 02508 A



新 R ① JN 安コ IV 02509 A



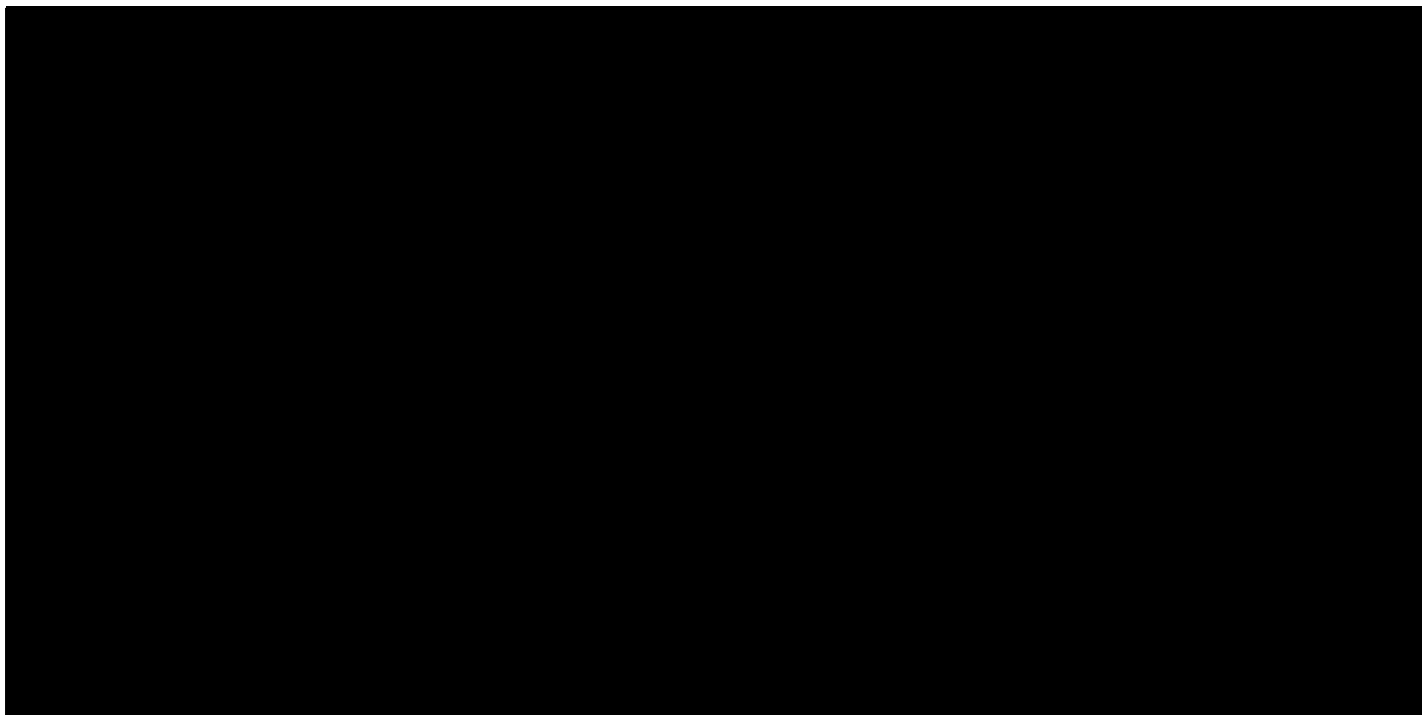
新 R ① JN 安コ IV 02510 A



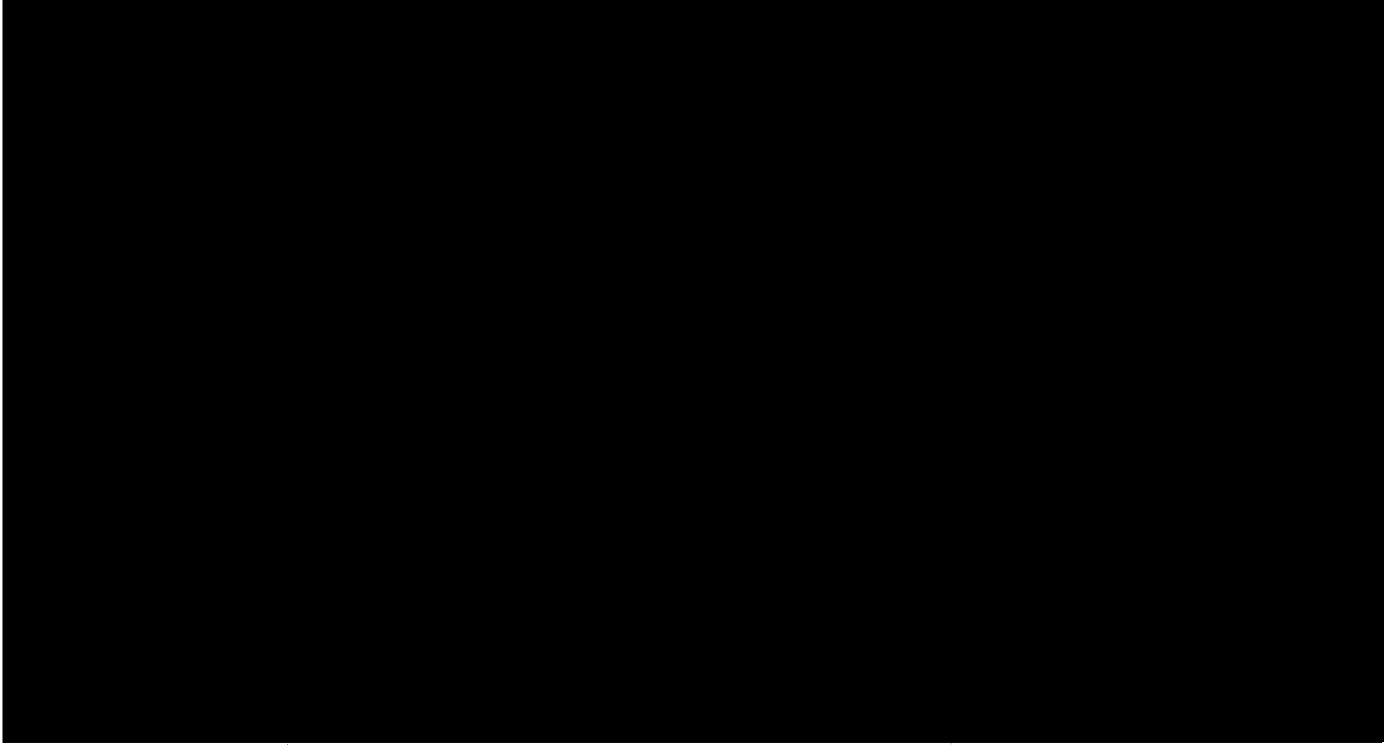
IV-2-1-3 機器・配管系

IV-2-1-3-1 耐震性に関する 計算結果一覧表

新 R ① JN 安コ IV 02603 B



新 R ① JN 安コ IV 02604 B



IV-2-1-3-2 その他再処理設備の 附属施設

新 R ㊦ JN 許 IV 02702 A

IV-2-1-3-2-1 安全冷却水系

IV-2-1-3-2-1(1)

安全冷却水 B 冷却塔 ()

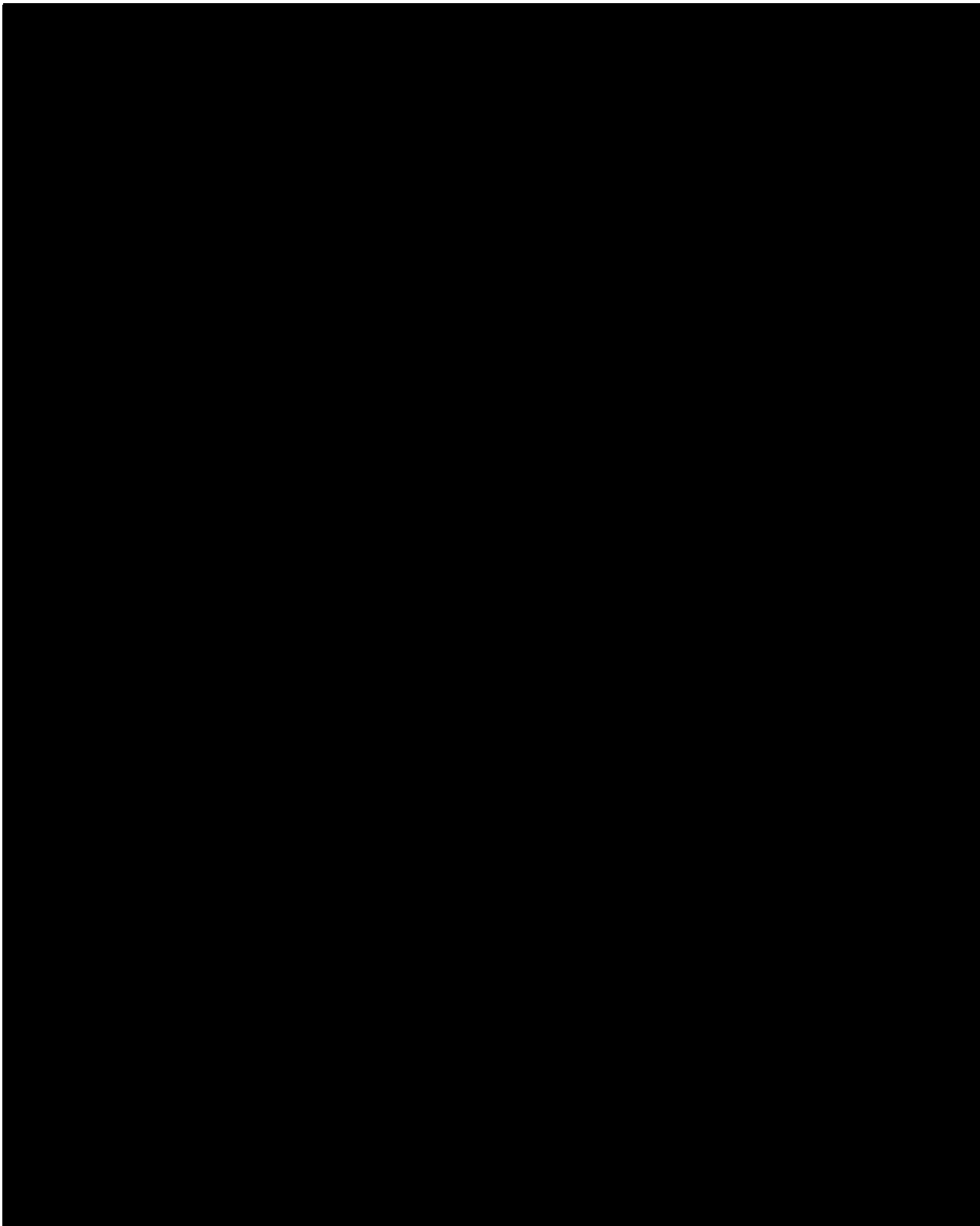
の耐震計算書

目 次

1. 概要	1
2. 構造の説明	1
3. 評価方針	6
3.1 評価条件	6
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
3.3 解析モデル	8
3.4 応力計算方法	11
4. 計算結果	17
4.1 安全冷却水B冷却塔 冬期運転側ベイ	17
4.2 安全冷却水B冷却塔 冬期休止側ベイ	20
5. ファン駆動部の動的機能維持評価	23
5.1 概要	23
5.2 構造の説明	23
5.3 計算方法	23
5.4 評価方法	28
5.5 計算結果	29

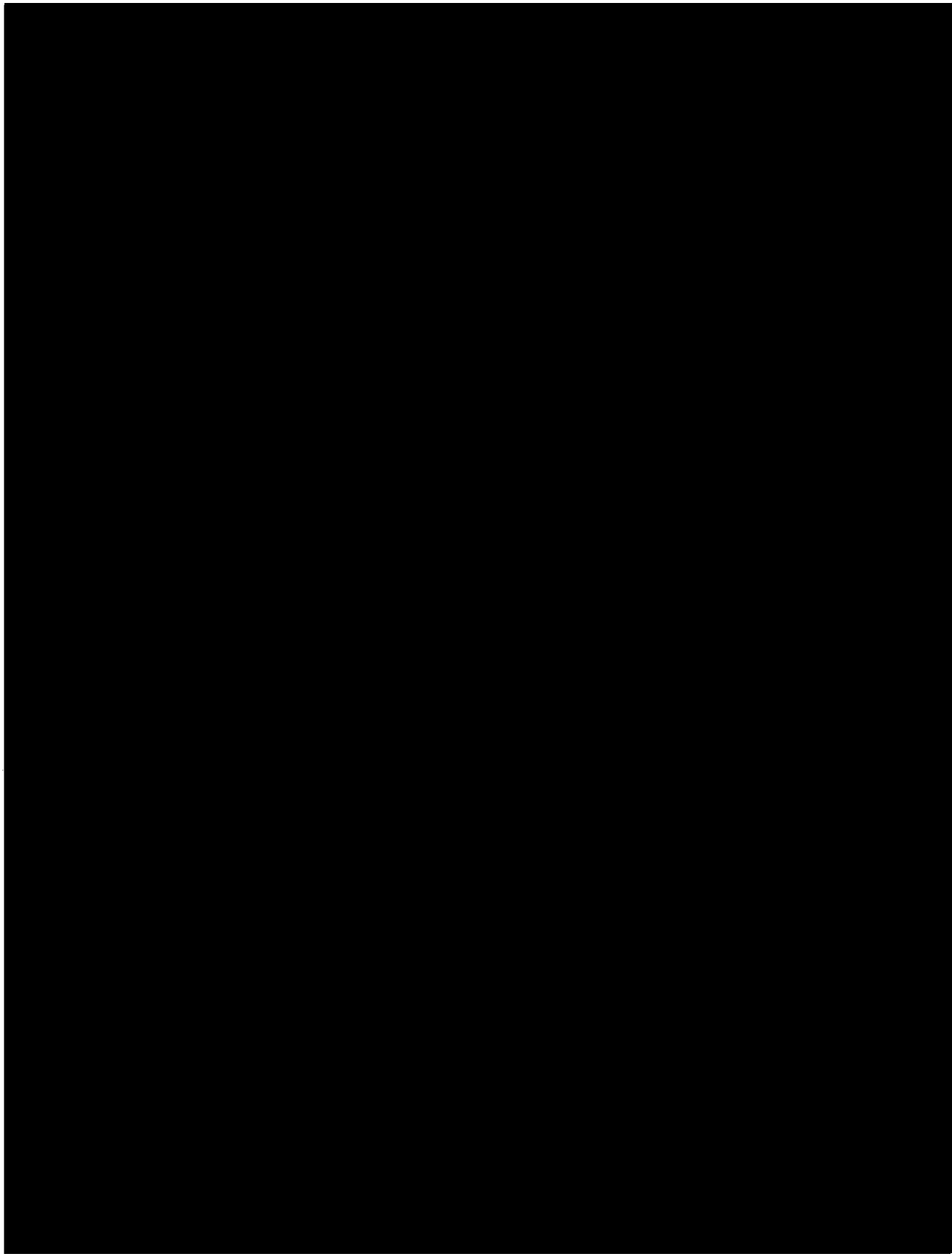
1. 概要

本資料は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、安全冷却水B冷却塔の耐震性についての計算方法と計算結果を示すものである。

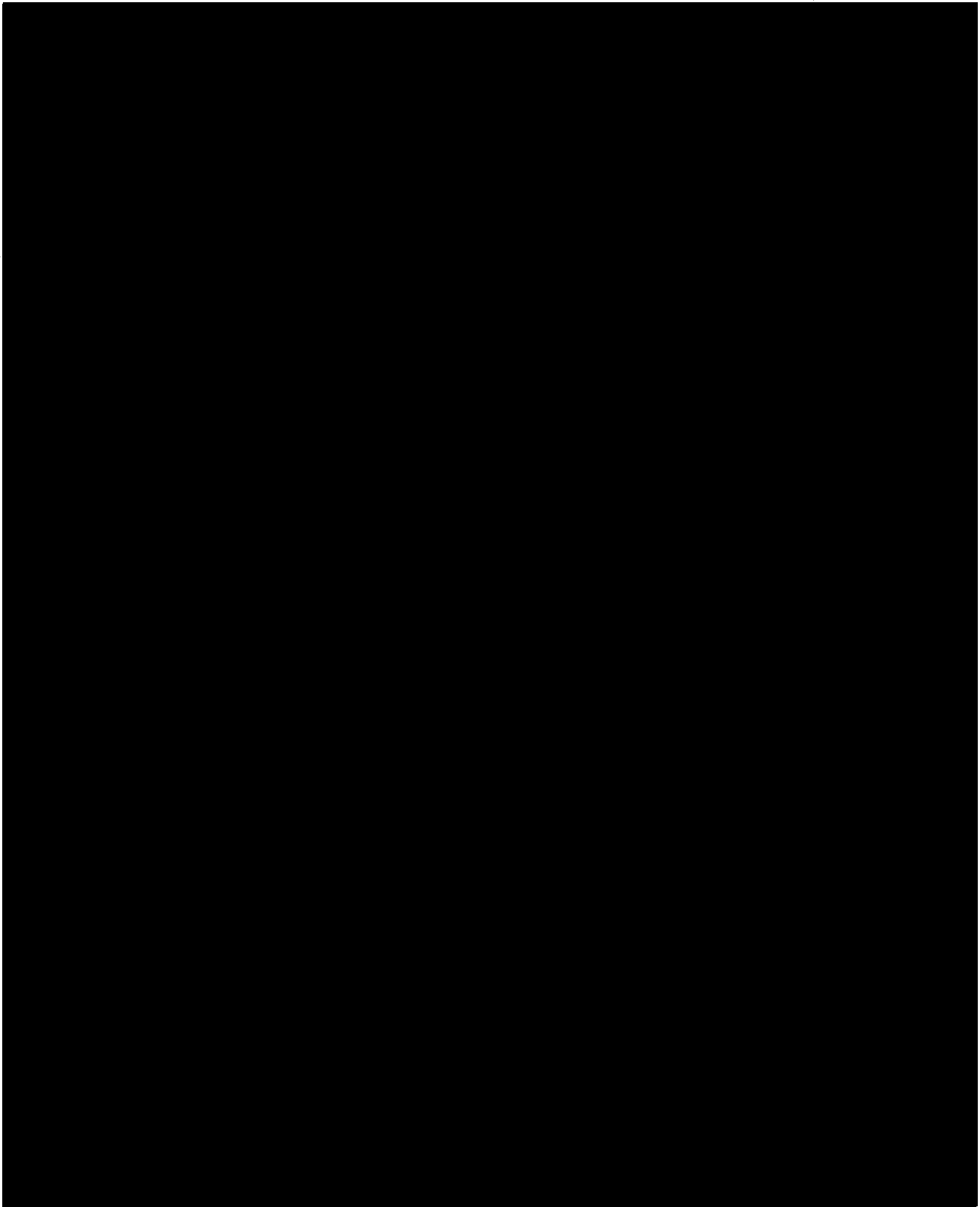


新R① JN安ユ IV 02705 B

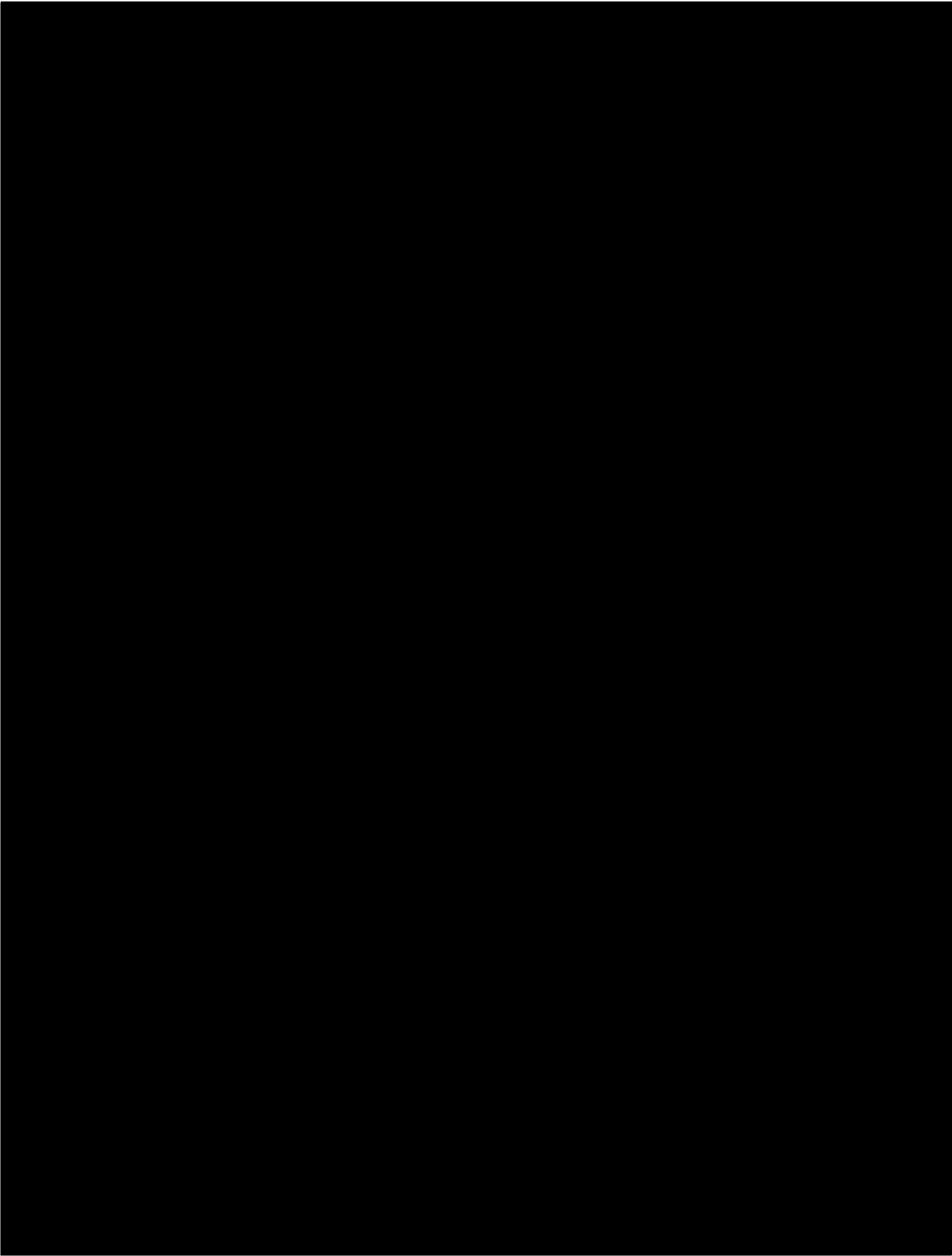
新 R ① JN 安ユ IV 02706 B



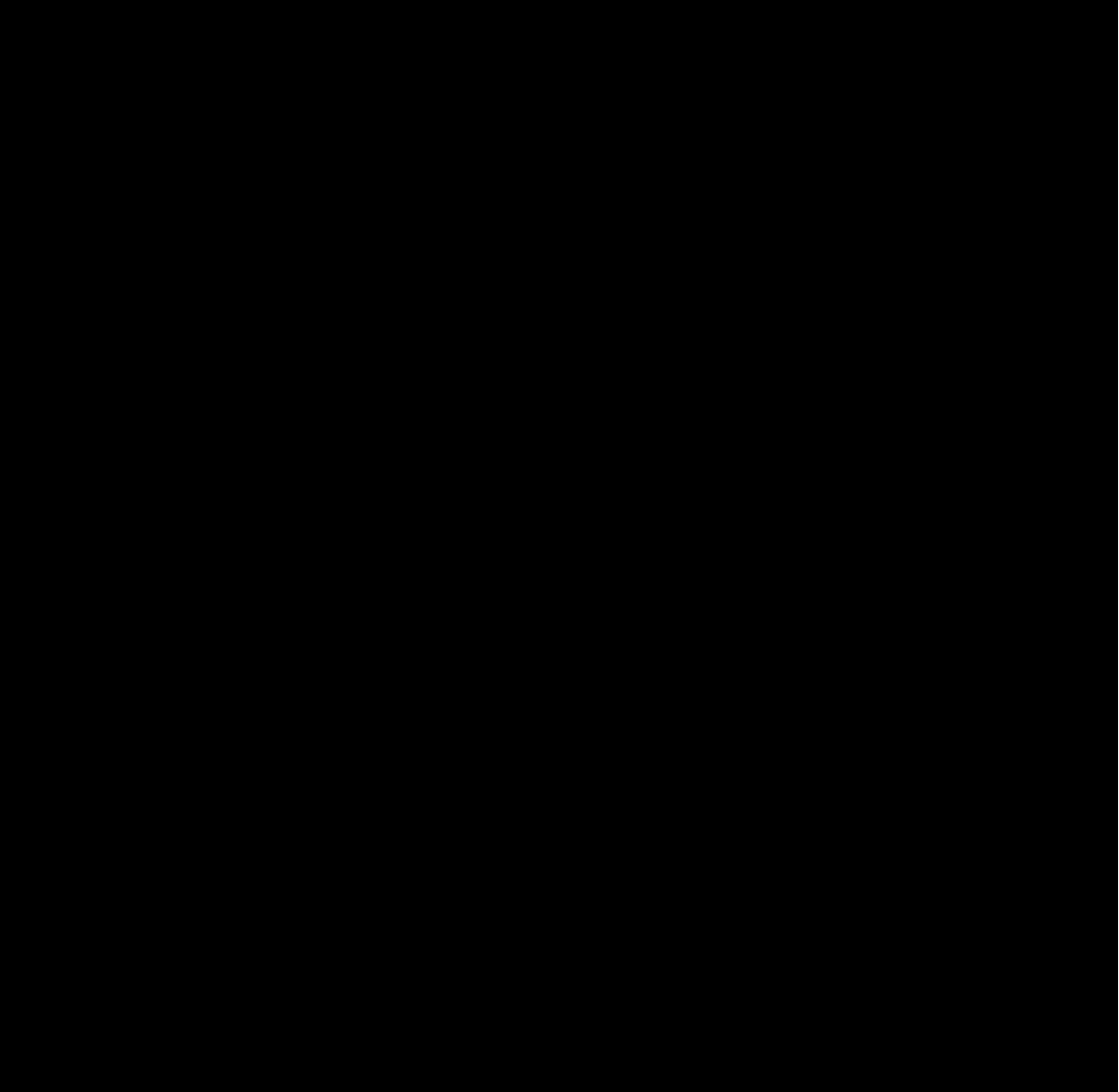
新R① JN 安ユ IV 02707 B



新R ① JN 安ユ IV 02708 B



新 R ① JN 安ユ IV 02709 B



3. 評価方針

3.1 評価条件

評価条件は、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本設計方針」に従うものとする。

3.1.1 耐震性評価

- (1) 固有周期及び荷重を求めるため、冷却塔を構成する鋼材をはり要素としてモデル化した三次元はりモデルによる固有値解析を行う。その結果に応じて、設計用床応答曲線を用いた動解析及び1.2倍した設置床の最大応答加速度を用いた静解析を実施する。
- (2) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 解析コード「MSC NASTRAN (ver. 2008.0.4)」を用いて耐震性の評価を実施する。
なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重

- (1) 固定荷重
安全冷却水B冷却塔の自重を考慮する。
- (2) 地震荷重
基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d または静的震度に基づく地震荷重を考慮する。
設計用床応答曲線及び1.2倍した設置床の最大床応答加速度の値は、添付書類「IV-2-1-2(1) 安全冷却水B冷却塔の設計用床応答曲線」を用いる。
- (3) 積雪荷重
屋上(RF)のルーバ及び歩廊上に積雪荷重を考慮する。

(4) 風荷重

風荷重は、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本設計方針」に基づく。

風圧力による荷重は、建築基準法施行令第87条および平成12年建設省告示第1454号に従い、地表面粗度区分Ⅱ，地方の区分に応じて定められた風速34m/s及び建屋形状を考慮して算出した風力係数Cを用いて算出する。

$$W_w = q \cdot C \cdot A$$

ここで、

$$q = 0.6 \cdot E' \cdot V_0^2$$

$$E' = E_r^2 \cdot G_f$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H/Z_G)^\alpha \quad (H > Z_b \text{ より})$$

(記号の説明)

- W_w : 短期風荷重 (N)
 q : 速度圧 (N/m²)
 C : 風力係数
 A : 風向に垂直な面に投影した面積
 E' : 速度圧の高さ方向の分布を示す係数 (平12建告第1454号による)
 E_r : 平均風速の高さ方向の分布係数
 G_f : ガスト影響係数 ($G_f=1.0$)
 V_0 : その地方における基準風速 (平12建告第1454号により, 34 [m/s])
 H : 建築物の高さと軒の高さとの平均 (m)
 Z_b : 地表面粗度区分に応じたパラメータ ($Z_b=5$ [m])
 Z_G : 地表面粗度区分に応じたパラメータ ($Z_G=350$ [m])
 α : 地表面粗度区分に応じたパラメータ ($\alpha=0.15$)

3.2.2 荷重の組合せ及び許容応力

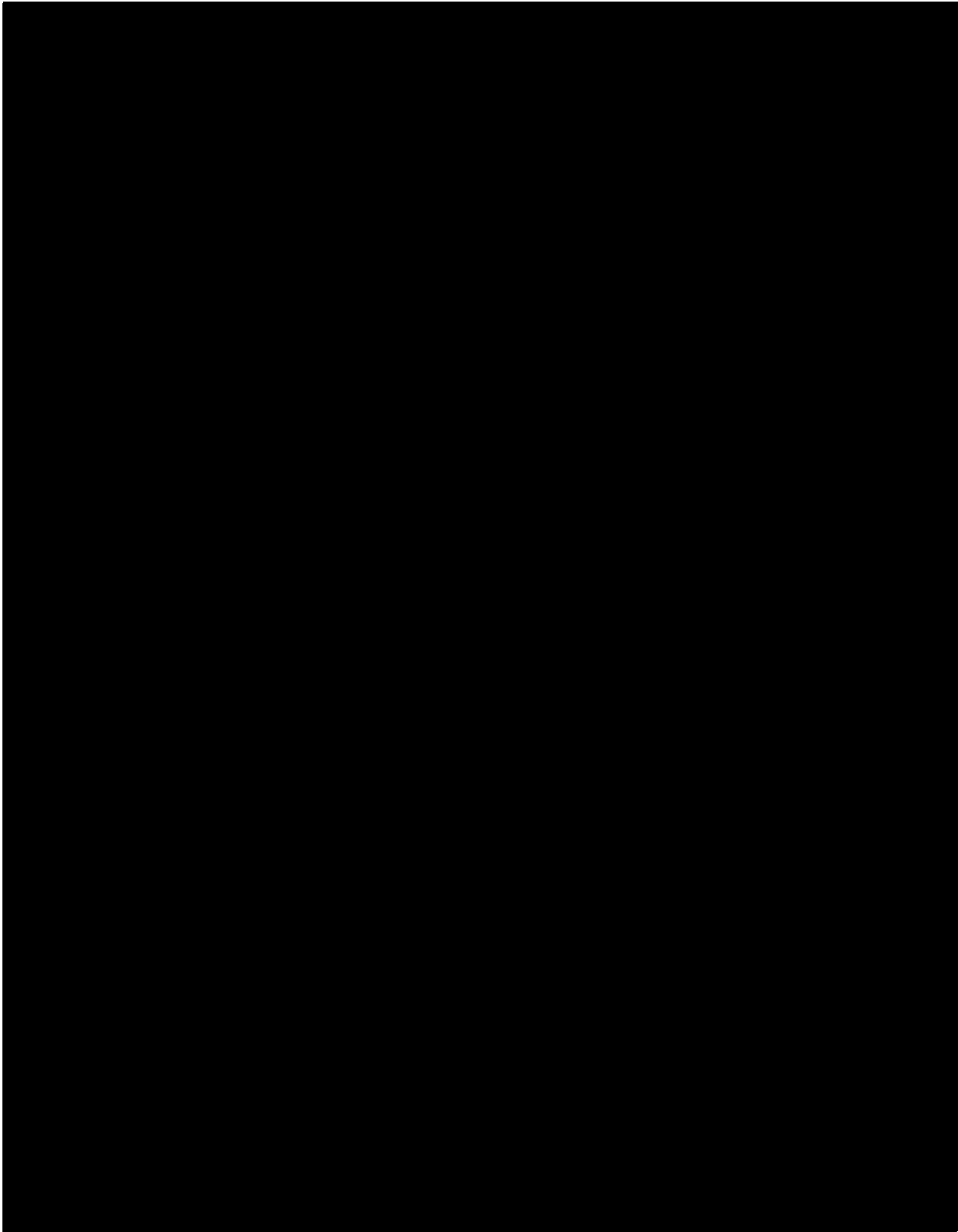
荷重の組合せ及び許容応力は、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本設計方針」に基づく。

3.3 解析モデル

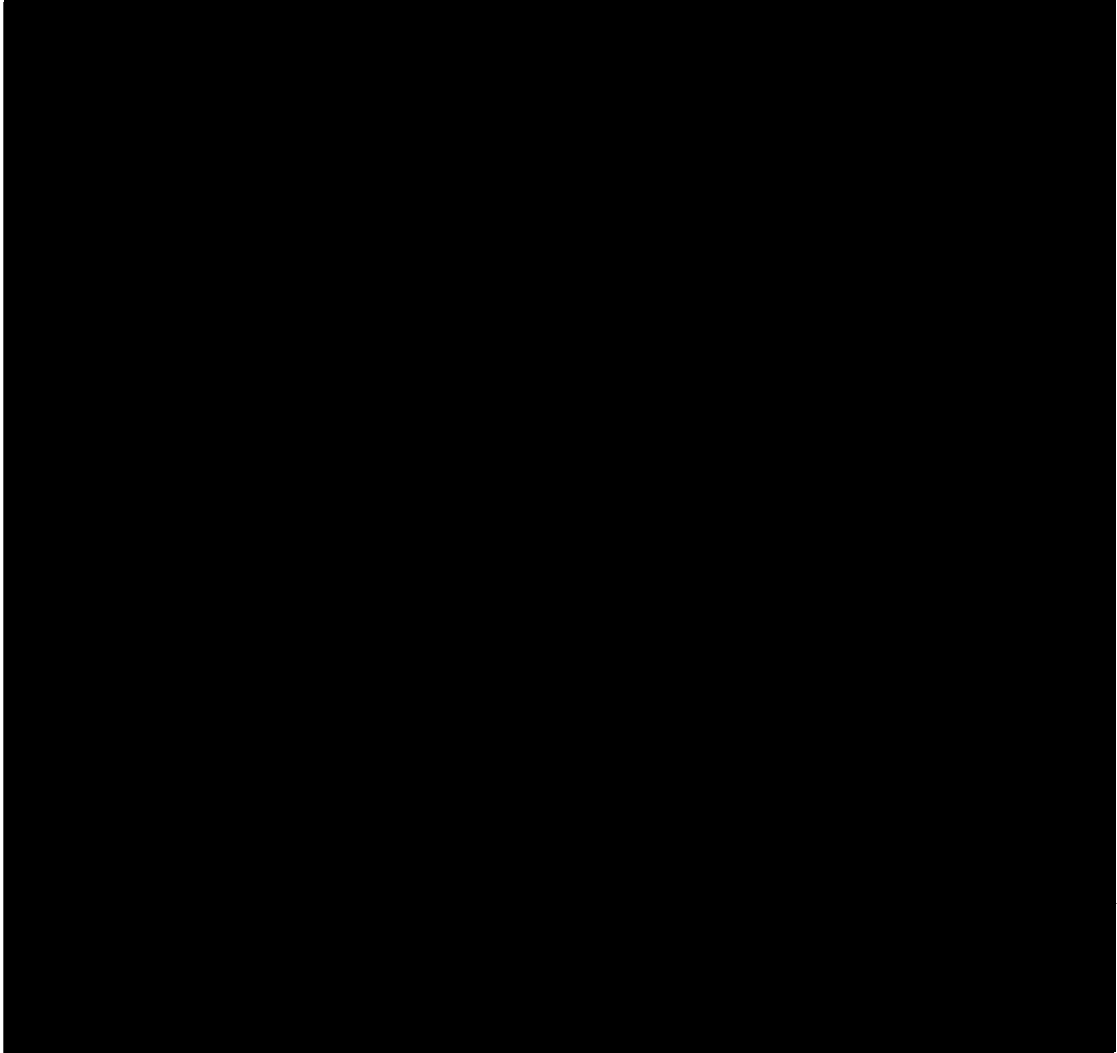
安全冷却水B冷却塔のモデル化の考え方は、以下のとおりとする。

- (1) 安全冷却水B冷却塔は、支持架構をはり要素、ファン駆動部等の搭載機器等を質点とした三次元はりモデルとする。
- (2) 支持架構の三次元はりモデルにおける境界条件は、主柱基礎部で単純支持とする。
- (3) 冬期運転側ベイ及び冬期休止側ベイについては、軸組及び構成部材が異なるため、それぞれをモデル化する。
- (4) 伝熱管の評価モデルについても、三次元はりモデルとする。
- (5) 支持架構の冬期運転側ベイ及び冬期休止側ベイの計算モデルをそれぞれ第3.3-1図、第3.3-2図に、また、伝熱管の計算モデルを第3.3-3図に示す。
- (6) 支持架構のモデル諸元を第3.3-1表に、伝熱管のモデル諸元を第3.3-2表に示す。

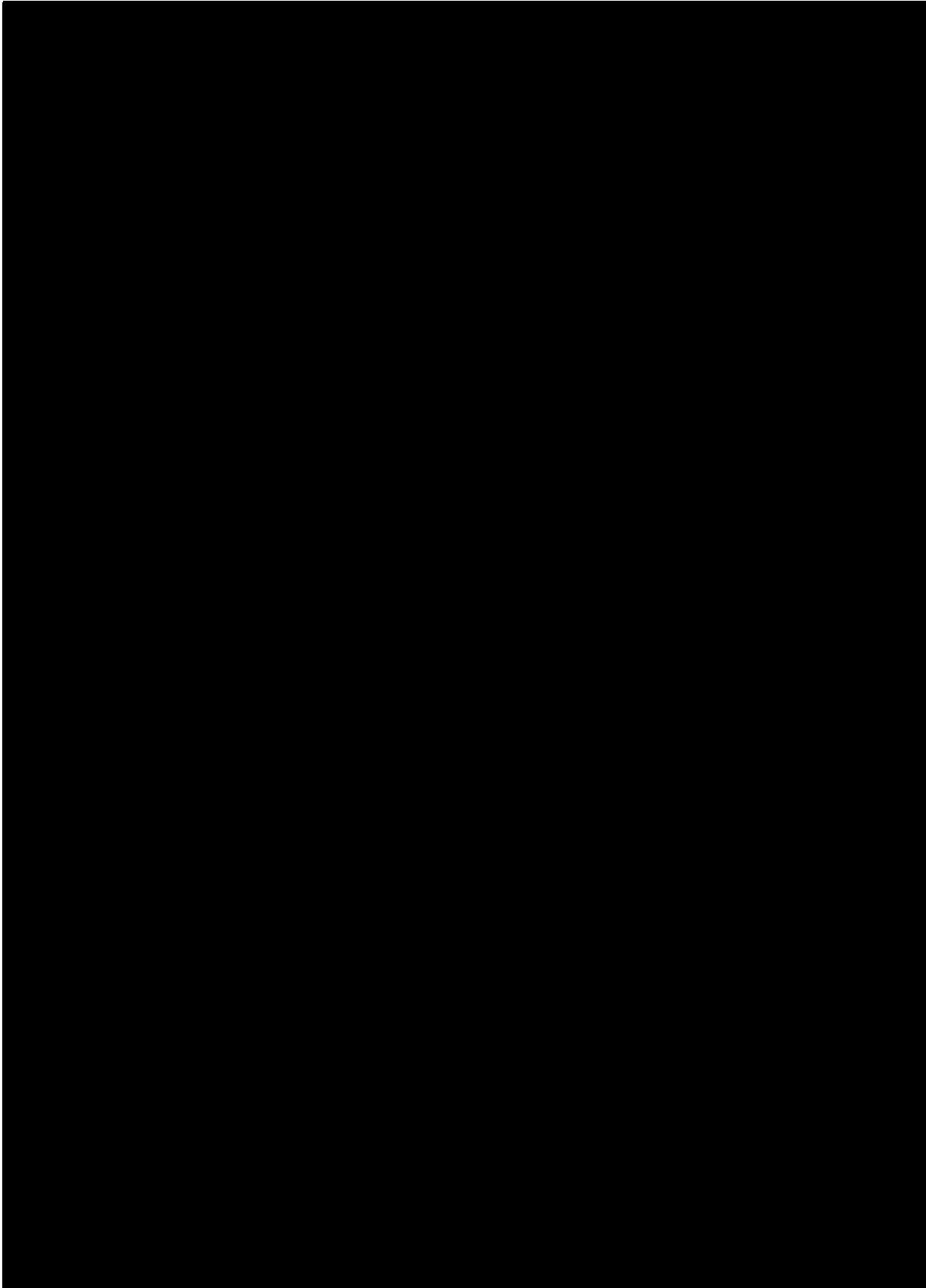
新R① JN 安ユ IV 02713 B



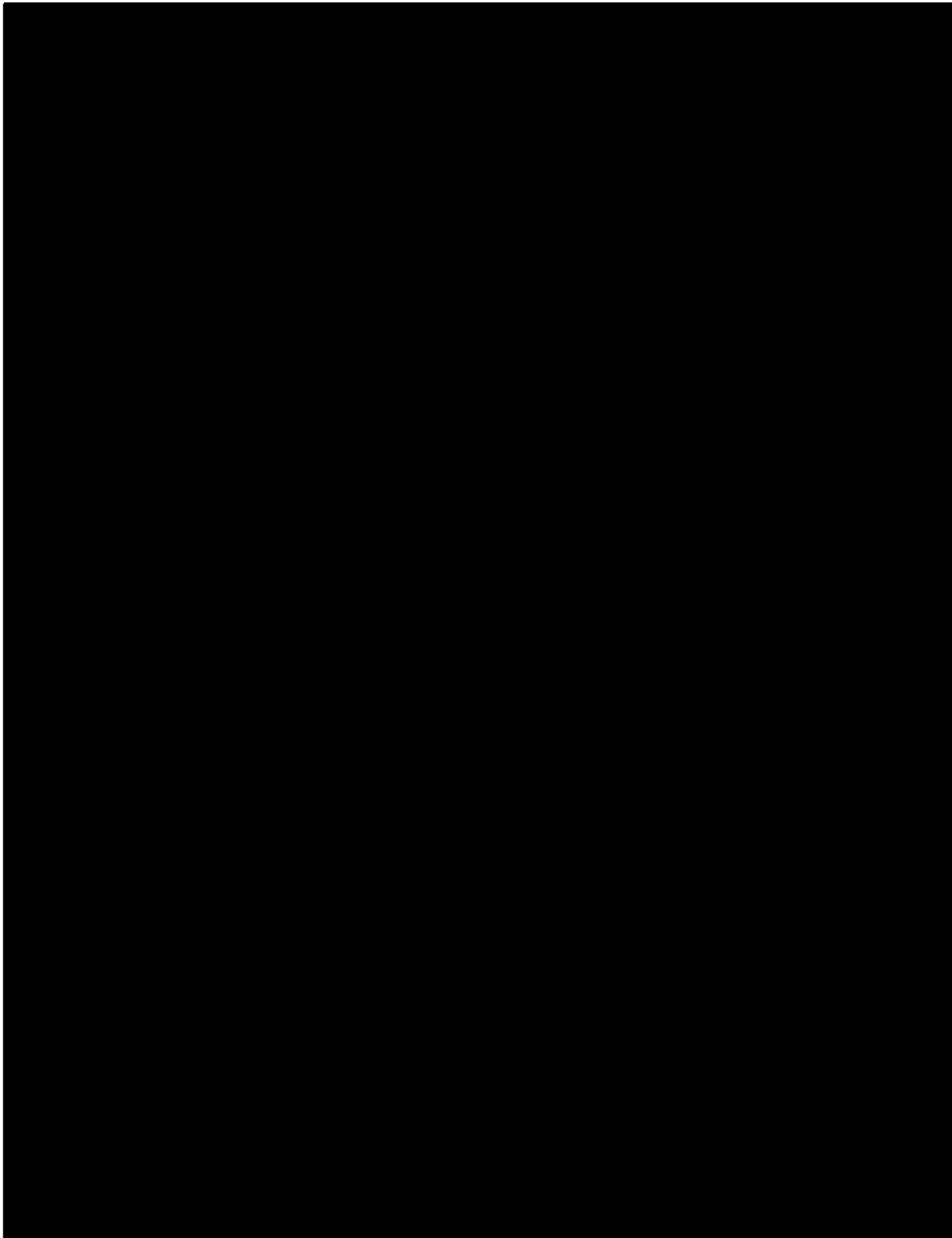
新R① JN 安ユ IV 02714 B



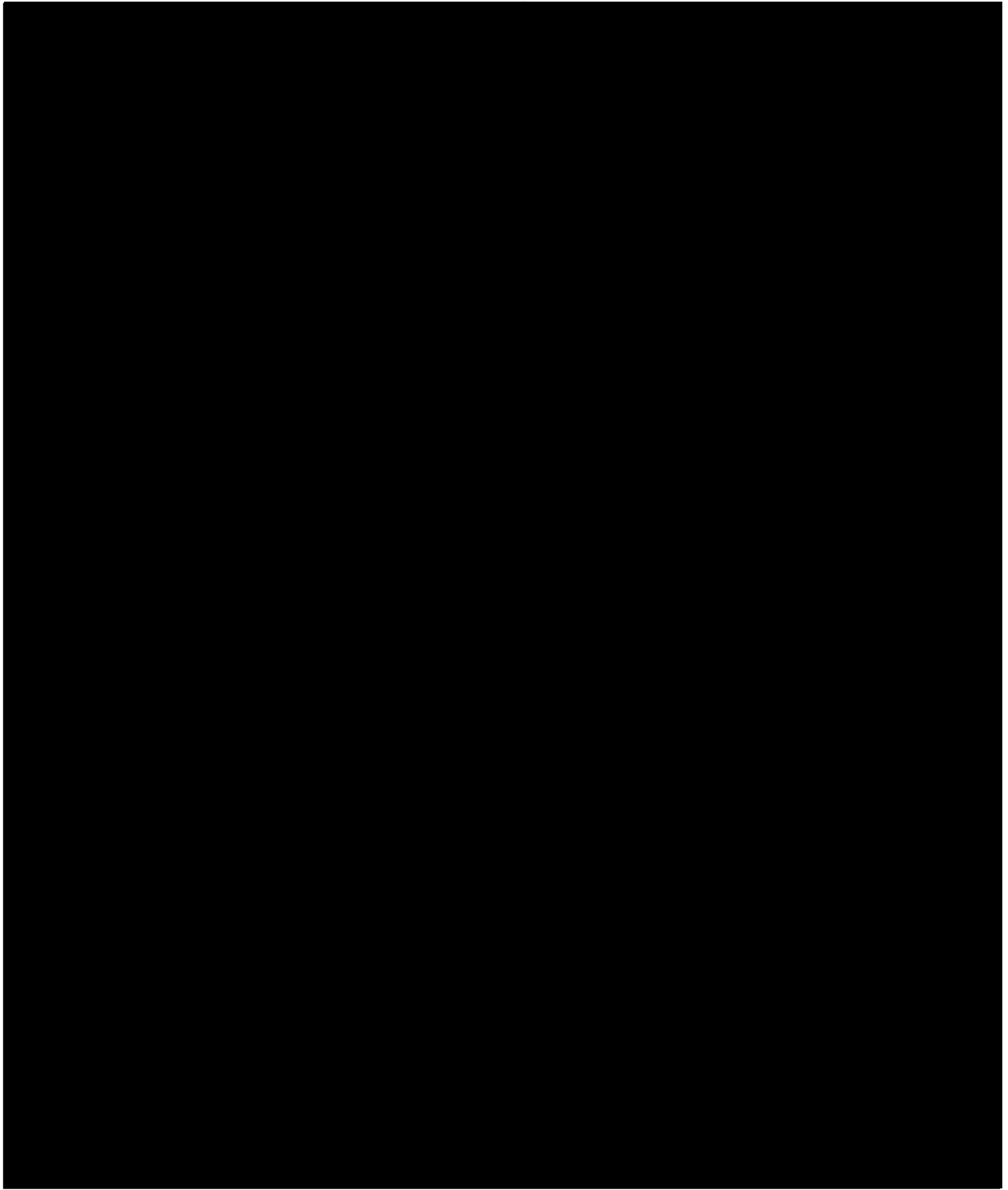
新R① JN 安ユ IV 02715 C



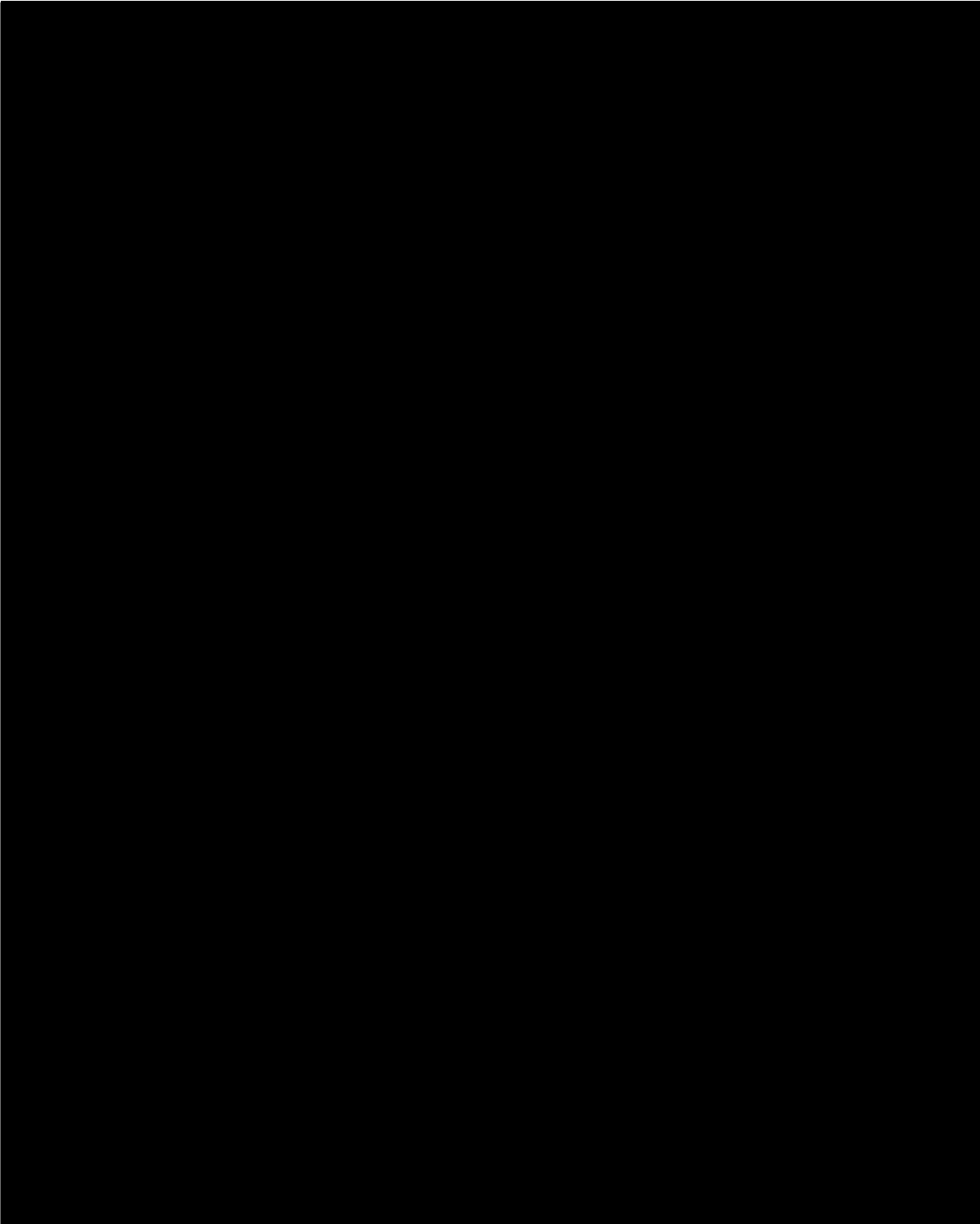
新R① JN 安ユ IV 02716 C



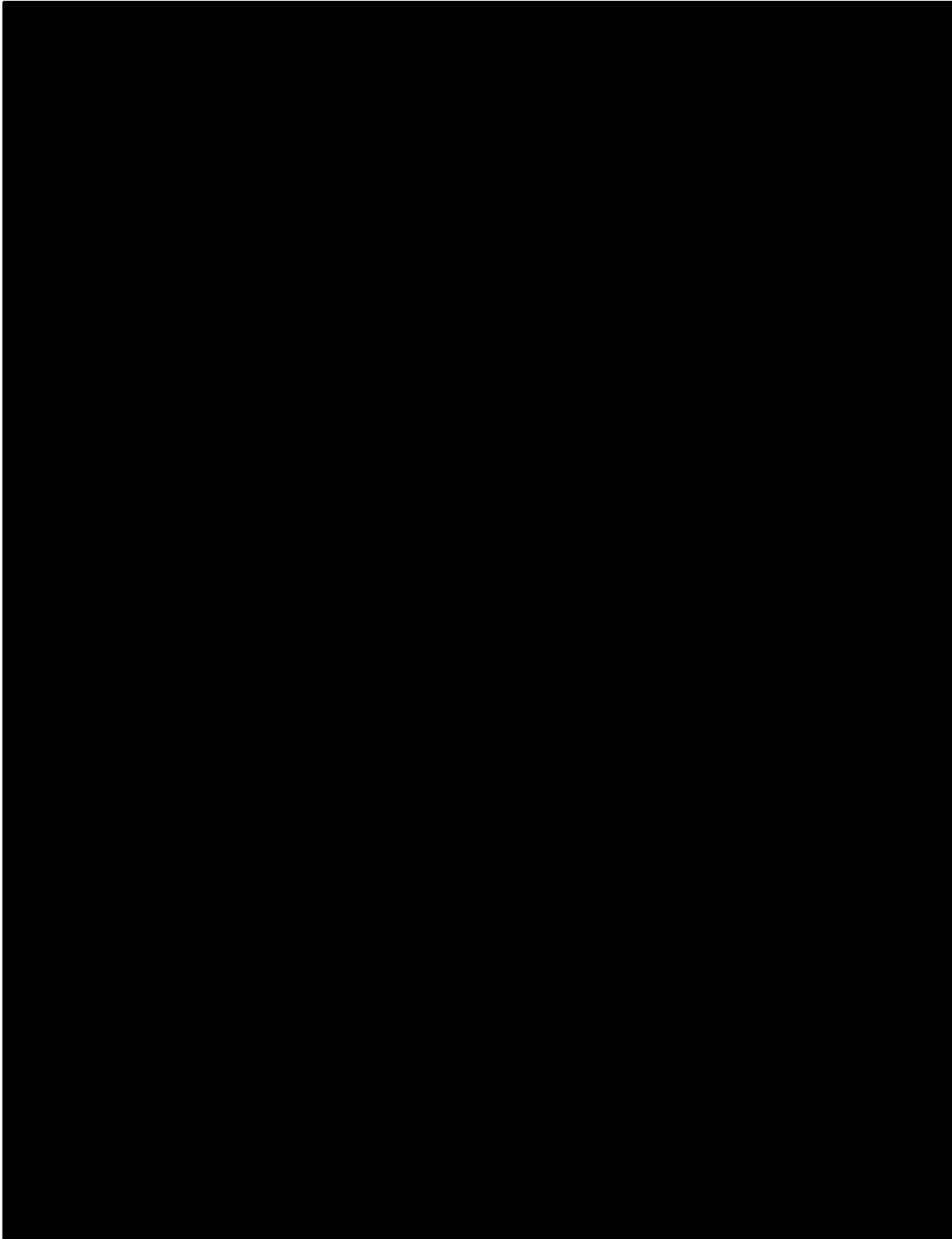
新R① JN 安コ IV 02717 B



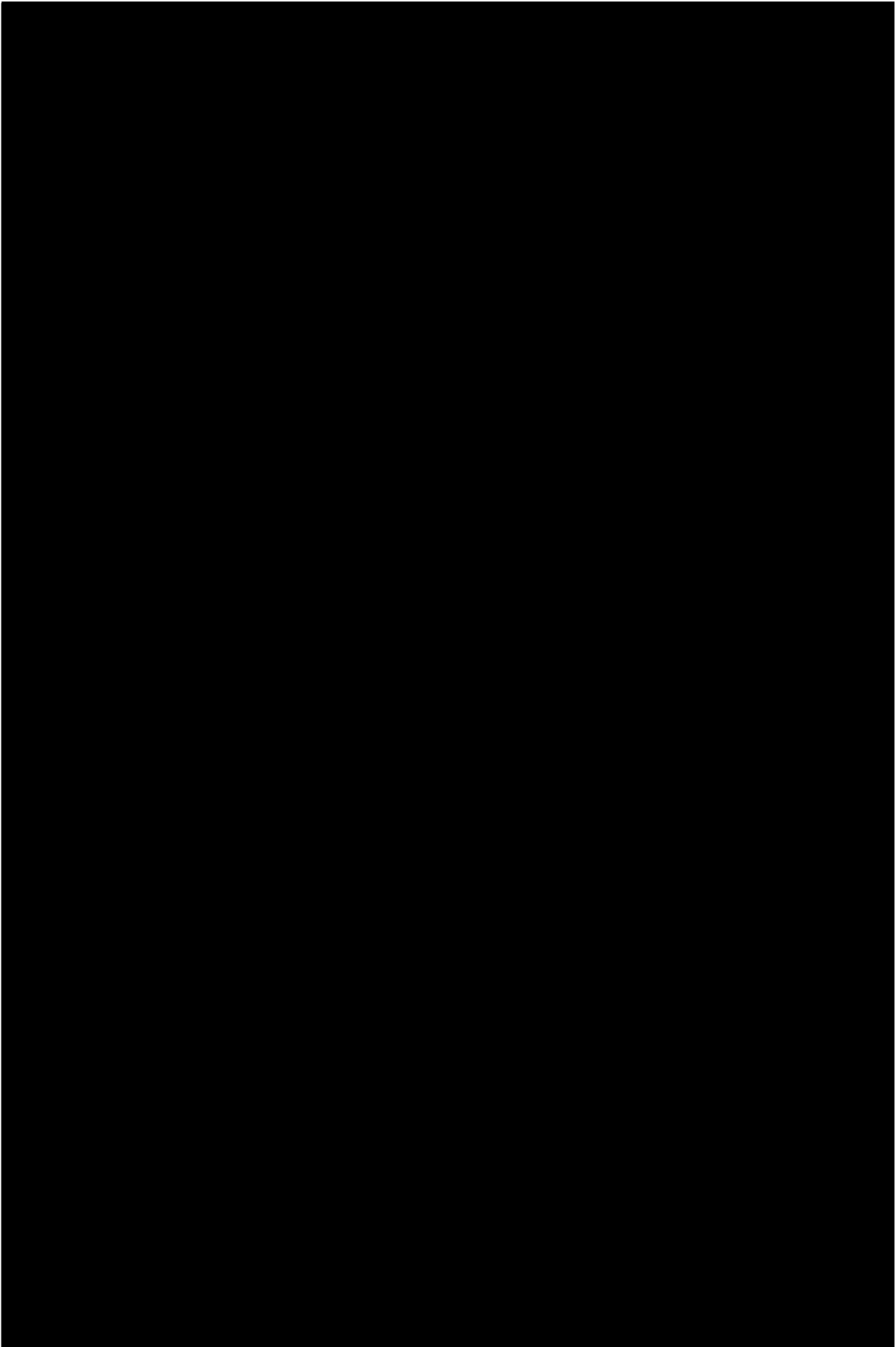
新 R ① JN 安ユ IV 02718 B



新R ① JN 安ユ IV 02719 B

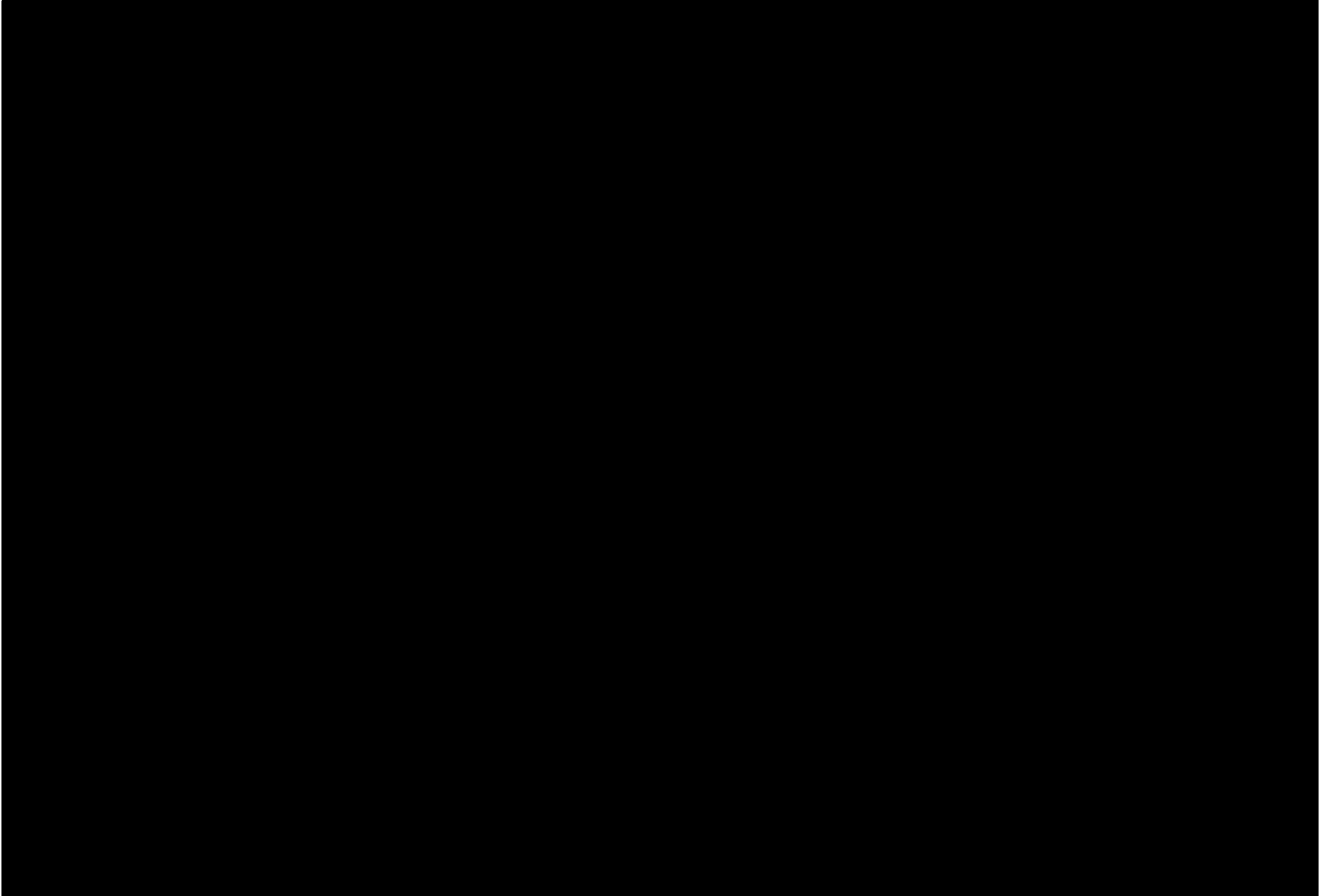


新 R ① JN 安ユ IV 02720 C

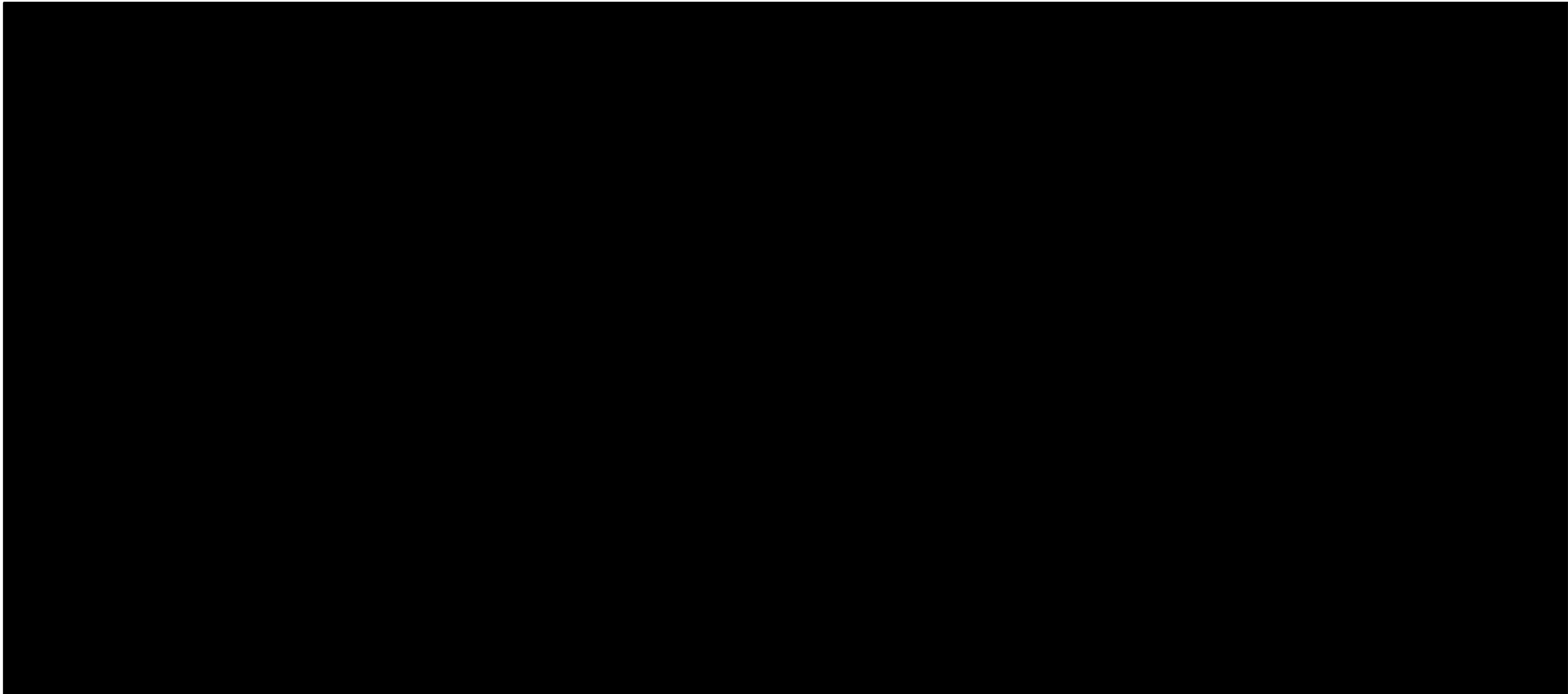


新 R ① JN 安 ㄣ IV 02721 C

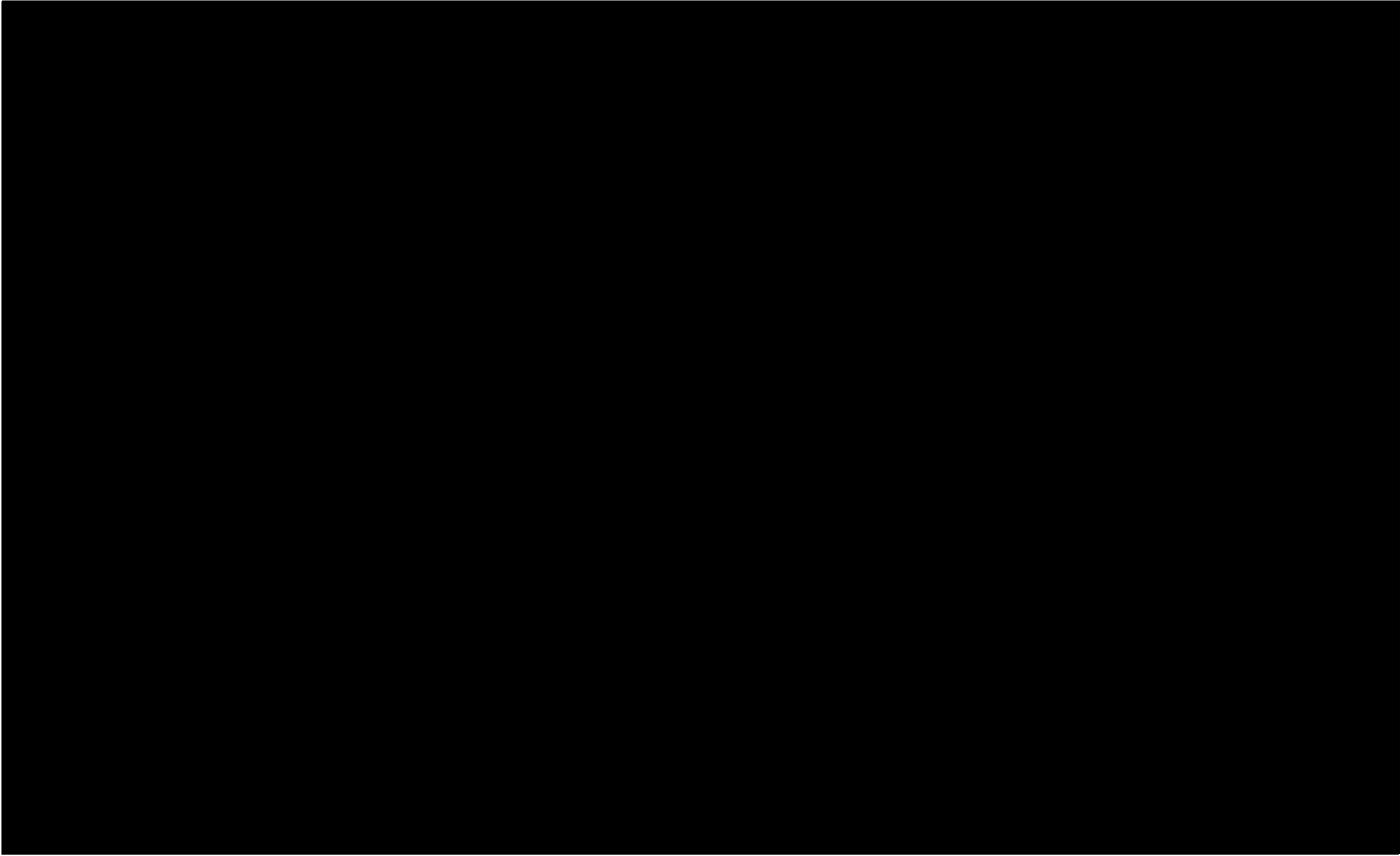
新R① JN 安ユ IV 02722 C



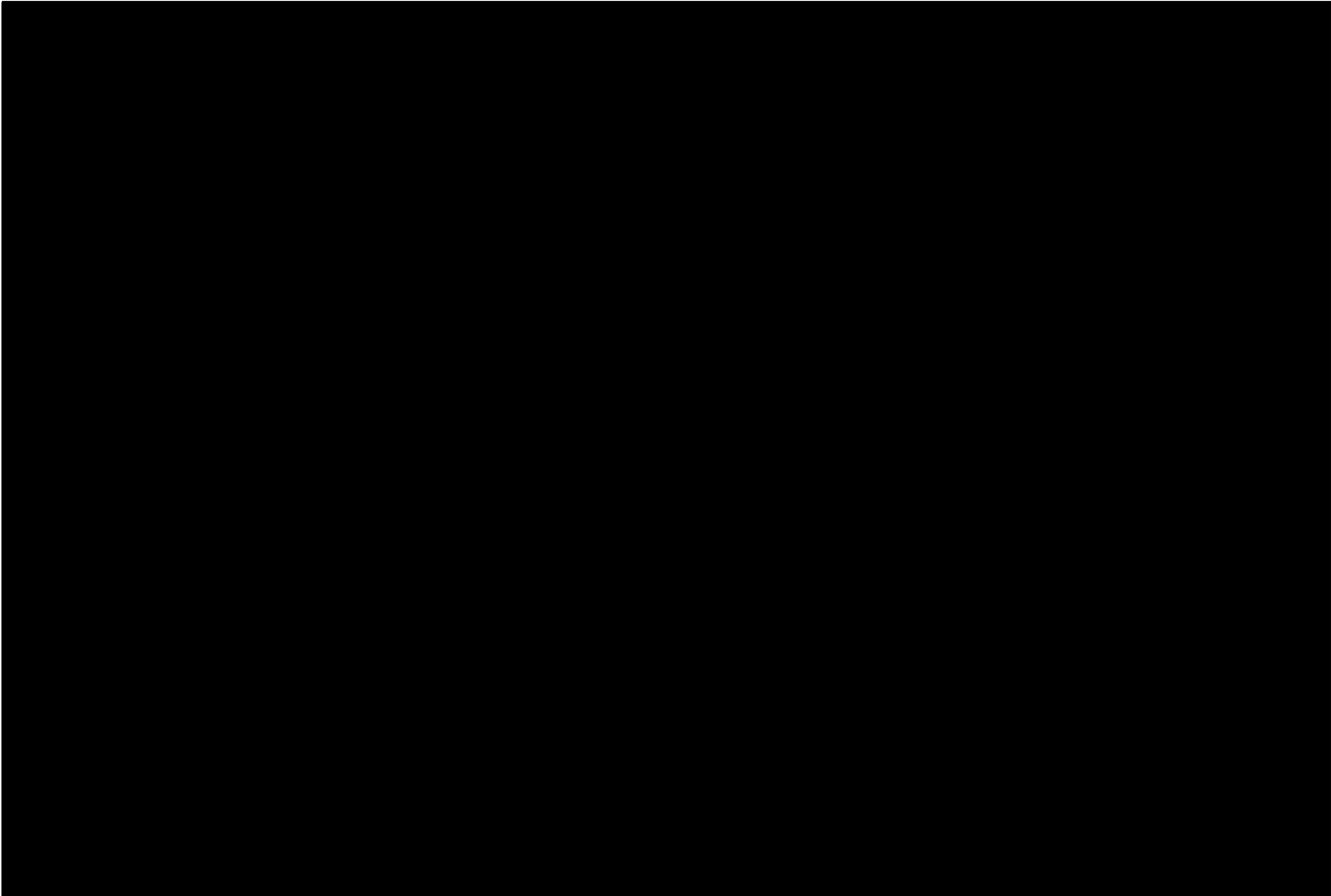
新 R ① JN 安ユ IV 02723 B

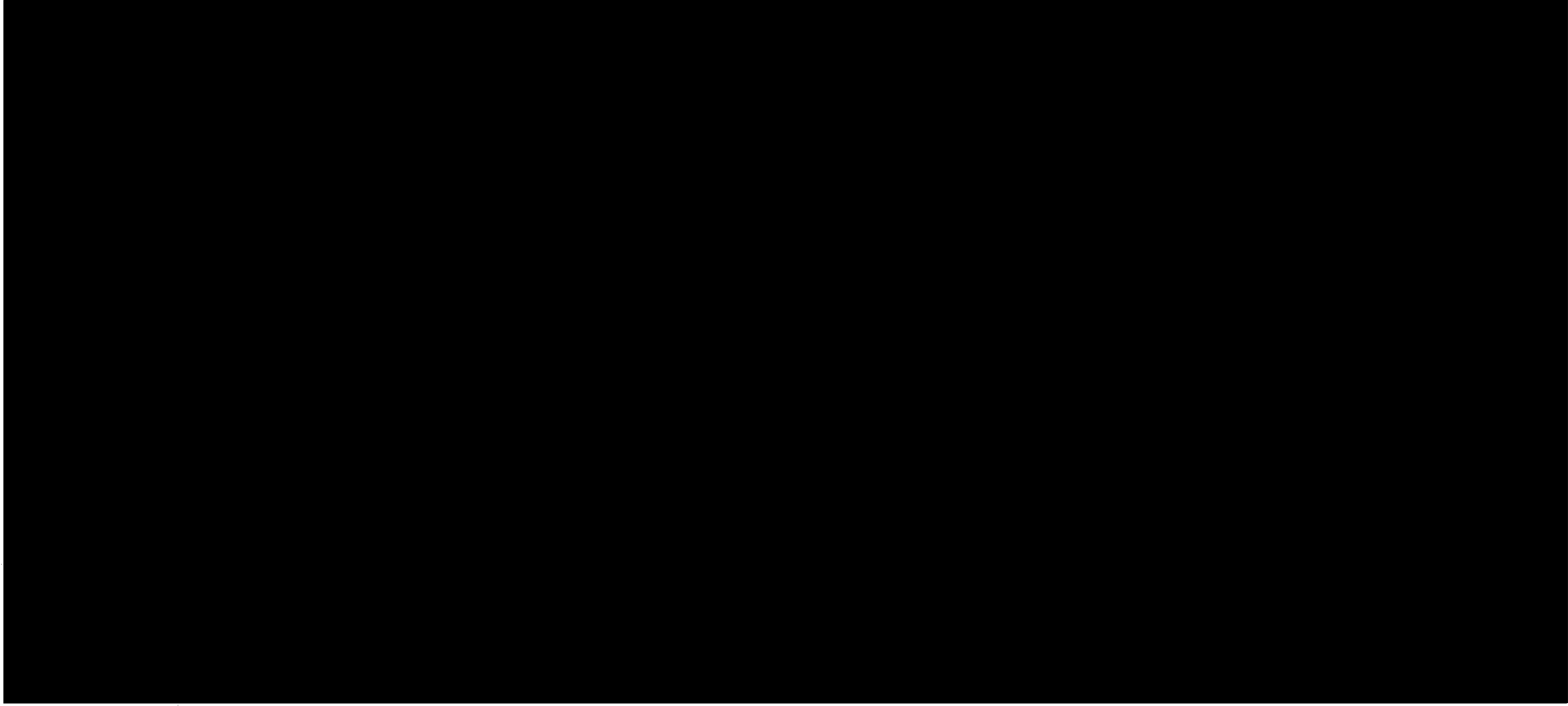


新R① JN 安ユ IV 02724 C

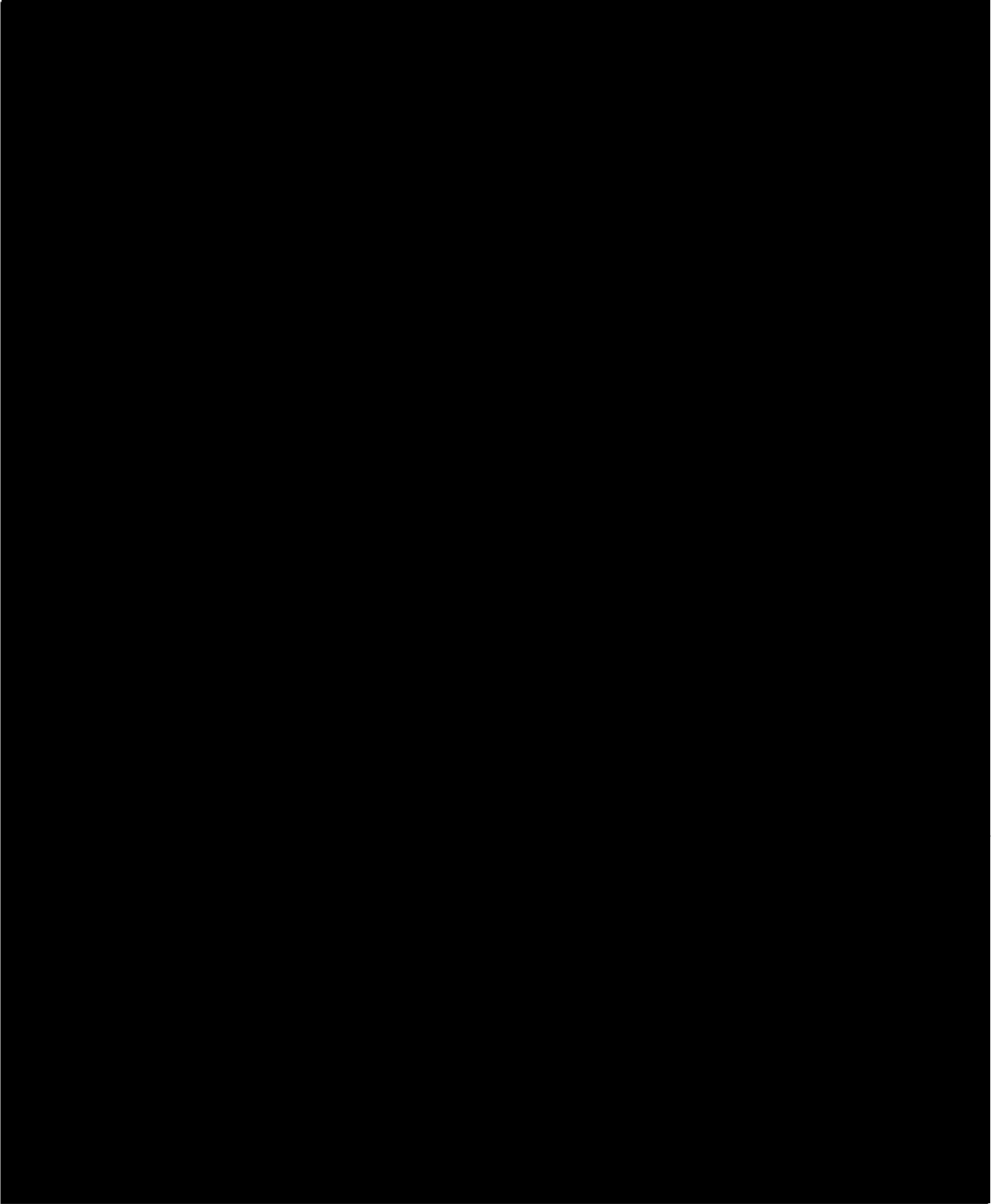


新R ① JN 安コ IV 02725 C





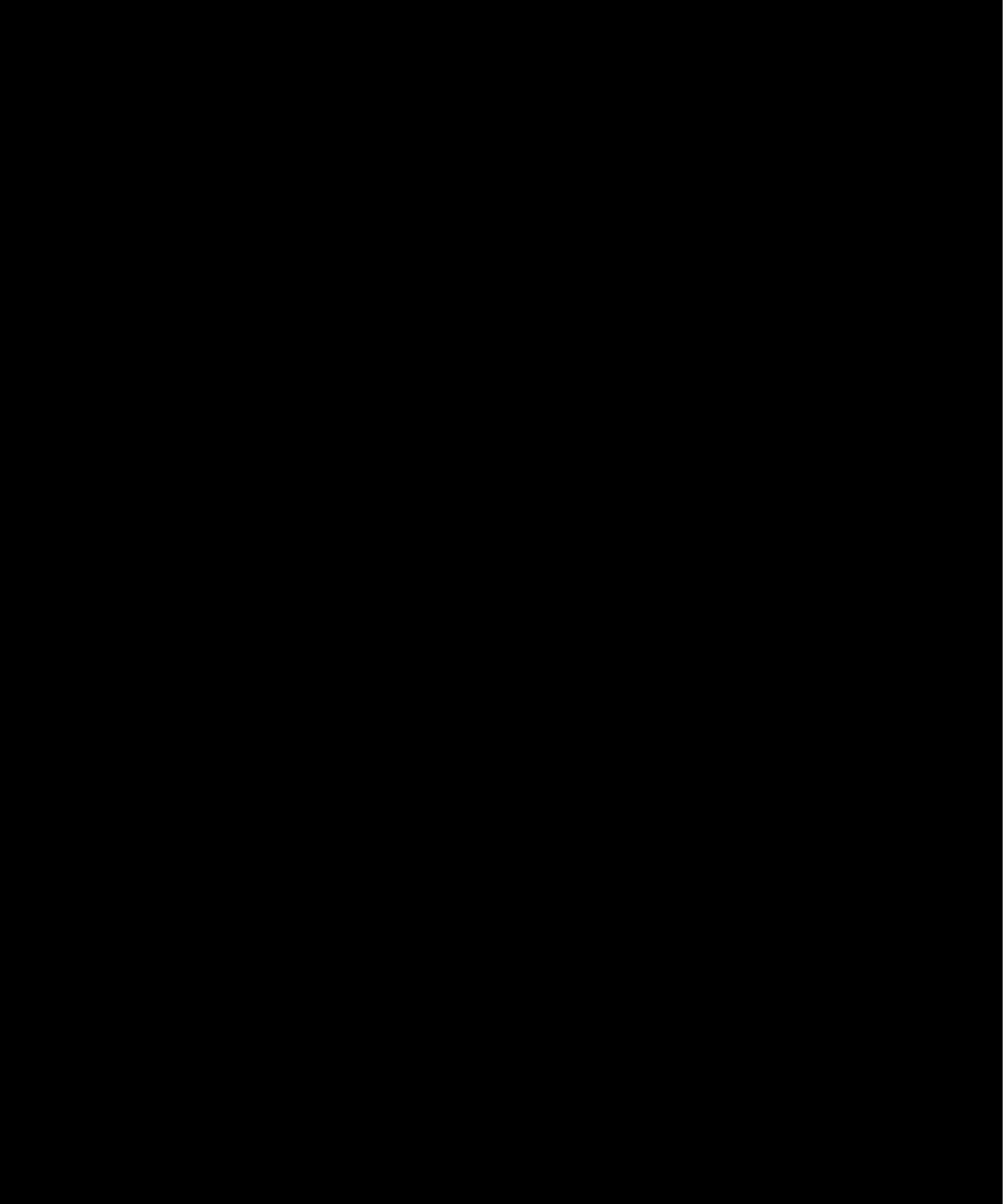
新R① JN 安ユ IV 02727 B



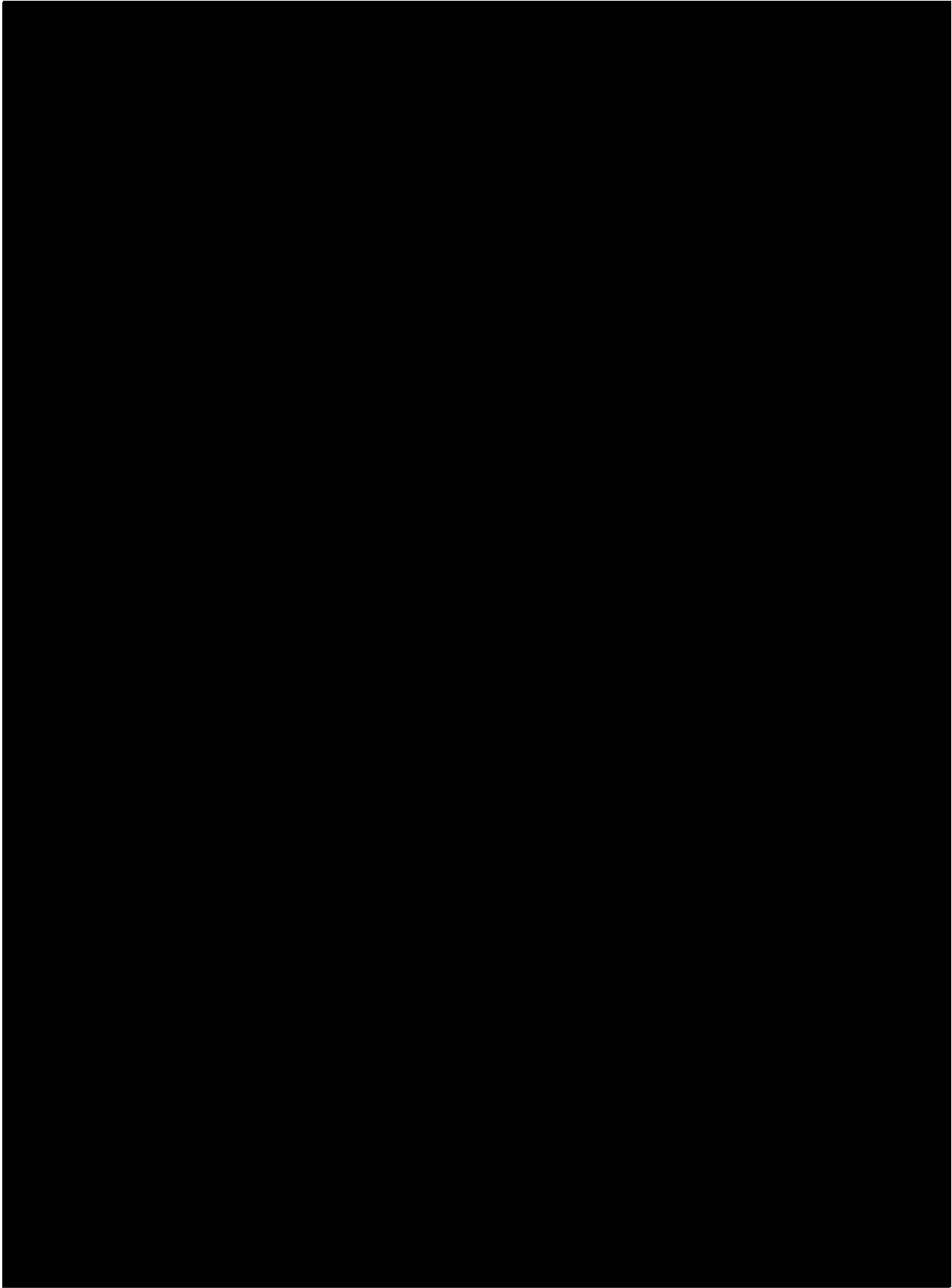
新R① JN 安ユ IV 02728 B



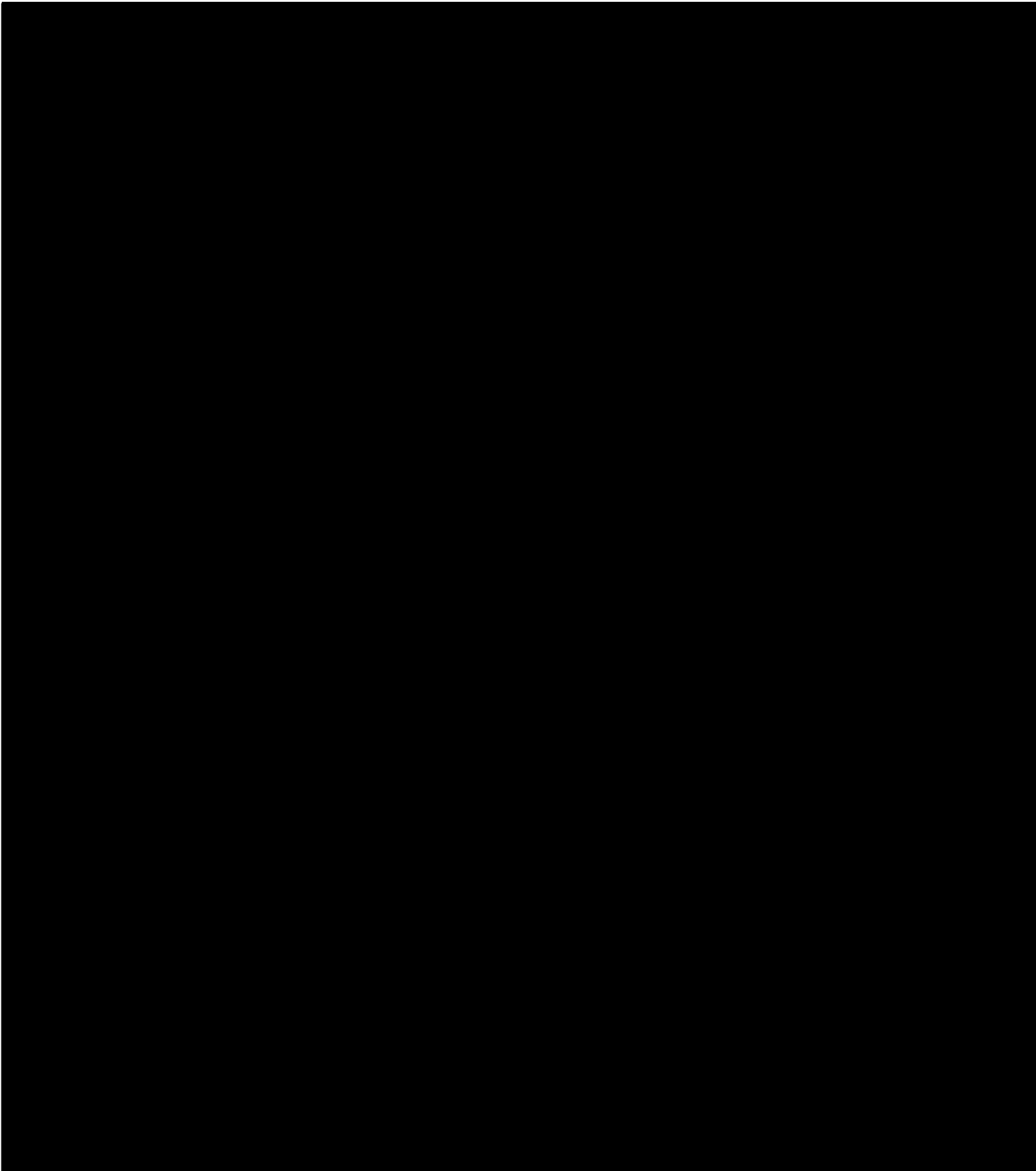
新 R ① JN 安ユ IV 02729 B



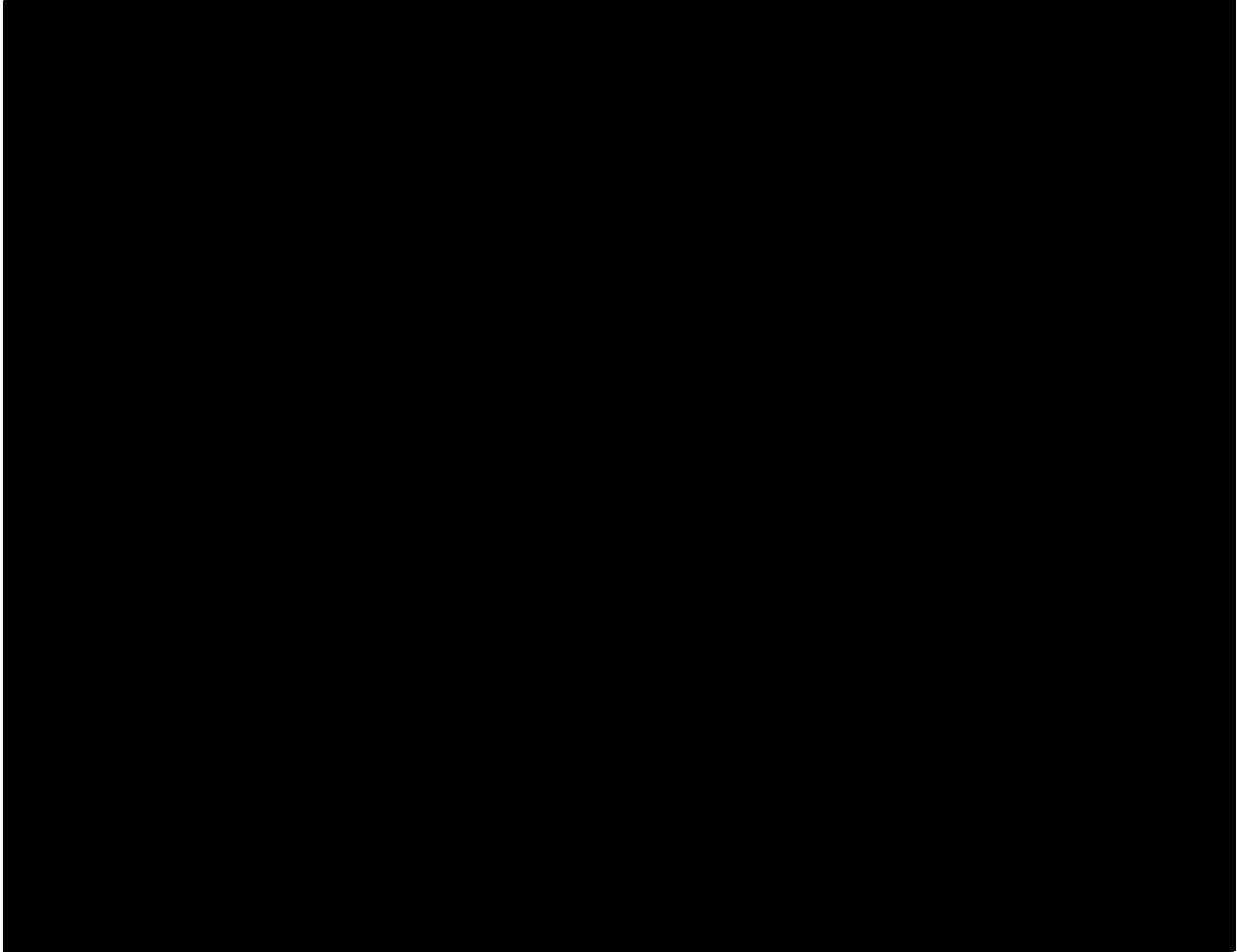
新 R ① JN 安ユ IV 02730 C



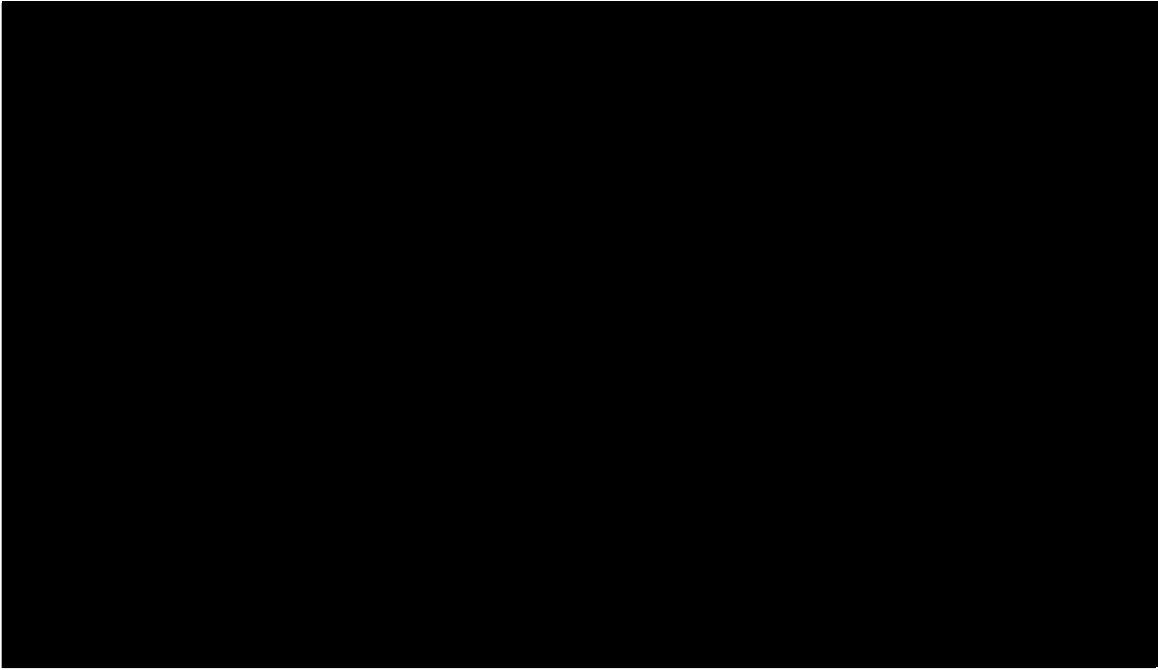
新R ① JN 安ユ IV 02731 B



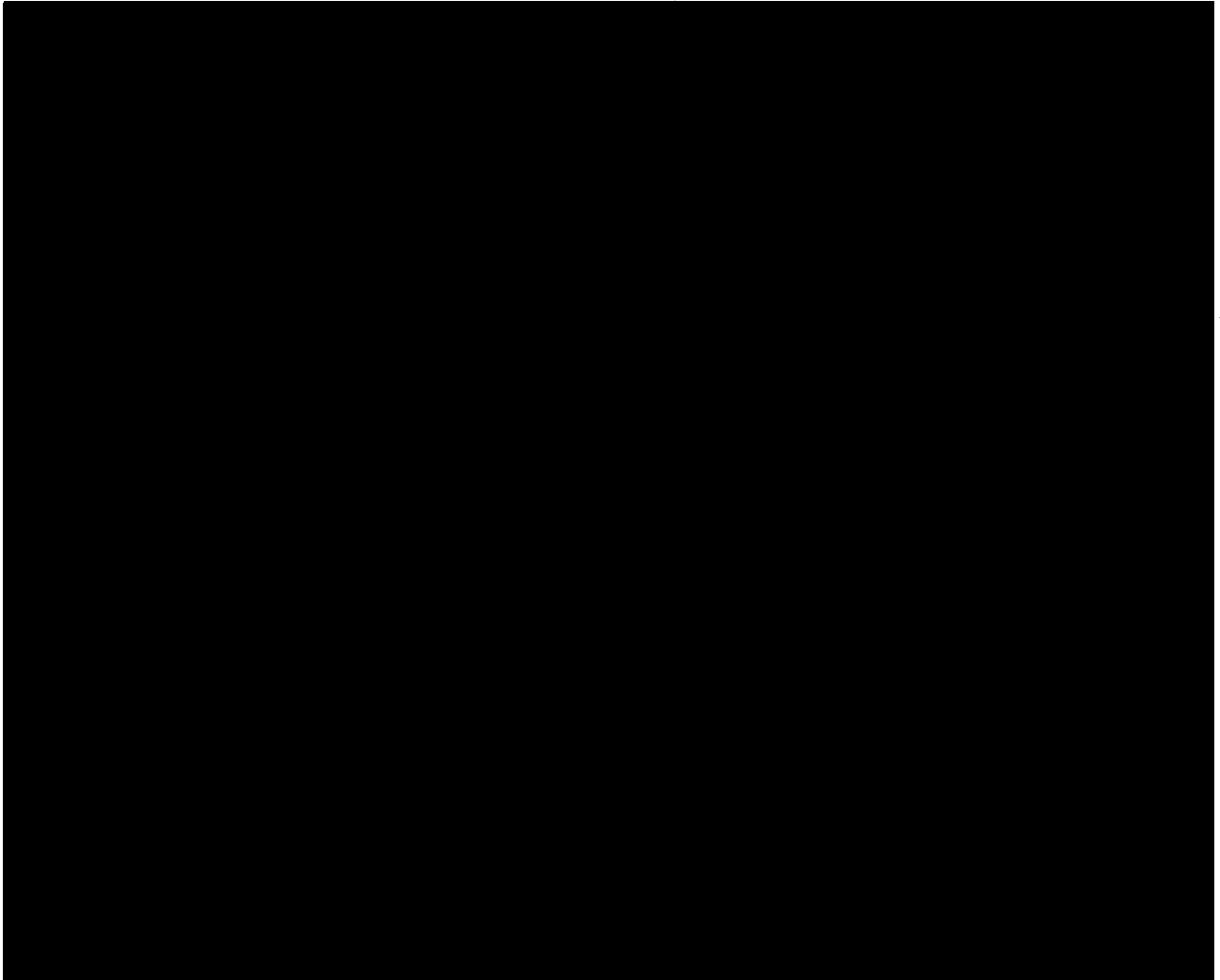
新R① JN 安ユ IV 02732 B



新 R ① JN 安ユ IV 02733 B



新R ① JN 安ユ IV 02734 B



IV-2-1-4 波及的影響を及ぼす
おそれのある下位クラス施設の
耐震評価結果

IV-2-1-4-1 波及的影響を及ぼす
おそれのある下位クラス施設の
耐震評価方針

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 耐震評価方針	1
3.1 耐震評価部位	1
3.2 地震応答解析	2
3.3 設計用地震動又は地震力	2
3.4 荷重の種類及び荷重の組合せ	2
3.5 許容限界	3
3.6 まとめ	3

1. 概要

本資料は、設計基準対象施設を設計する際に、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」にて選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震評価方針を説明するものである。

2. 基本方針

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設は、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に基づき、以下「3. 耐震評価方針」に示すとおり、耐震評価部位、地震応答解析、設計用地震動又は地震力、荷重の種類及び荷重の組合せ並びに許容限界を定めて耐震評価を実施する。

本方針に基づく耐震評価対象として、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」にて選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設を第2.-1表に示す。

第2.-1表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

分類	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
建物・構築物	・ 分析建屋
	・ 安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット

3. 耐震評価方針

3.1 耐震評価部位

耐震評価部位については、対象設備の構造及び波及的影響の観点を検討し、JEAG4601を含む工事計画での実績を参照した上で、耐震評価上厳しい箇所を選定する。

3.1.1 不等沈下又は相対変位の観点

(1) 地盤の不等沈下による影響

地盤の不等沈下による影響については、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4.1 相対変位又は不等沈下の観点」に示すように、安全冷却水B冷却塔に対して波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

(2) 建屋間の相対変位による影響

建屋間の相対変位による影響については、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4.1 相対変位又は不等沈下の観点」に示すように、安全冷却水B冷却塔に対して波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

3.1.2 接続部の観点

接続部の観点による影響については、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4.2 接続部の観点」に示すように、安全冷却水B冷却塔に対して波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

3.1.3 建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下の観点

建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下の観点による影響については、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4.3 建屋内施設の損傷、転倒及び落下の観点」に示すように、安全冷却水B冷却塔に対して波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

3.1.4 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下の観点

下位クラス施設である分析建屋は、上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷により、安全冷却水B冷却塔に衝突して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため主要構造部材の評価を実施する。

下位クラス施設である安全冷却水B冷却塔の飛来物防護ネットは、上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔を覆うように設置していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒又は落下により、安全冷却水B冷却塔に衝突して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため支持部の評価を実施する。

各施設の評価に必要な詳細構造計画は各計算書に示す。

3.2 地震応答解析

地震応答解析については、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.2 地震応答解析」に基づき、下位クラス施設に適用する方法として、添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に記載の建物・構築物、機器・配管系それぞれの地震応答解析の方針に従い実施する。

3.3 設計用地震動又は地震力

設計用地震動又は地震力については、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.3 設計用地震動又は地震力」に基づき、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力として、基準地震動 S_s を適用する。

3.4 荷重の種類及び荷重の組合せ

荷重の種類及び組合せについては、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.4 荷重の種類及び荷重の組合せ」に基づき、波及的影響の防止を目的とした設計において用いる荷重の種類及び荷重の組合せについては、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設と同じ運転状態において下位クラス施設に発生する荷重を組み合わせる。

また、地盤の不等沈下又は転倒を想定し、上位クラス施設の機能に影響がないよう設計する場合は、転倒等に伴い発生する荷重を組み合わせる。

荷重の設定においては、実運用・実事象上定まる範囲を考慮して設定する。

また、屋外に設置されている施設については、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」の積雪荷重及び風荷重の組合せの考え方にに基づき設定する。

3.5 許容限界

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価に用いる許容限界については、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.5 許容限界」に基づき、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設と同じ運転状態において、下位クラス施設が波及的影響を及ぼすおそれがないよう、また、上位クラス施設の機能に影響がないよう、以下、建物・構築物、機器・配管系に分けて設定する。

3.5.1 建物・構築物

建物・構築物については、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.5 許容限界」に基づき、距離及び終局耐力を許容限界とする。

終局耐力においては、鉄筋コンクリート造耐震壁を主要構造とする建物・構築物についてはJEAG4601に基づく終局点に対応するせん断ひずみ、それ以外の建物・構築物については崩壊機構が形成されないこと又は「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会, 2005)等に基づく終局耐力を設定することを基本とする。

3.5.2 機器・配管系

機器・配管系については、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.5 許容限界」に基づき、破断延性限界に十分な余裕を有していることに相当する許容限界として、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に示す基準地震動 S_s との荷重の組合せに適用する許容限界を設定する。

配管については、設置状況に応じて配管耐震評価上影響のある下位クラス配管を上位クラス配管に含めて構造強度設計を行う。

また、地盤の不等沈下又は転倒を想定する場合は、下位クラス施設の転倒等に伴い発生する荷重により、上位クラス施設の評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していること、また転倒した下位クラス施設と上位クラス施設との距離を許容限界として設定する。

3.6 まとめ

以上を踏まえ、波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震評価方針を第3.6-1表に示す。

各施設の詳細な評価は、添付書類「IV-2 再処理施設の耐震性に関する計算書」以降の各計算書に示す。なお、分析建屋の詳細な評価は、後次回申請以降において示す。

第 3.6-1 表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震評価方針

分類	設計対象 下位クラス施設	設計の観点*	耐震評価部位	設計用地震動	荷重の種類及び 荷重の組合せ	許容限界設定の考え方
建物 構築物	分析建屋	建屋外における下位 クラス施設の損傷、 転倒及び落下	主要構造部材	S s	D + L + L _s + S s	「JAG4601-1987」に基づき終局点に対応するせん断 ひずみを適用する。
	安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネット	建屋外における下位 クラス施設の損傷、 転倒及び落下	支持部	S s	D + L _s + S s + WL	短期許容応力度における基準強度を 1.1 倍した値を適 用する。

※ 添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針」にて設定した 4 つの設計の観点を記載

記号の説明

- D : 固定荷重
- L : 積載荷重
- L_s : 積雪荷重(短期事象との組合せ用)
- S s : 基準地震動 S s による地震力
- WL : 風荷重(添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に基づき設定)

IV-2-1-4-2

波及的影響をおよぼすおそれのある下位クラス施設の耐震性についての計算書

IV-2-1-4-2-1

安全冷却水B冷却塔

飛来物防護ネットの計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	4
2.3 評価方針	7
2.4 適用規格	9
3. 評価方法	10
3.1 記号の定義	10
3.2 評価対象部位	11
3.3 荷重及び荷重の組合せ	12
3.4 許容限界	41
3.5 地震荷重の算定	42
3.6 応力解析	69
4. 評価結果	70

1. 概要

本資料は、屋外に設置される安全上重要な設備である竜巻防護対象施設を防護するための設備である安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット（以下、「飛来物防護ネット」という。が基準地震動により安全冷却水B冷却塔に対して波及的影響を及ぼさないことを確認するものである。

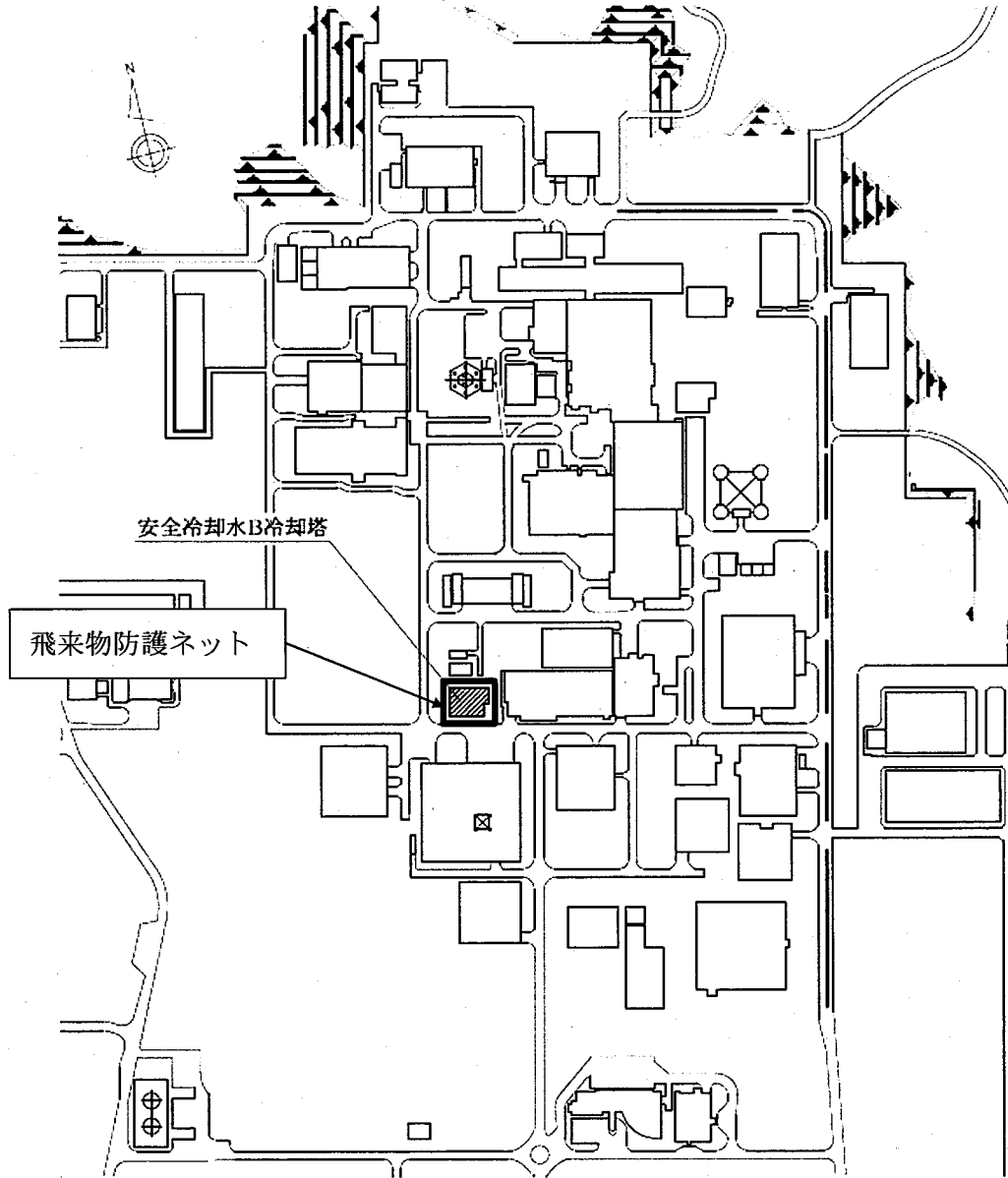
2 基本方針

飛来物防護ネットは、添付書類「V-別添1-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」「3.2 竜巻防護対策設備」に示す構造計画を踏まえ、飛来物防護ネットの「2.1 位置」並びに「2.2 構造概要」を設定している。

2.1 位置

飛来物防護ネットの設置位置は、添付書類「V-別添1-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」「3.1 屋外の竜巻防護対象設備」に示すとおり、安全冷却水B冷却塔に設置している。

飛来物防護ネットの配置図を第2.1-1図に示す。



第2.1-1図 飛来物防護ネットの配置図

2.2 構造概要

飛来物防護ネットの構造は、添付書類「V-別添1-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「2.3 竜巻防護対策設備」にて設定している構造計画を踏まえ1-1、構造を設定する。

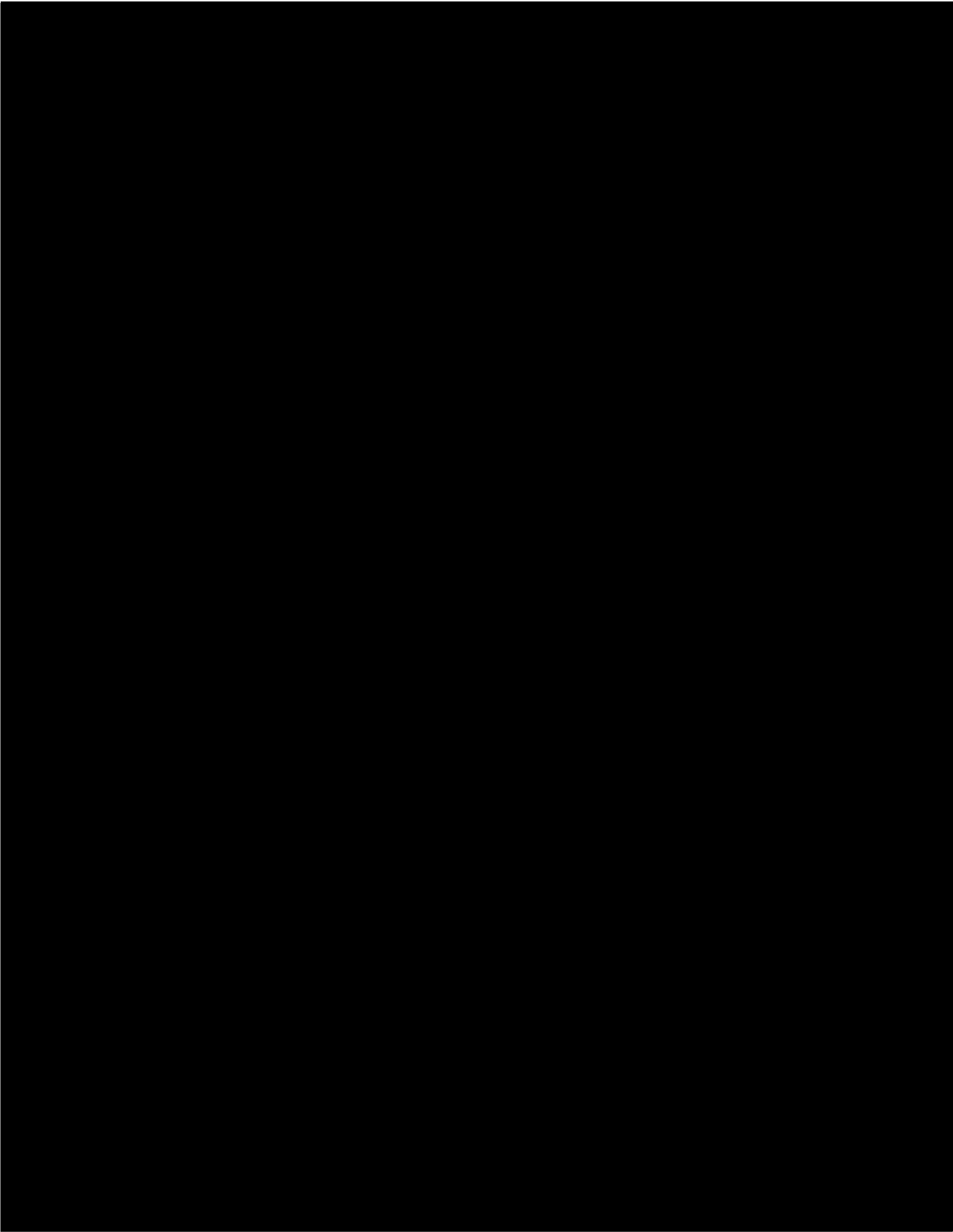
飛来物防護ネットは、竜巻防護対象施設を竜巻による飛来物から防護するために防護ネット、防護板で覆うものであり、防護ネット、防護板とそれを支える支持架構によって構成される。

支持架構は、柱、はり及びブレースによって構成されるラーメン・トラス構造であり、溶接及びボルトにより接合される鉄骨構造物である。

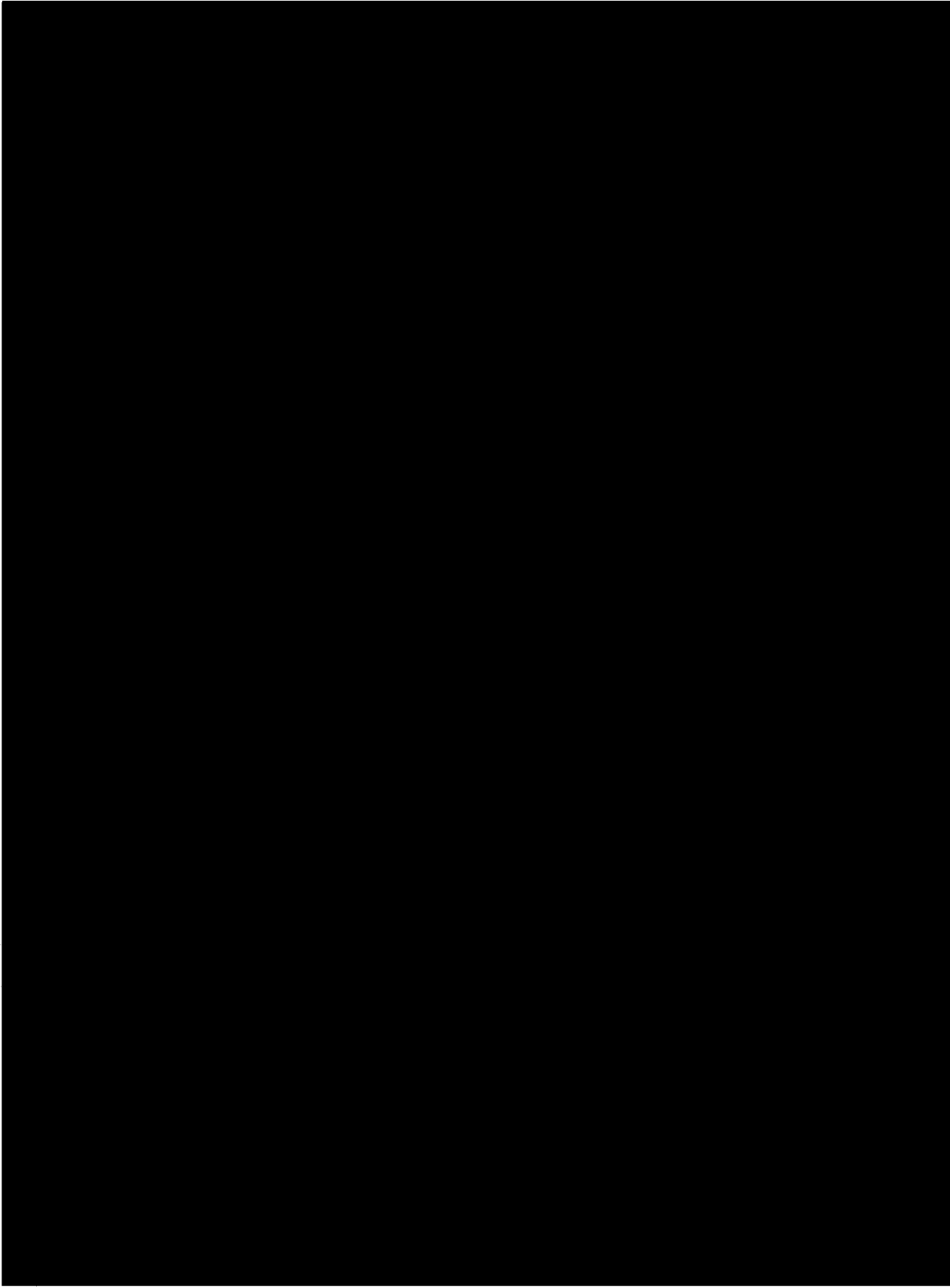
また、飛来物防護ネットは杭基礎を介して支持地盤である鷹架層に支持される。

飛来物防護ネットの全景を第2.2-1図、同平面図・側面図を第2.2-2図に示す。

新 R ① JN 安コ IV 02908 B



新R ㊦ JN 安工 IV 02909 A



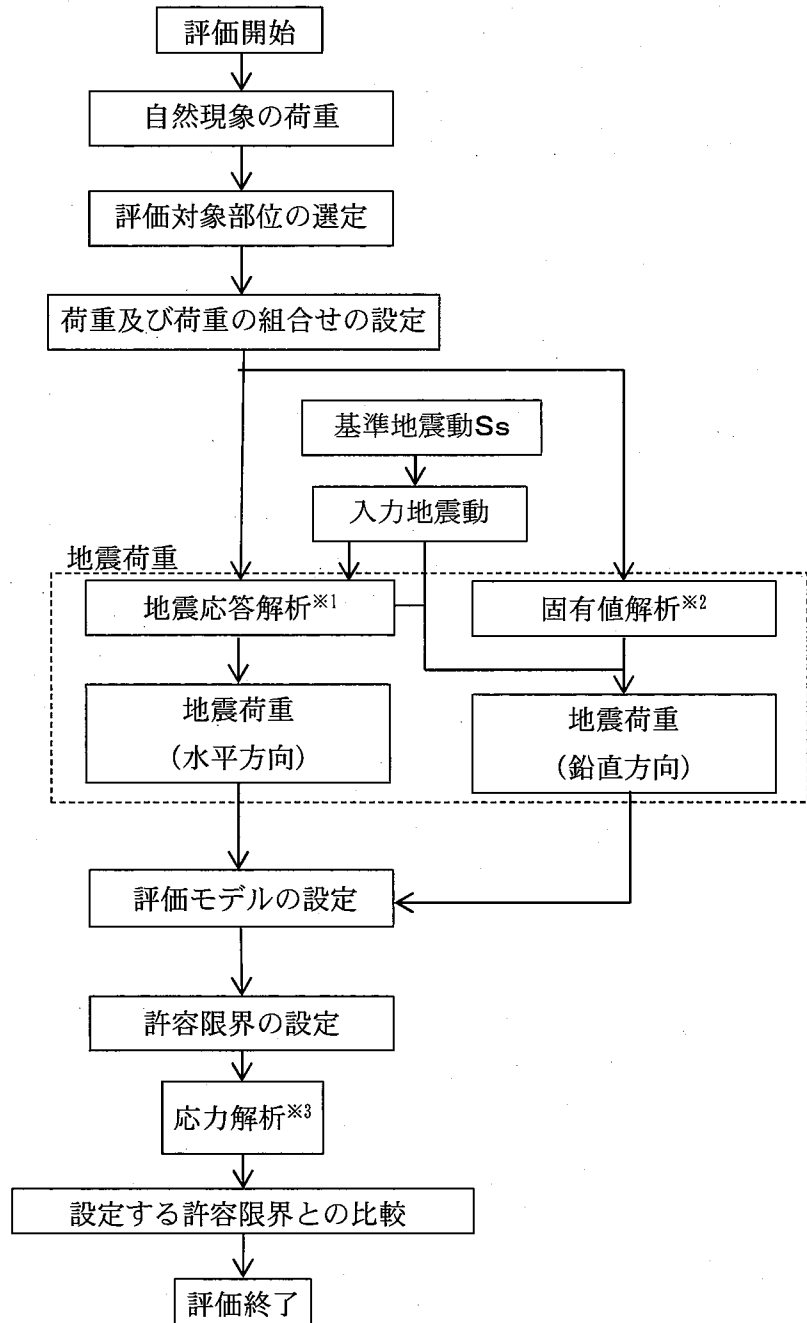
2.3 評価方針

飛来物防護ネットの耐震計算は、「3.3荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4許容限界」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、支持架構の評価対象部位に作用する応力が、許容限界内に収まることを「3.5評価方法」に示す方法により、「4.評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5.評価結果」にて確認する。

飛来物防護ネットの評価フローを第2.3-1図に示す。

評価は、その構造を踏まえ、固定荷重、地震荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を選定する。

支持架構の評価においては、評価モデルを用いて応力解析を行い、各部材要素に生ずる応力を算出する。それぞれの評価については、「鋼構造設計規準」(1973改定)(日本建築学会)に示す評価式を用いる。飛来物防護ネットの許容限界は安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。



- ※1 「(a) 水平方向」に示す地震応答解析モデルを用いて地震応答解析を行う。
- ※2 「(b) 鉛直方向」に示す三次元フレームモデルを用いて固有値解析を行う。
- ※3 「(b) 鉛直方向」に示す三次元フレームモデルを用いて応力解析を行う。
- ※4 「(b) 鉛直方向」に示す三次元フレームモデルを用いて静的解析を行う。

第2.3-1図 飛来物防護ネットの評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格，基準，指針等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令・同告示
- ・ 建築物の構造関係技術基準解説書
(監修 国土交通省国土技術政策総合研究所 国立研究開発法人建築研究所, 2015)
- ・ Eの数値を算出する方法並びに V_0 及び風力係数の数値を定める件
(平成12年5月31日建設省告示第1454号)
- ・ 「鋼構造設計規準」(社)日本建築学会, 1973)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説 (社)日本建築学会, 2010)
- ・ 建築物荷重指針・同解説 (社)日本建築学会, 2015)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版 ((社)日本電気協会)
- ・ 電気技術規定原子力編 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 JEAC4616-2009 ((社)日本電気協会)

3. 評価方法

3.1 記号の定義

飛来物防護ネットの評価に用いる記号を第3.1-1表に示す。

3.2 評価対象部位

飛来物防護ネットの評価対象部位は、「2.2 構造概要」に示す構造に基づき、荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

支持架構に生じる荷重は、柱、はり及びブレースに伝達される。このため、柱、はり及びブレースを評価対象部位とする。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

(1) 荷重の設定

飛来物防護ネットの評価に用いる荷重を以下に示す。

a. 固定荷重 (D)

固定荷重は、支持架構、防護ネット、防護板等の自重とする。

b. 積雪荷重 (L_s)

積雪荷重は、積雪量190cm, 単位荷重 $30\text{N/m}^2/\text{cm}$ とし、地震と組み合わせる場合には0.35の係数を乗じた値とする。

c. 地震荷重 (S_s)

水平方向の地震荷重は、基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果から算出する。

鉛直方向の地震荷重は、支持架構の鉛直方向に卓越する固有周期における入力地震動の応答加速度から算出する。

飛来物防護ネットの地震応答解析に用いる入力地震動については、一次元波動論に基づき、解析基盤表面レベルで定義される基準地震動 S_s に対するT. P. 55. 30 (m) レベルでの地盤の応答として評価する。

入力地震動の加速度時刻歴及び加速度スペクトルを第3. 3-1図に示す。

d. 風荷重 (WL)

風荷重は、防護ネットの内外に関わらず、全ての通りの架構に考慮する。また、防護ネット部分は充実率を考慮した風荷重とする。

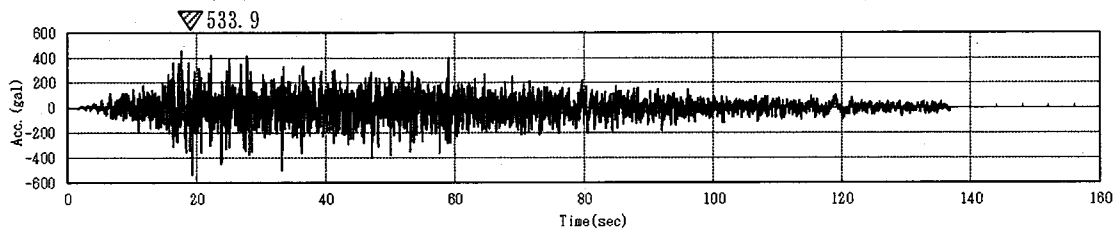
(2) 荷重の組合せ

評価において考慮する荷重の組合せは、飛来物防護ネットの評価対象部位ごとに設定する。

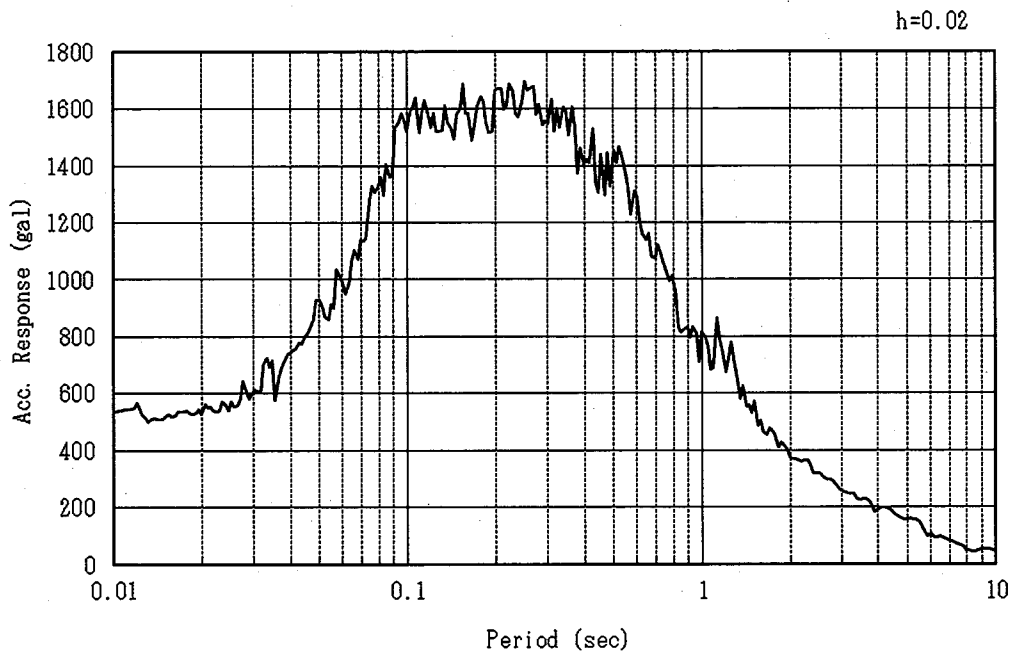
評価において考慮する荷重の組合せを、第3.3-1表に示す。なお、長期許容応力度に対する積雪荷重の評価結果は添付-1に示す。

第3.3-1表 評価において考慮する荷重の組合せ

設備名称	評価対象部位	荷重の組合せ
飛来物防護ネット	支持架構	$D+L_s+S_s+WL$

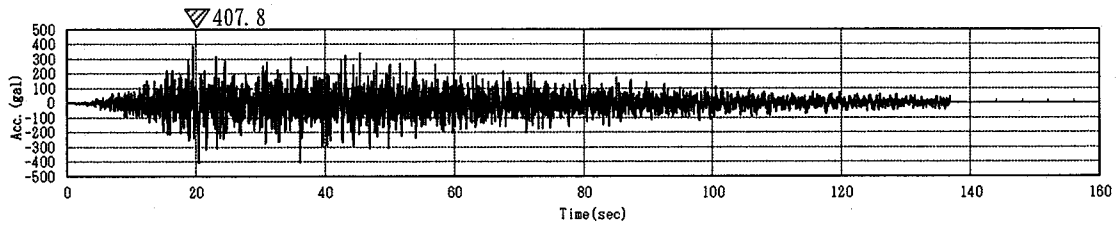


(a) 加速波形

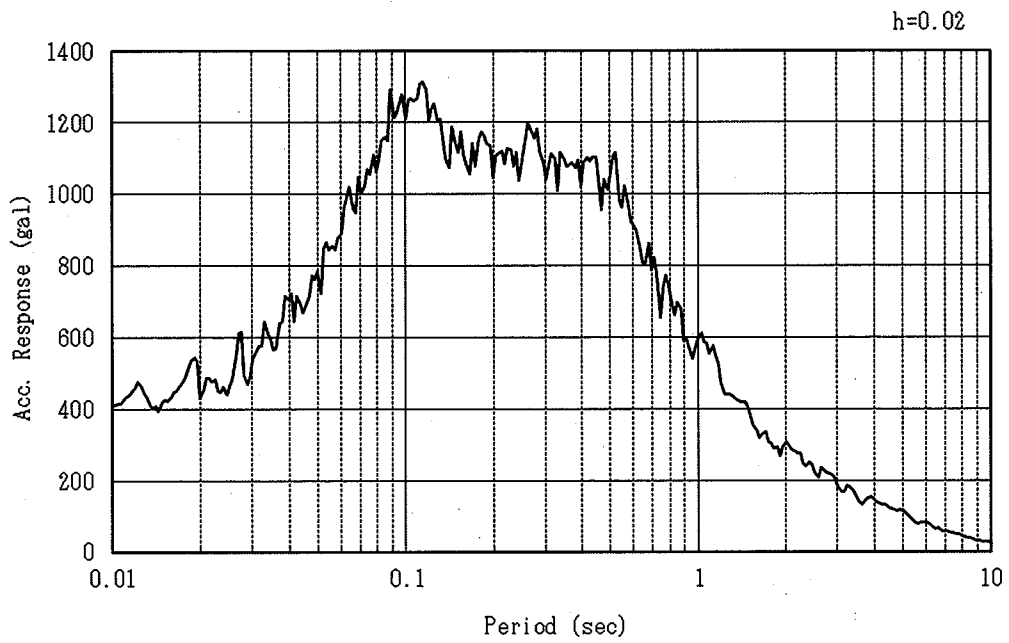


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s-A (H) (1/27)

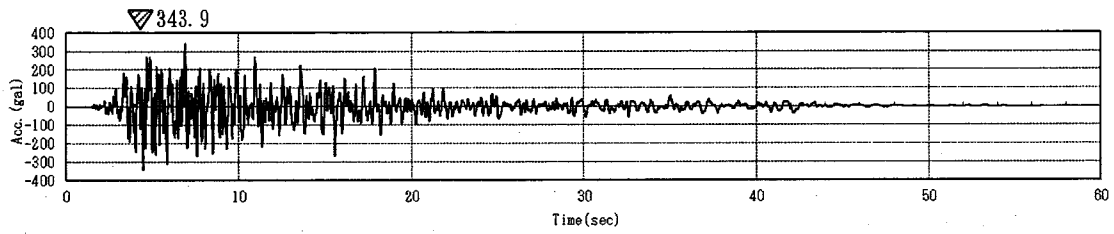


(a) 加速波形

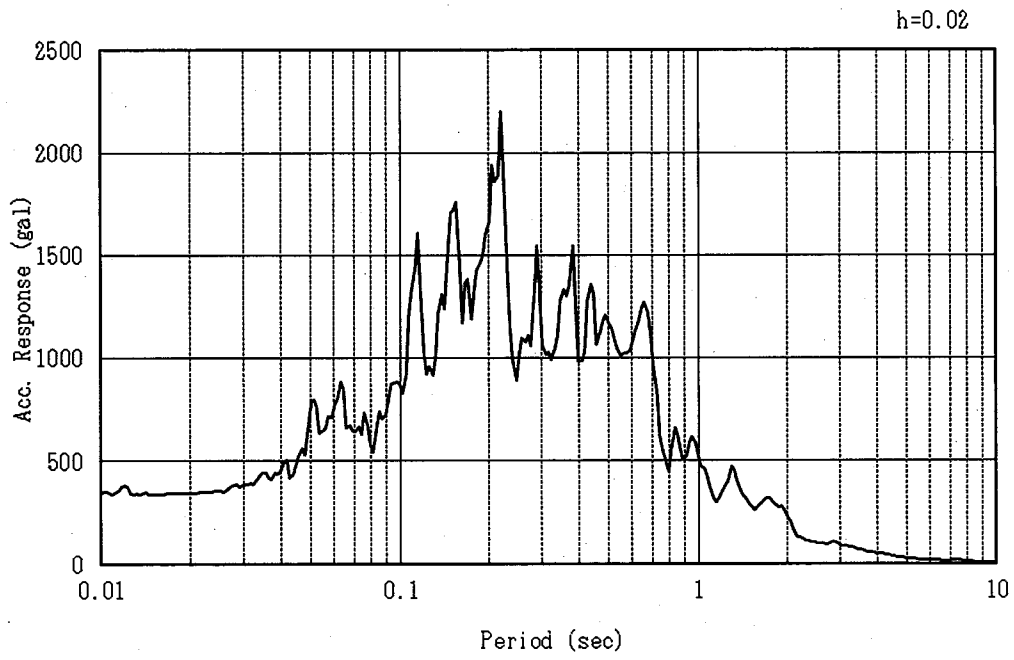


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s-A(V) (2/27)

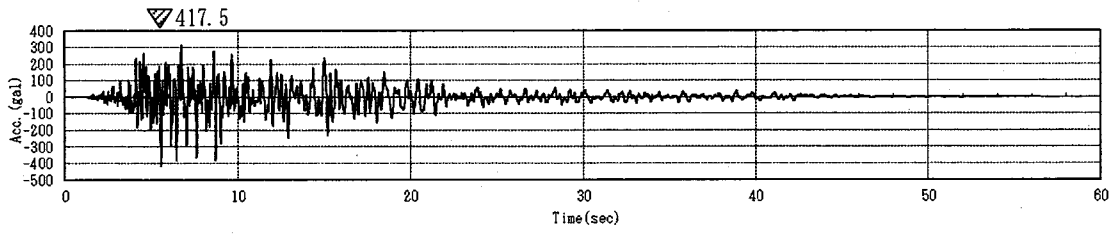


(a) 加速波形

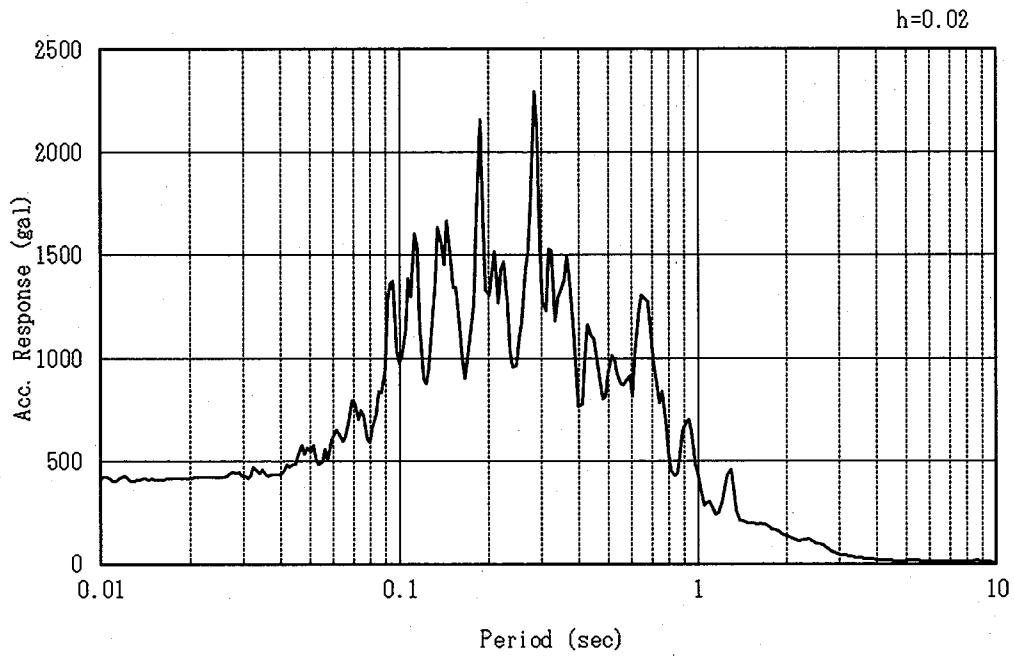


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s-B1 (NS) (3/27)

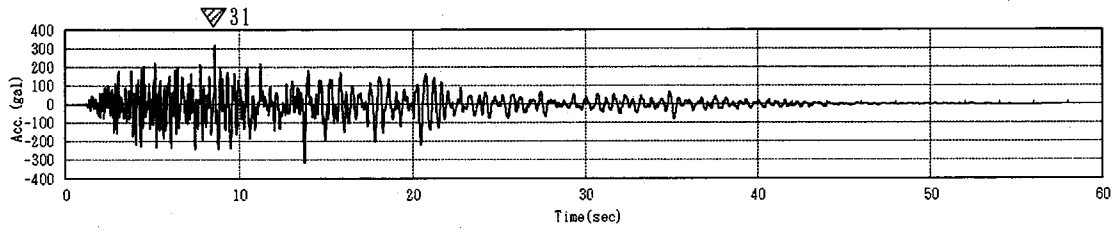


(a) 加速波形

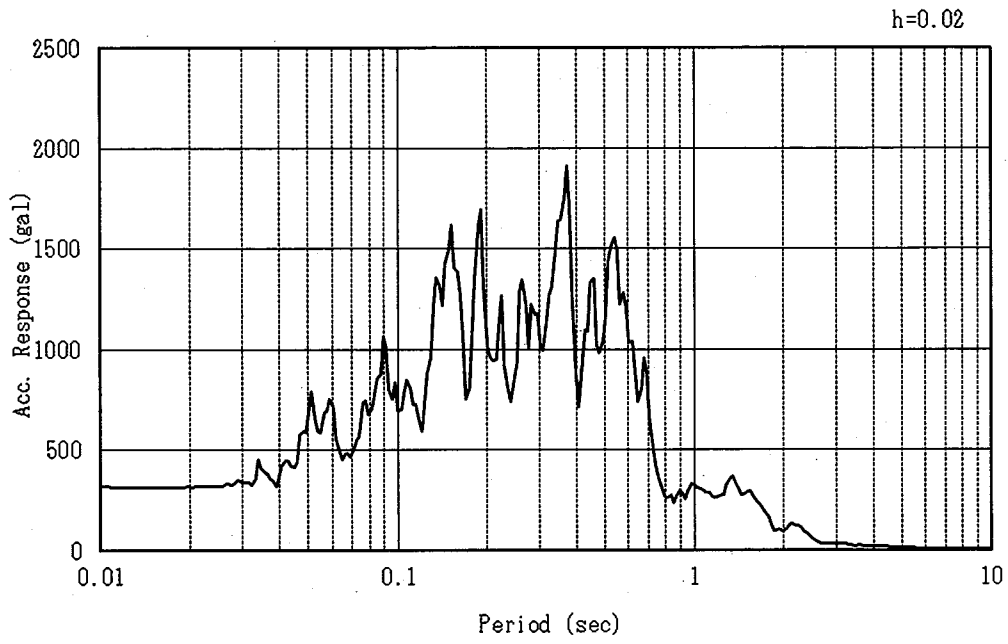


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s-B1 (EW) (4/27)

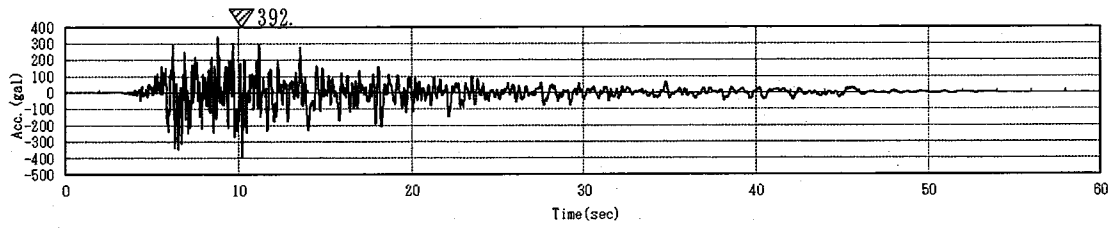


(a) 加速波形

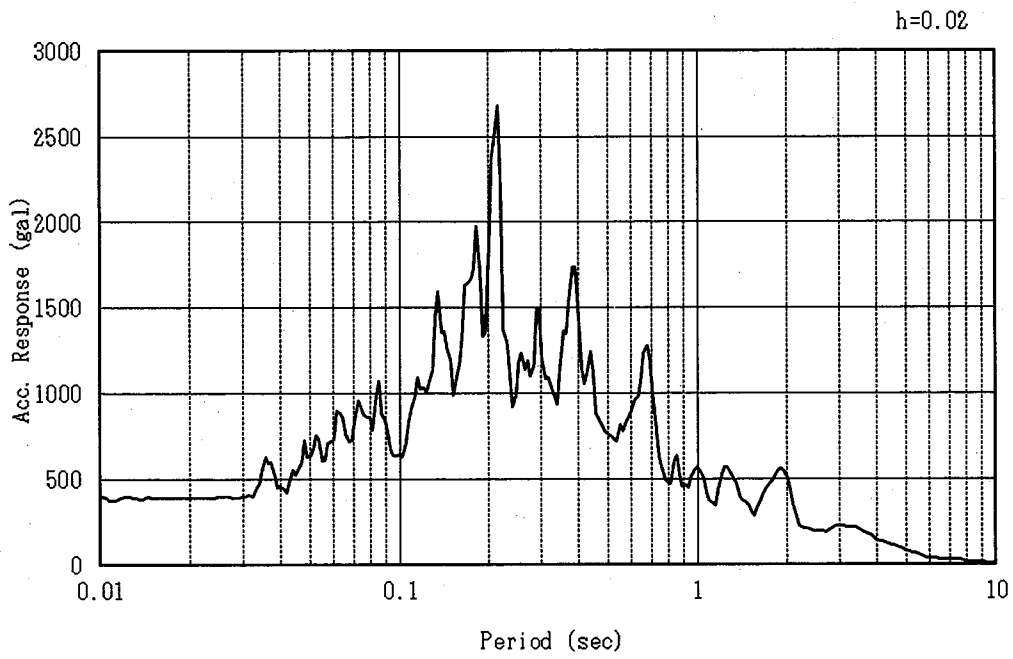


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -B1 (UD) (5/27)

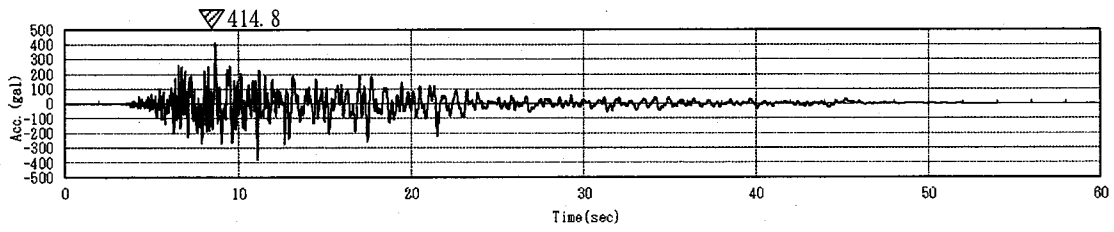


(a) 加速波形

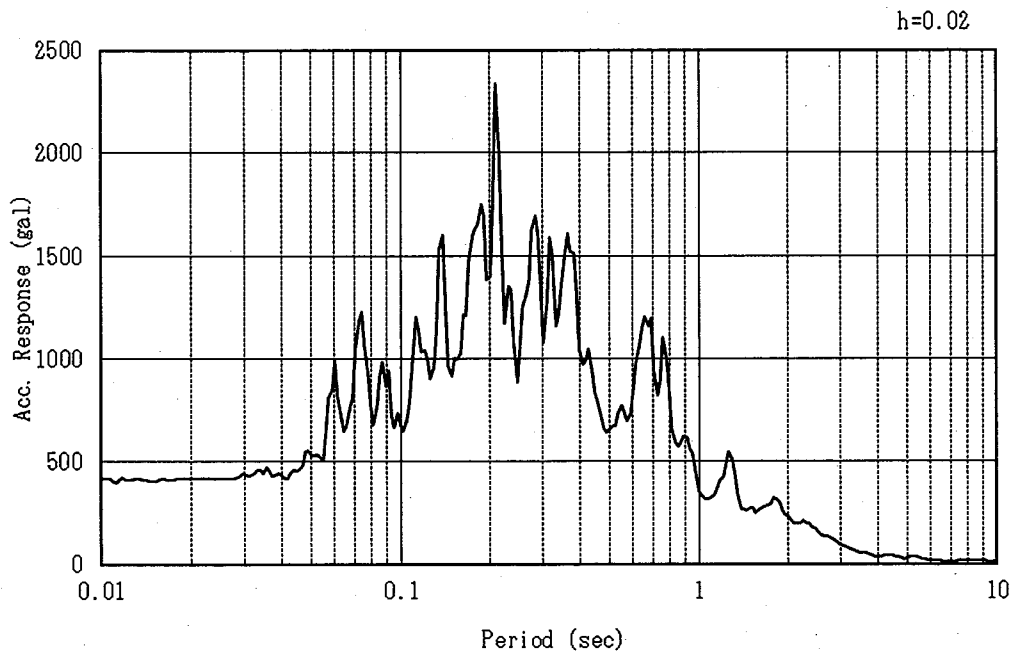


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -B2 (NS) (6/27)

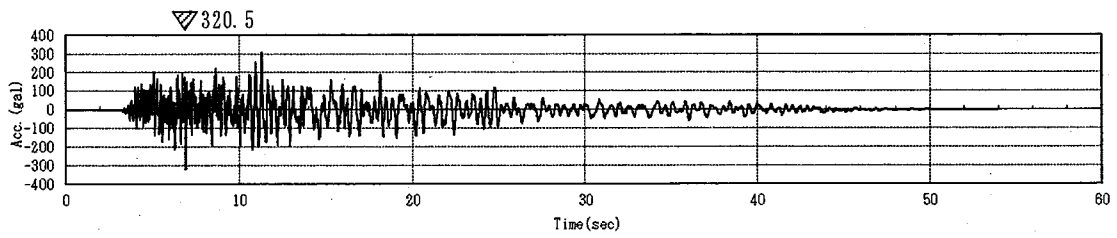


(a) 加速波形

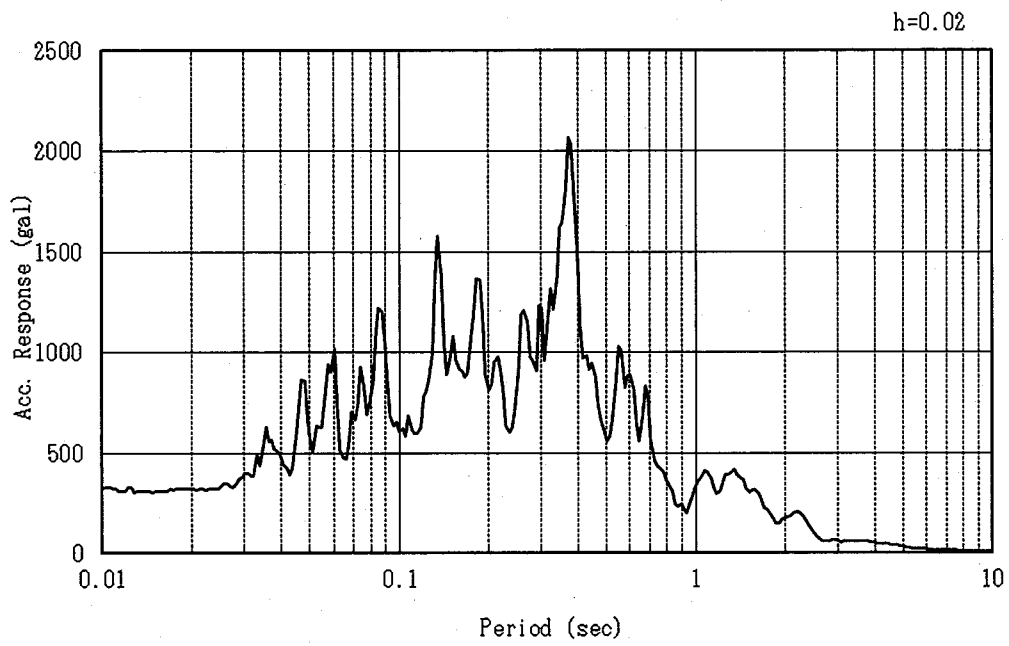


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s-B2 (EW) (7/27)

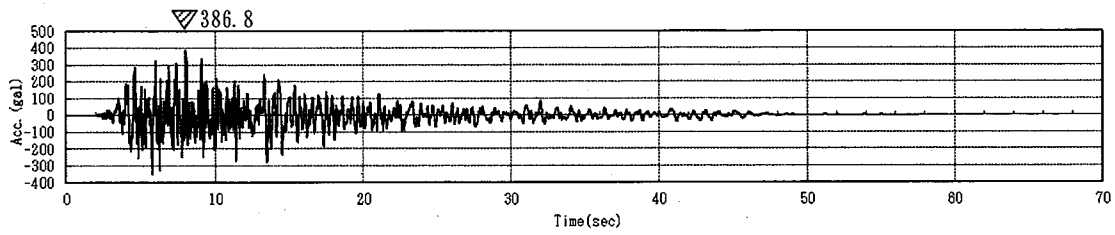


(a) 加速波形

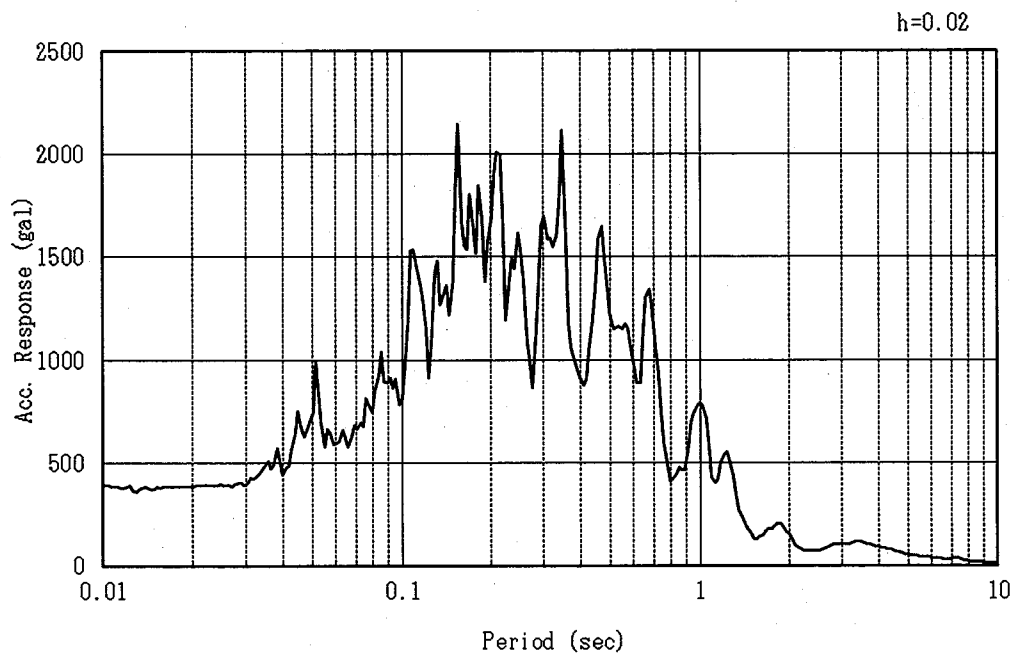


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s-B2 (UD) (8/27)

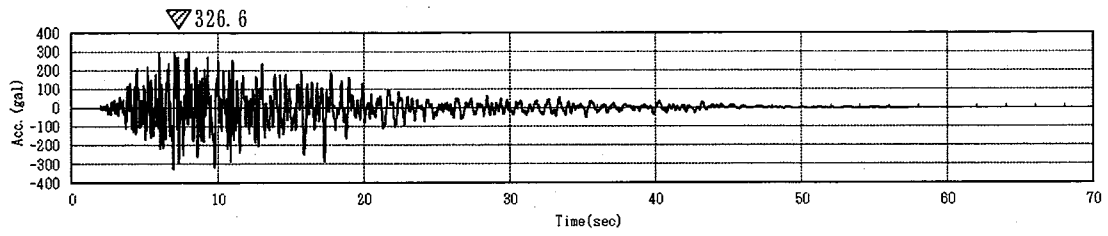


(a) 加速波形

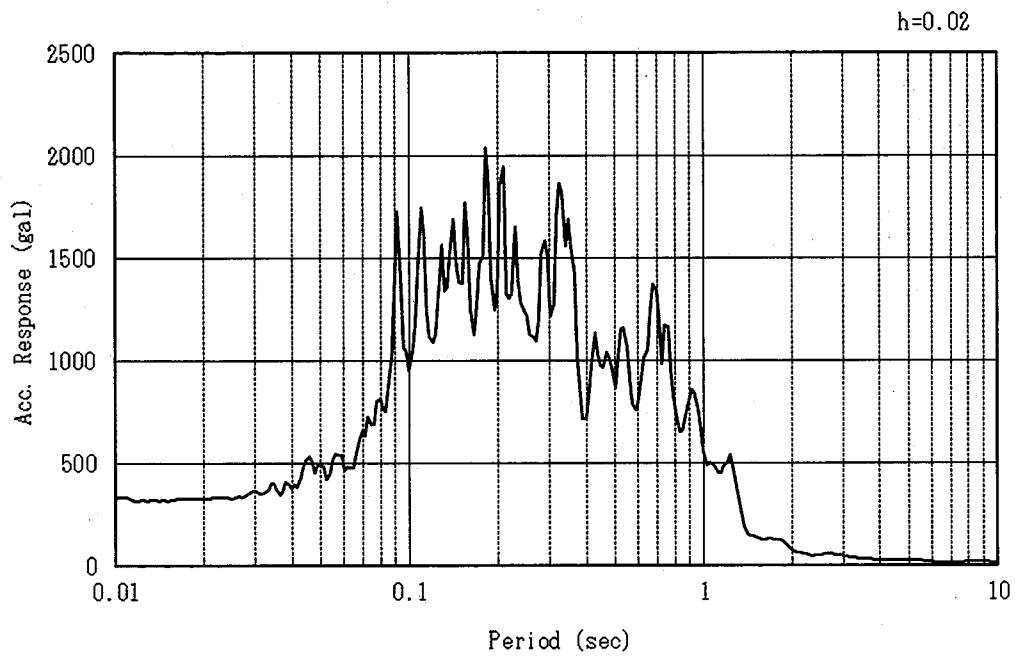


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s-B3 (NS) (9/27)

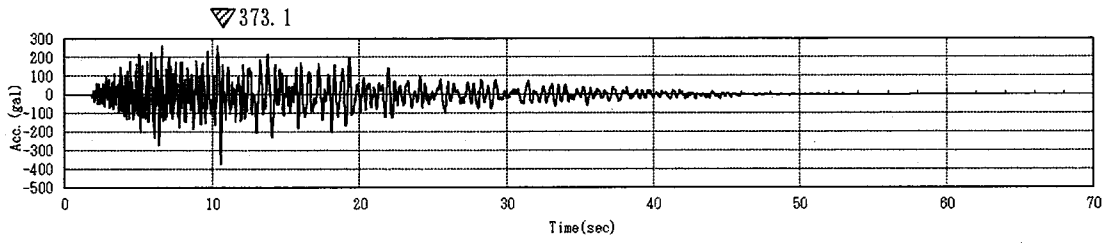


(a) 加速波形

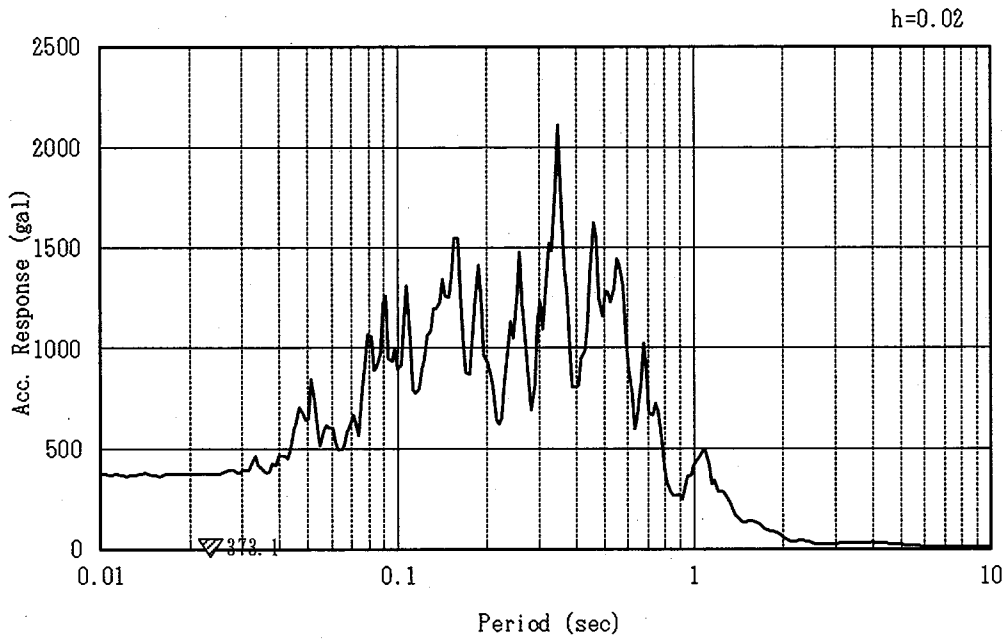


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s-B3(EW) (10/27)

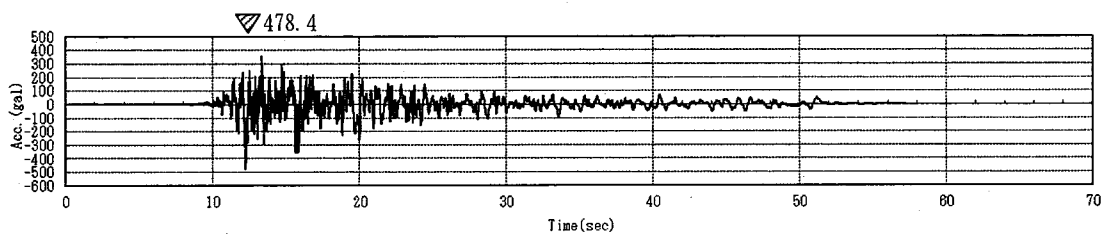


(a) 加速波形

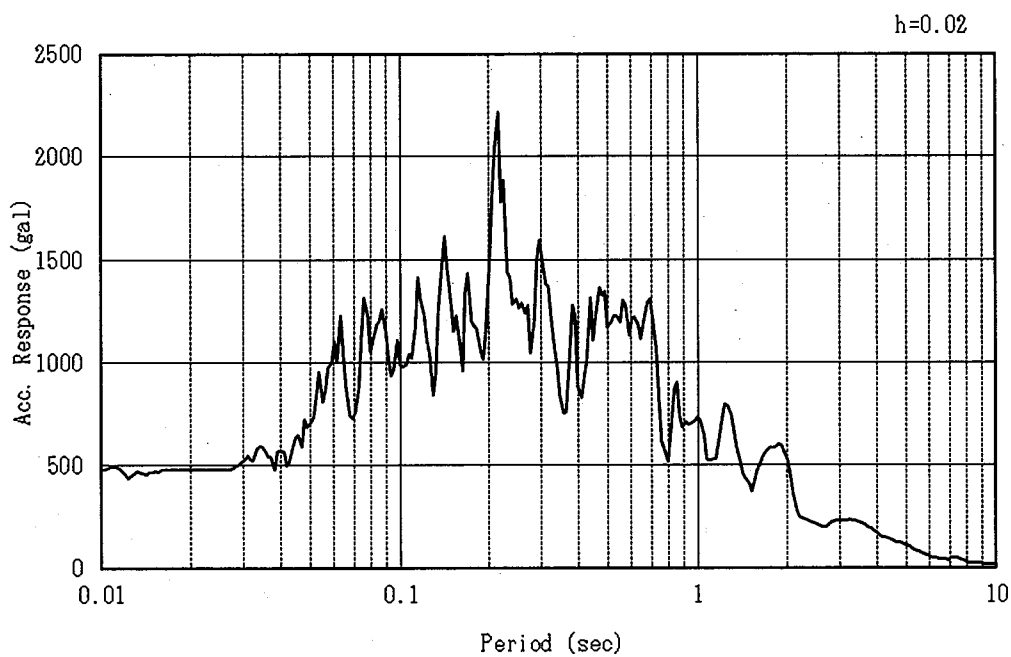


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -B3 (UD) (11/27)

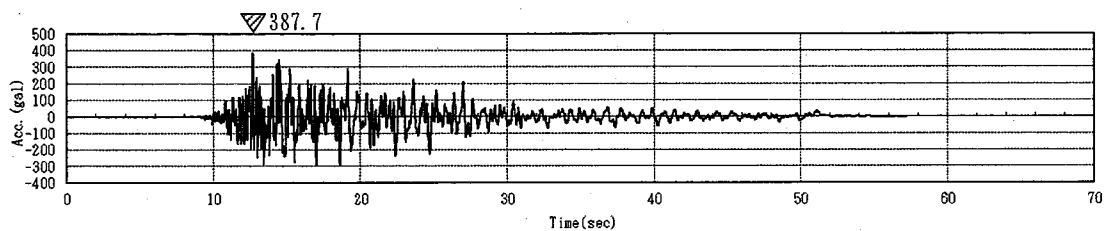


(a) 加速波形

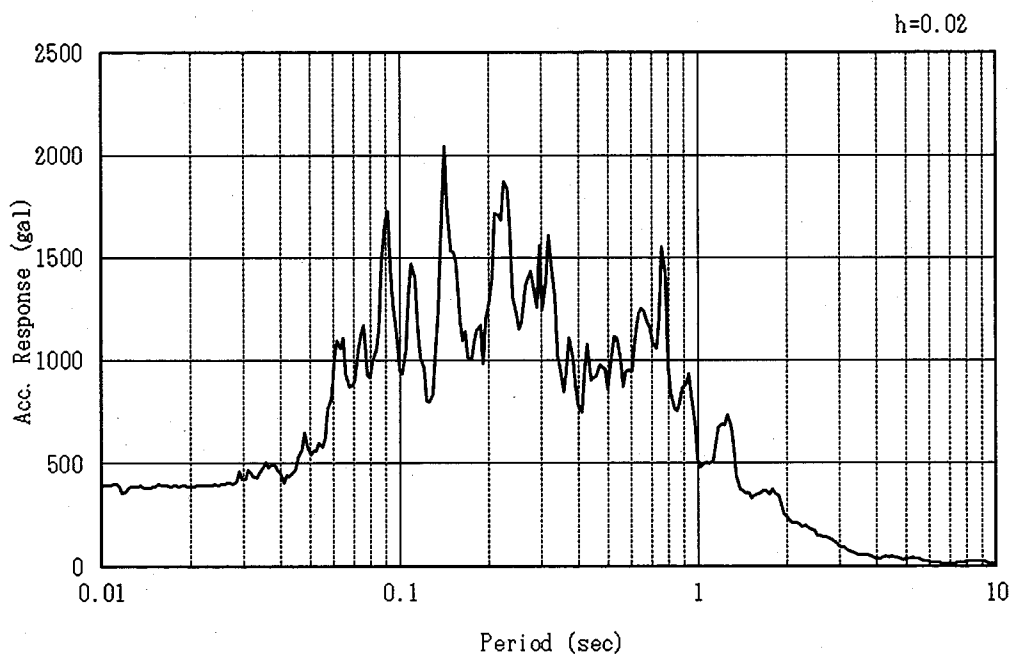


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -B4 (NS) (12/27)

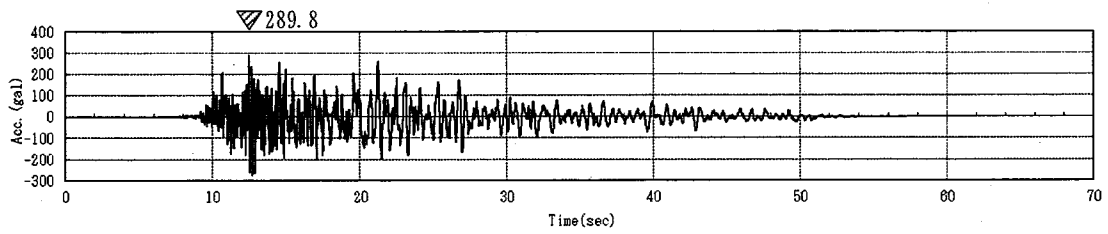


(a) 加速波形

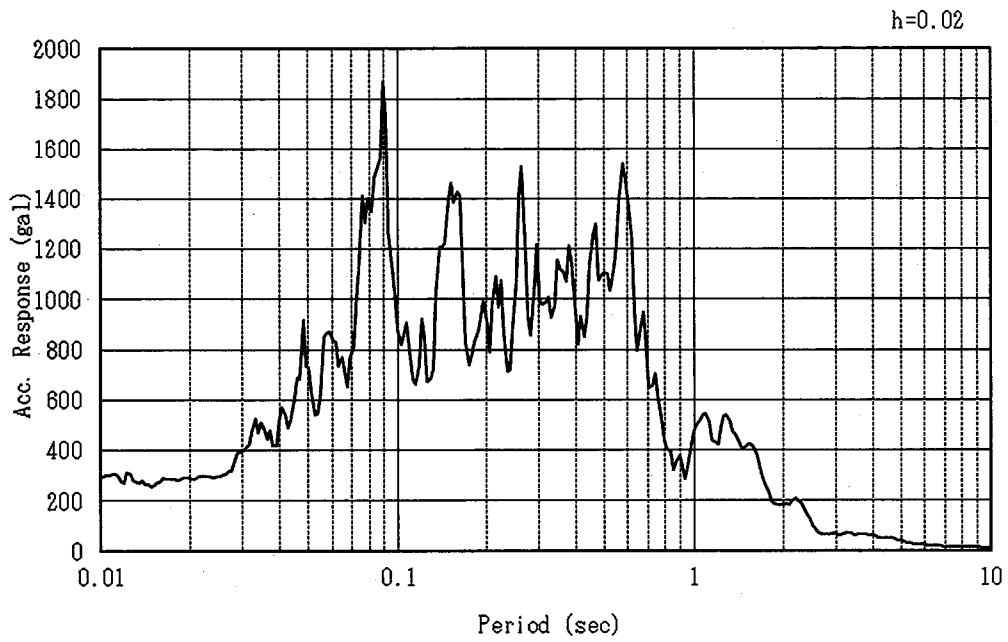


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -B4 (EW) (13/27)

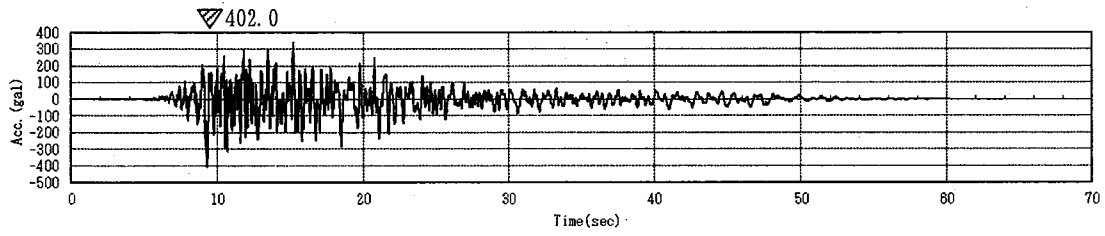


(a) 加速波形

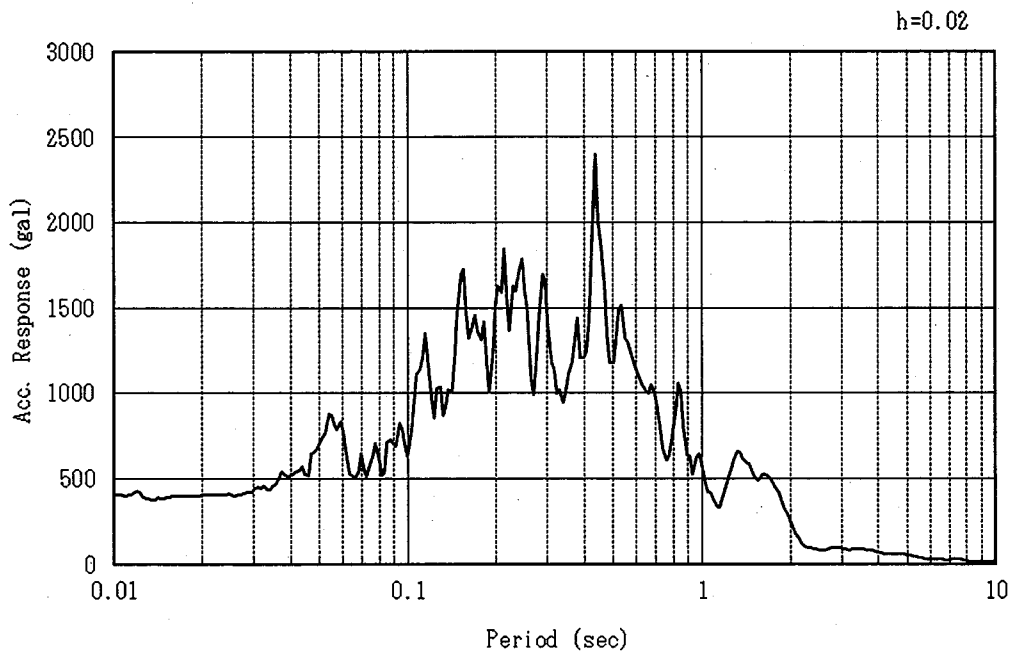


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -B4 (UD) (14/27)

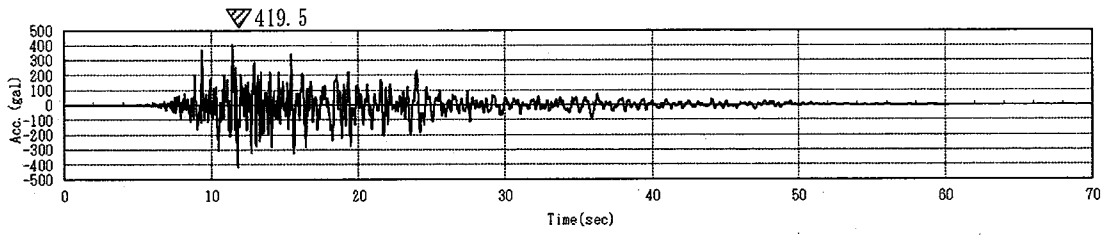


(a) 加速波形

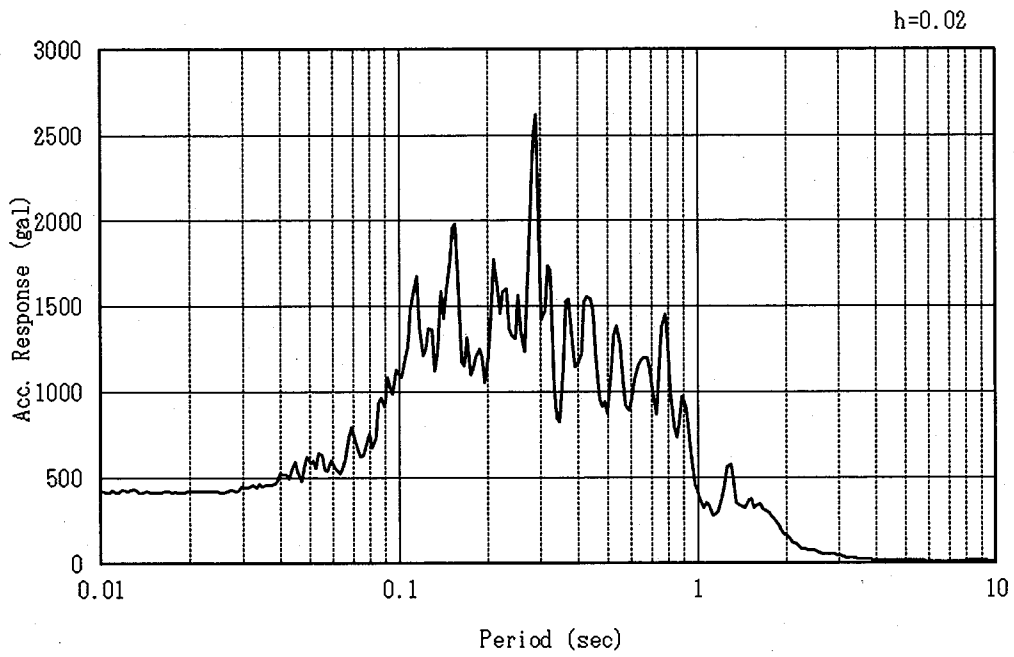


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -B5 (NS) (15/27)

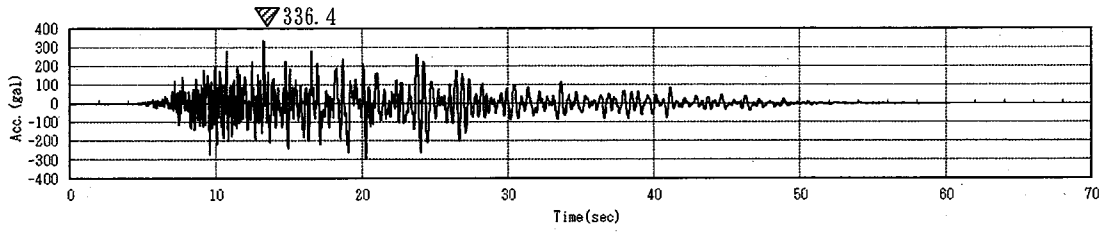


(a) 加速波形

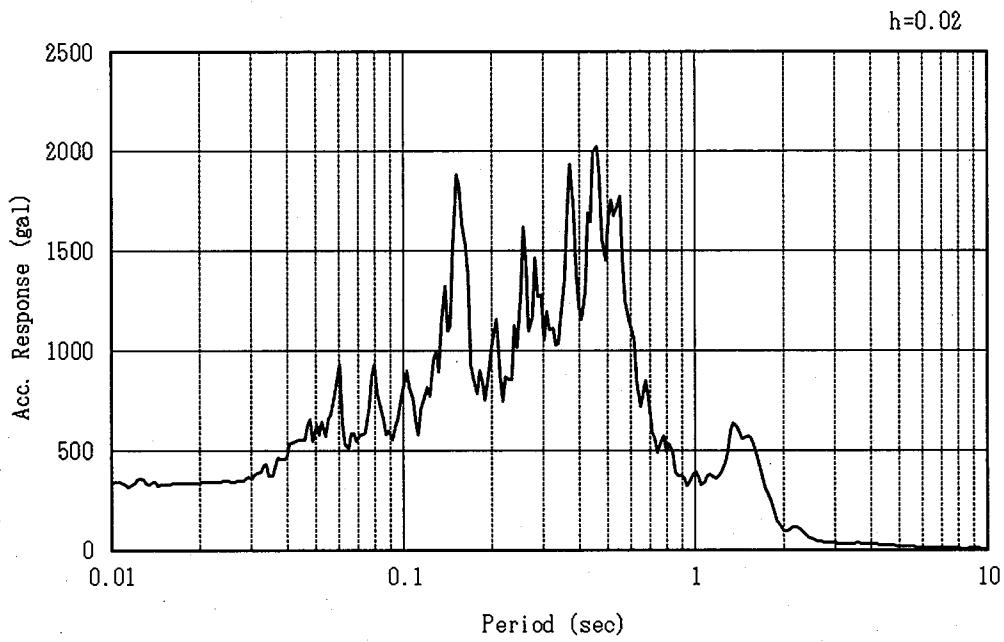


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -B5 (EW) (16/27)

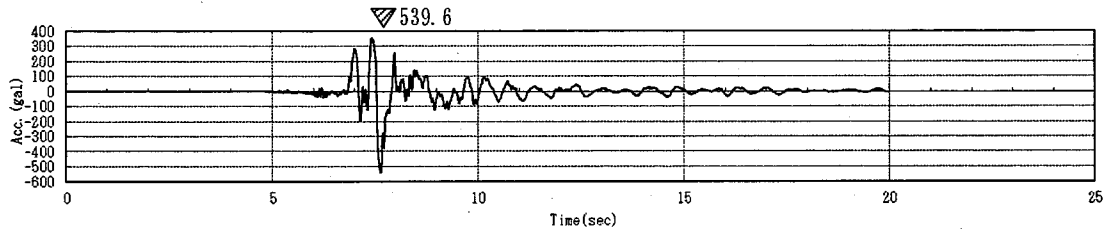


(a) 加速波形

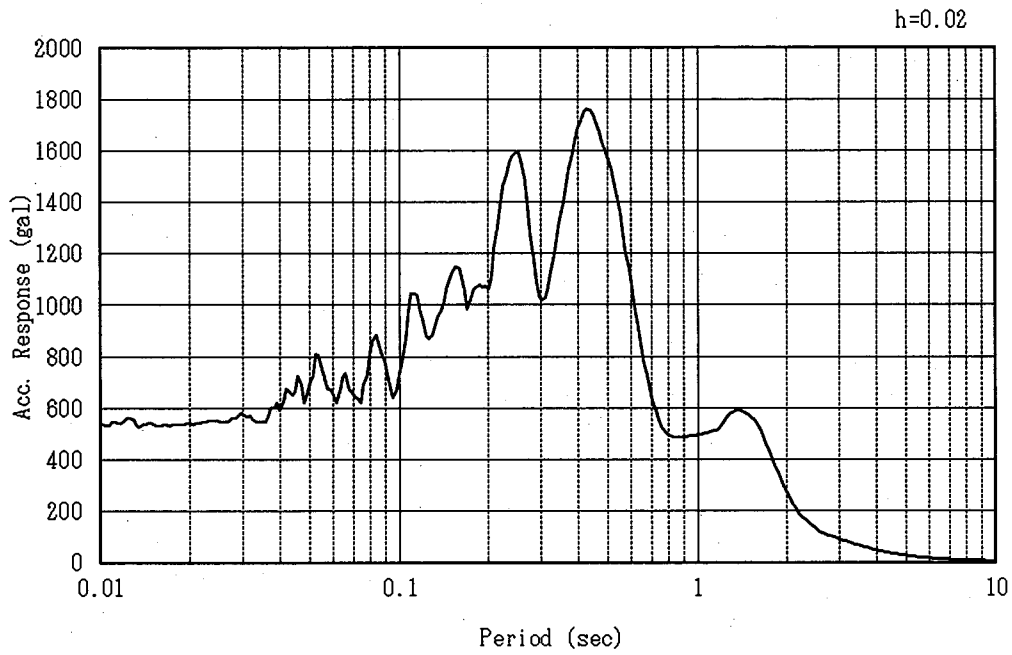


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -B5 (UD) (17/27)

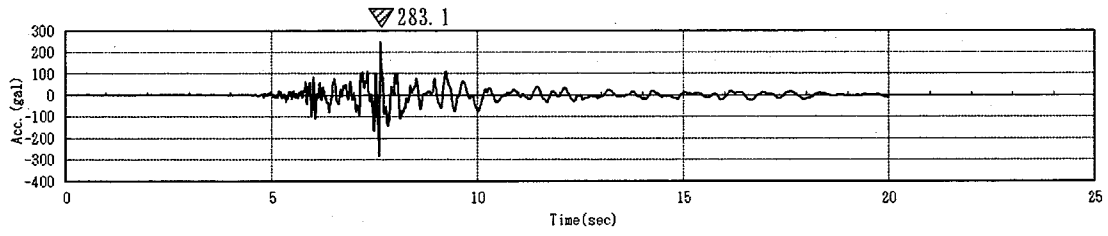


(a) 加速波形

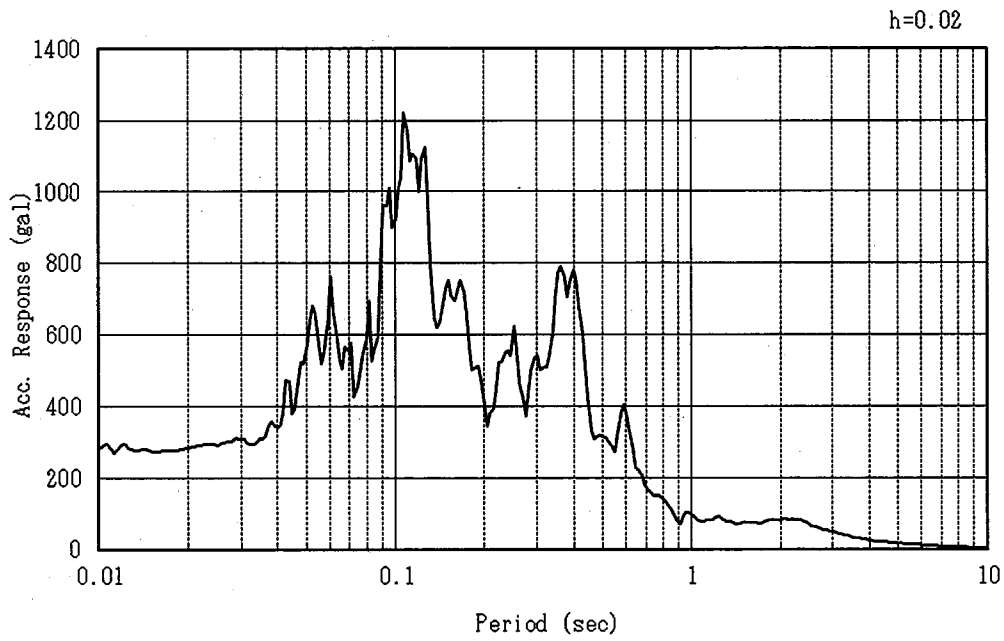


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s-C1 (H) (18/27)

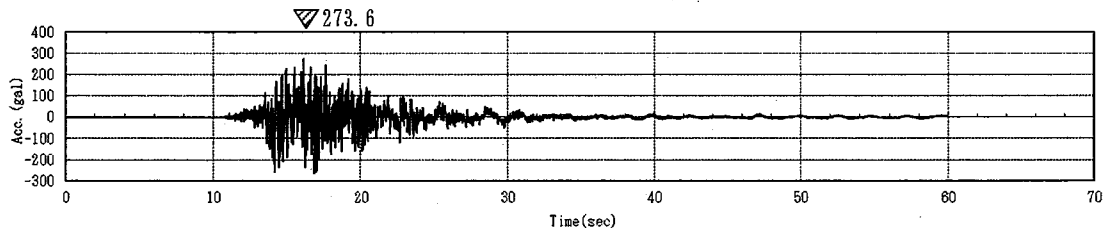


(a) 加速波形

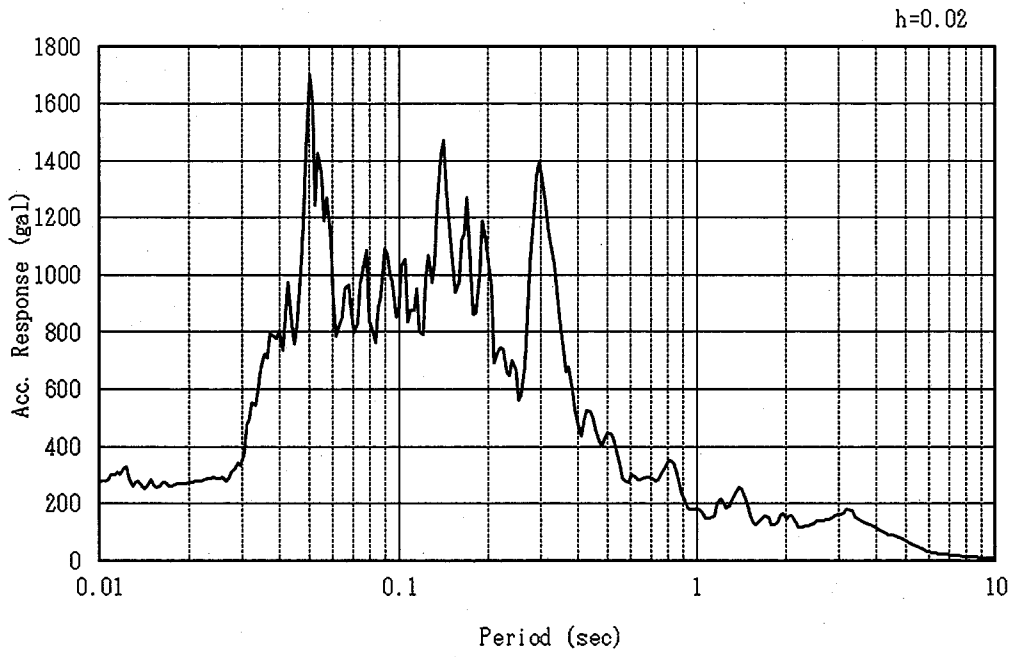


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -C1 (V) (19/27)

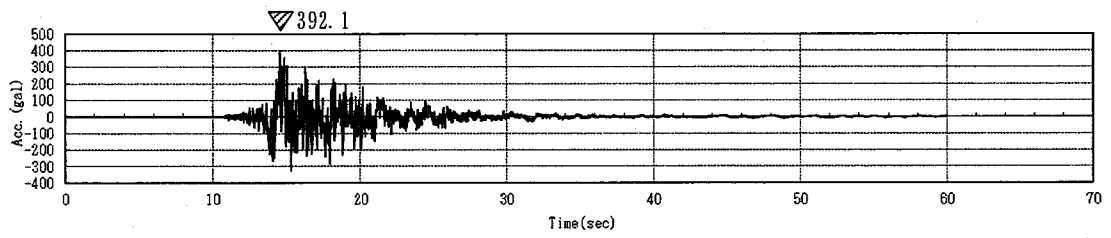


(a) 加速波形

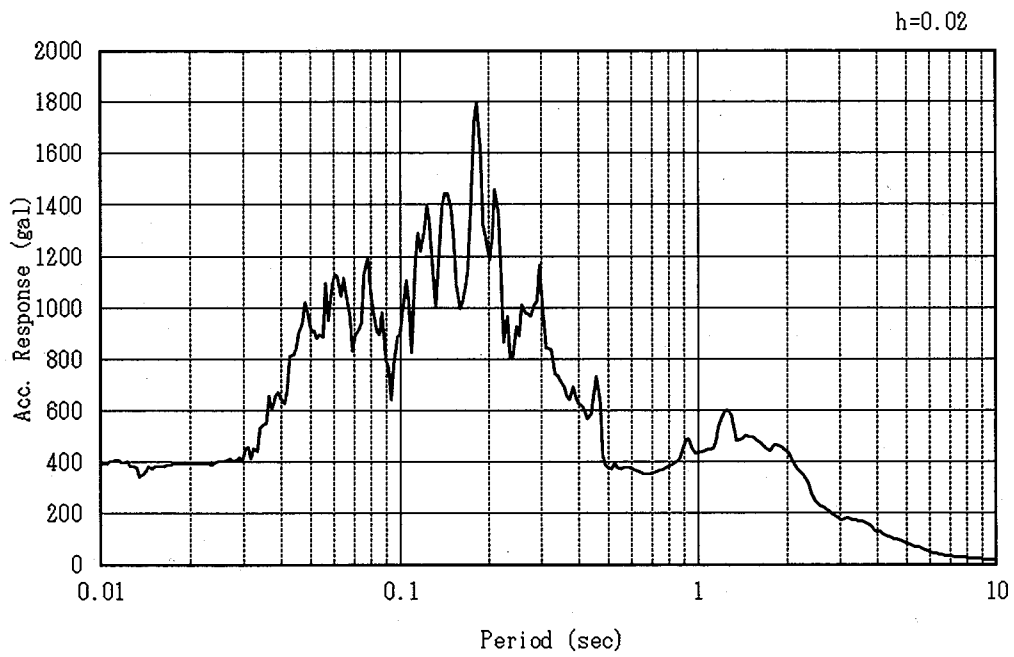


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -C2 (X) (20/27)

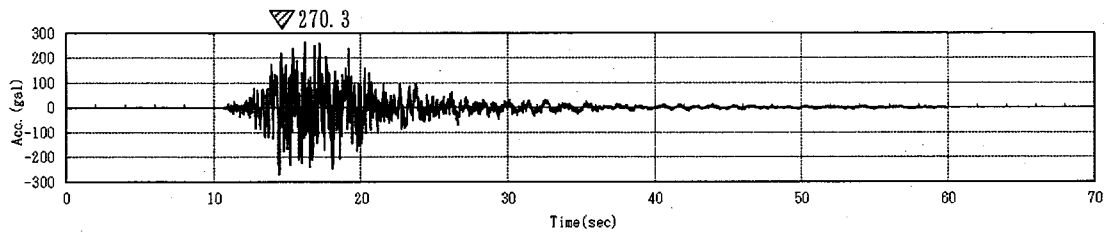


(a) 加速波形

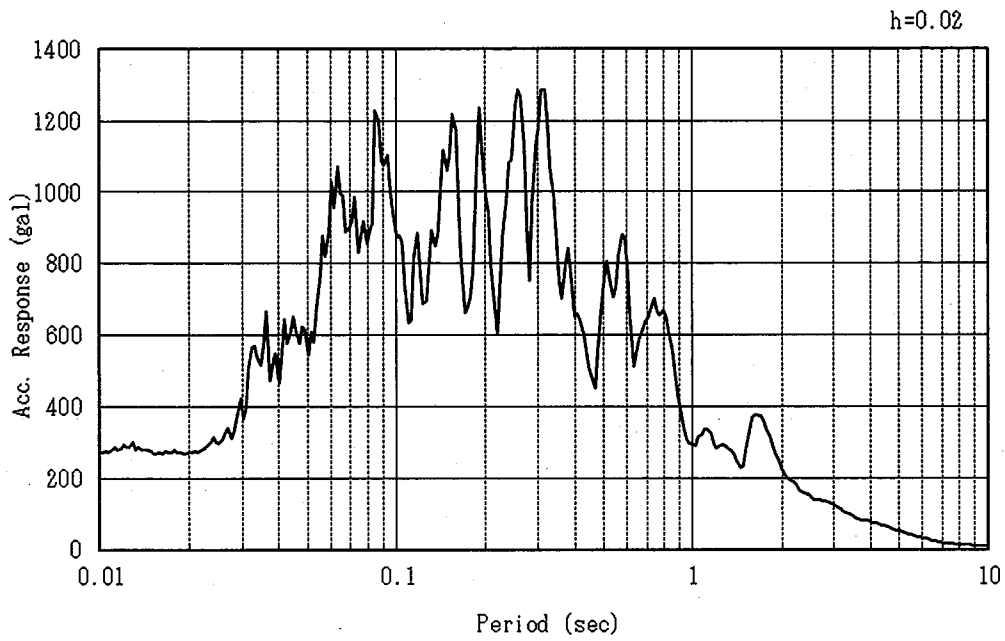


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -C2 (Y) (21/27)

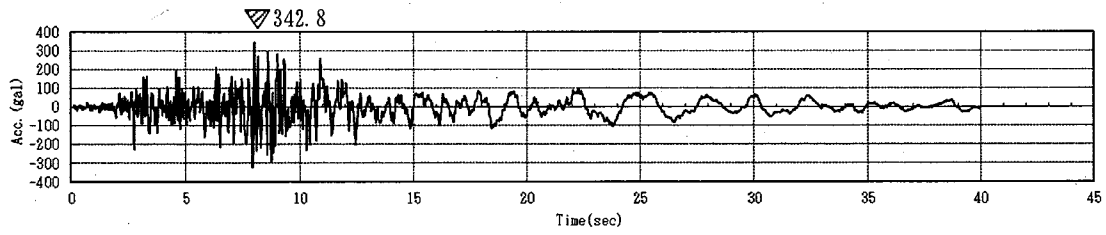


(a) 加速波形

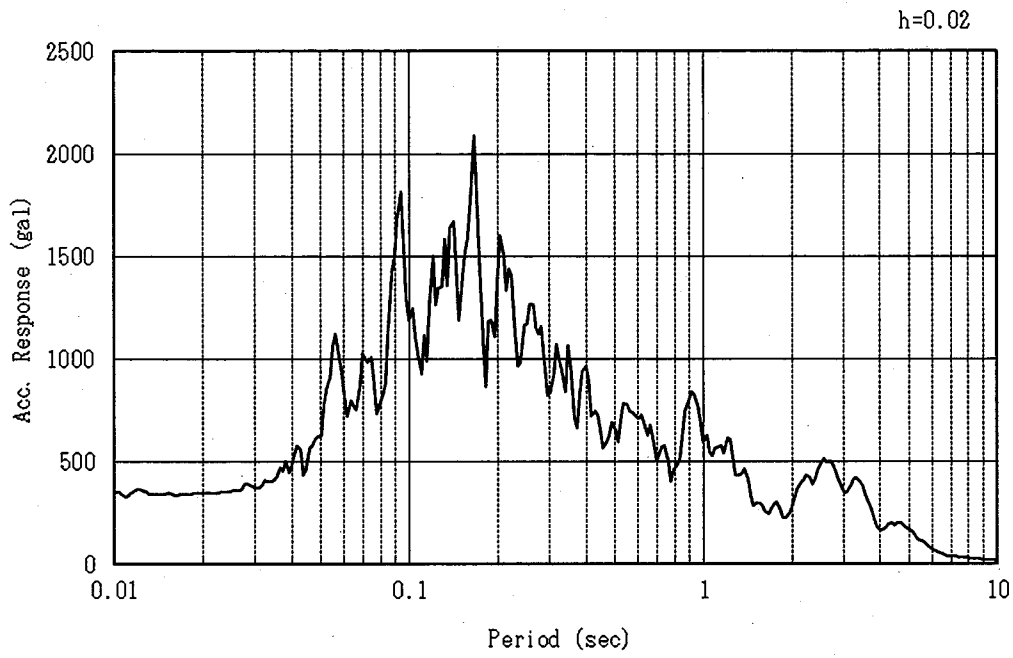


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -C2 (Z) (22/27)

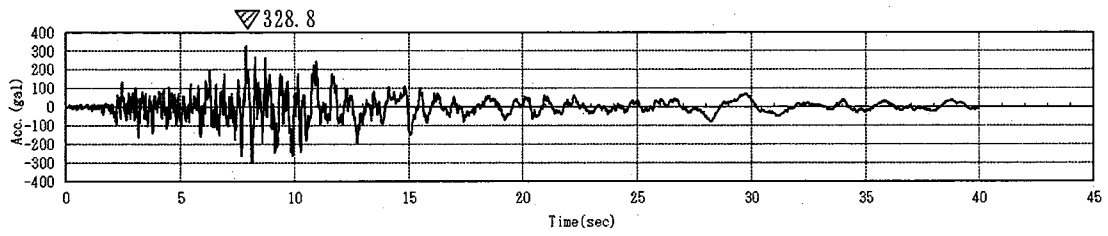


(a) 加速波形

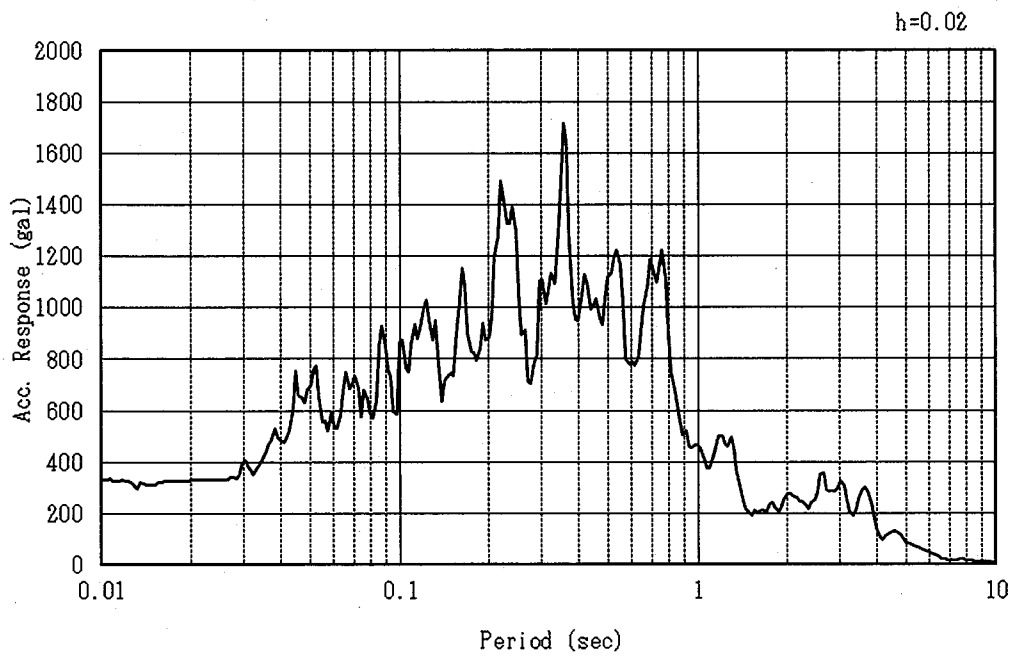


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 S s -C3 (NS) (23/27)

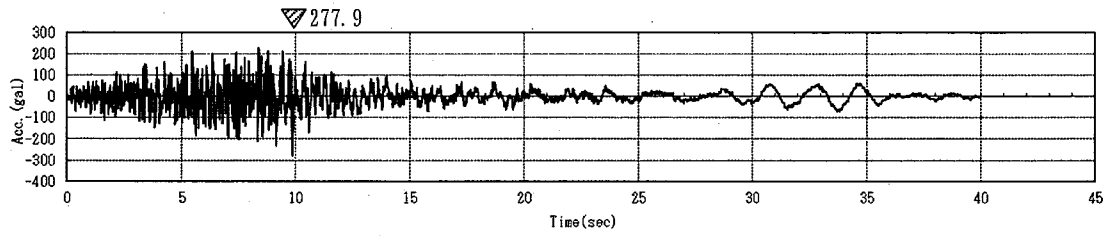


(a) 加速波形

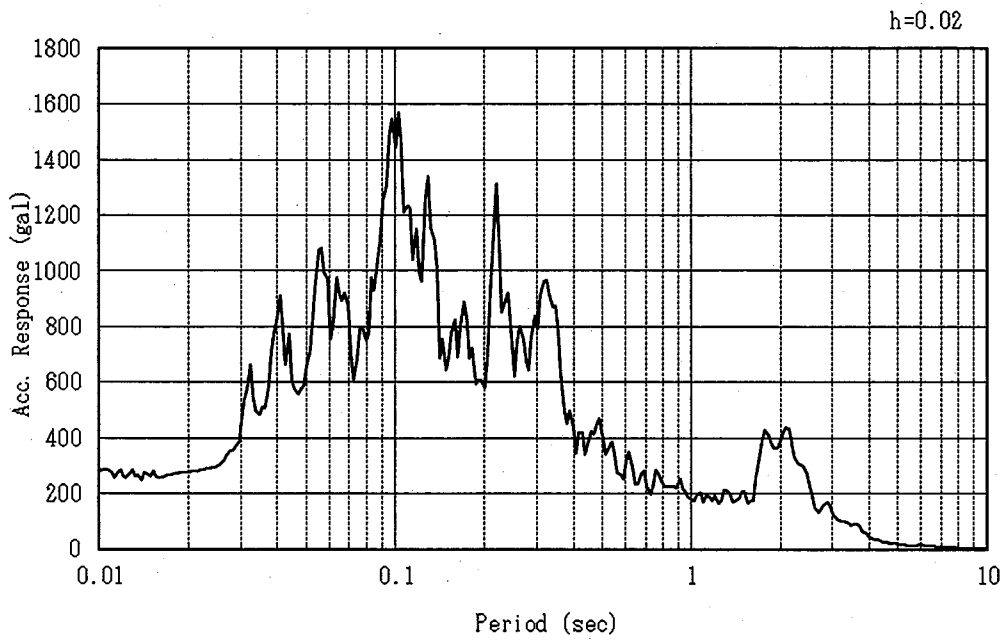


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 Ss-C3 (EW) (24/27)

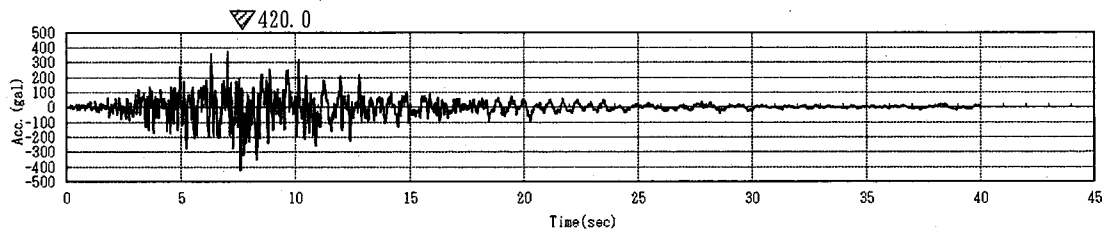


(a) 加速波形

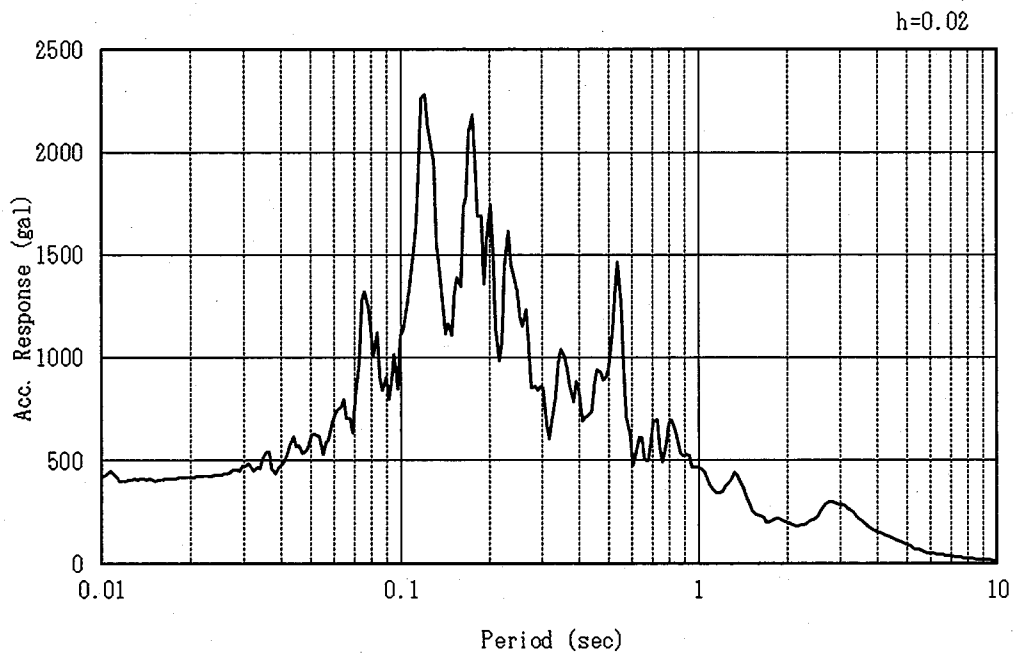


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 Ss-C3 (UD) (25/27)

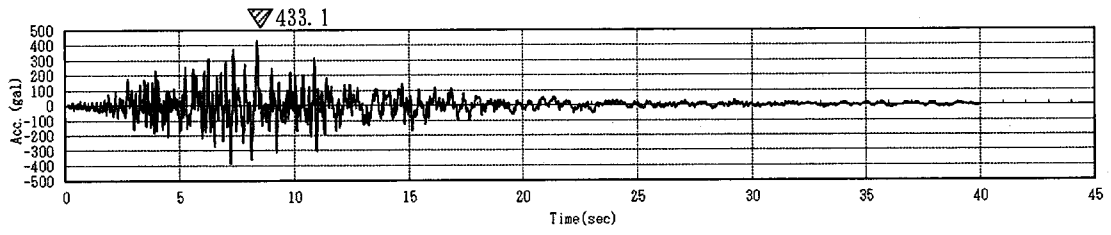


(a) 加速波形

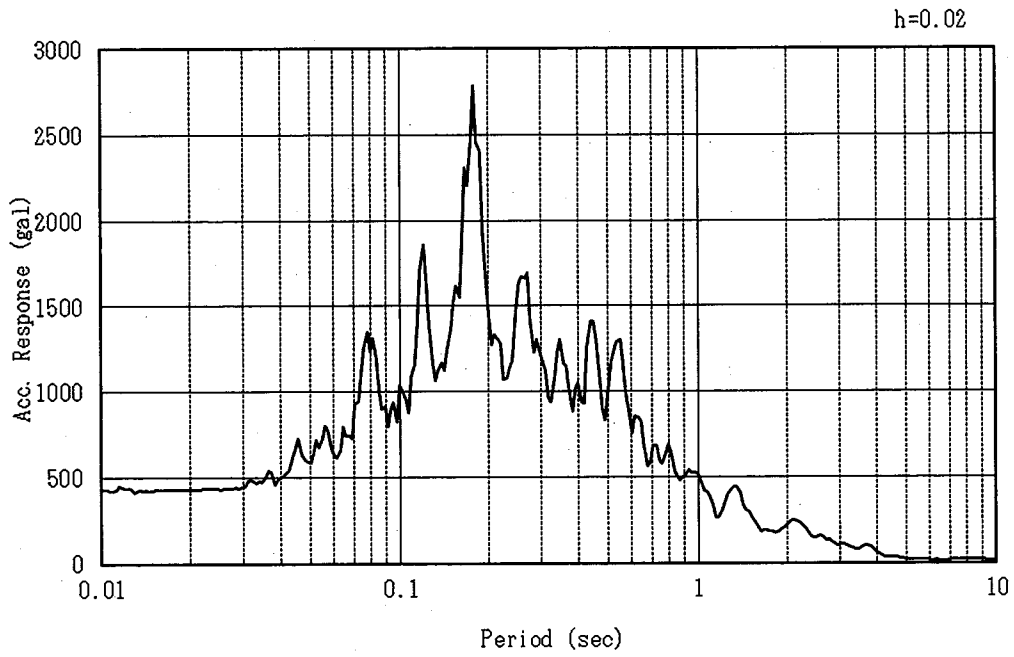


(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 Ss-C4 (NS) (26/27)



(a) 加速波形



(b) 加速度応答スペクトル

第3.3-1図 飛来物防護ネットの入力地震動 Ss-C4 (EW) (27/27)

3.4 許容限界

許容限界は「3.2評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに設定する。

許容応力度は、「建築基準法告示」及び「鋼構造設計規準」(1973改定)(日本建築学会)」に基づくものとし、応力度比は1.0以下とする。

使用材料の許容限界を第4.-2表に示す。

第3.4-1表 各使用材料の許容限界

使用材料	基準強度 (MPa)	許容限界
SN490B	325	短期許容応力度において基準強度を1.1倍した値
BCP325		
G385	325	

3.5 地震荷重の算定

水平方向の地震荷重は、基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果から算出する。
鉛直方向の地震荷重は、固有値解析を行い、支持架構の鉛直方向に卓越する固有周期における地震荷重の応答加速度から算出する。

(1) 評価モデル

a. 水平方向

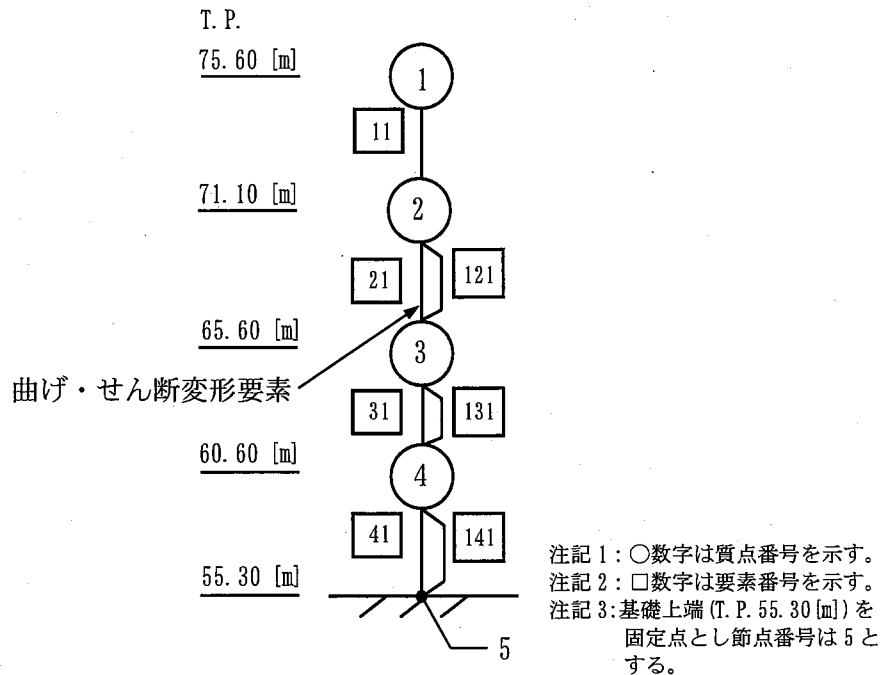
解析モデル

地震応答解析モデルを第3.5-1図に示す。

基礎上端を固定とし、支持架構はフレーム部分と座屈拘束ブレース部分を並列に設置する。フレーム部分は弾性として、座屈拘束ブレース部分は完全弾塑性型とする。要素番号11~41はフレーム部分を示し、要素番号121~141は座屈拘束ブレース部分を示す。

飛来物防護ネットのフレーム部分の解析モデルの諸元のNS方向を第3.5-1表、EW方向を第3.5-2表に示す。

飛来物防護ネットの座屈拘束ブレース部分の解析モデルの諸元のNS方向を第3.5-3表、EW方向を第3.5-4表に示す。



鉄骨の縦弾性係数 $E=2.05 \times 10^5$ (N/mm²)
 鉄骨のせん断弾性係数 $G=7.90 \times 10^4$ (N/mm²)
 鉄骨の減衰定数 $h=0.02$

第3.5-1図 地震応答解析モデル (水平方向)

第3.5-1表 飛来物防護ネットの解析モデル諸元 (NS方向)

質点番号	質点位置 T. P. (m)	重量 W (kN)	回転慣性重量 I_g (kN·m ²)	要素番号	要素位置 T. P. (m)	せん断 断面積 A_s (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)
1	75.60	7190.0	6.60×10^5	11	75.6~71.1	2.71×10^{-2}	1.00×10^5
2	71.10	4850.0	6.60×10^5	21	71.1~65.6	1.23×10^{-2}	1.00×10^5
3	65.60	2630.0	—	31	65.6~60.6	1.24×10^{-2}	1.00×10^5
4	60.60	3010.0	—	41	60.6~55.3	1.74×10^{-2}	1.00×10^5

第3.5-2表 飛来物防護ネットの解析モデル諸元 (EW方向)

質点番号	質点位置 T. P. (m)	重量 W (kN)	回転慣性重量 I_g (kN·m ²)	要素番号	要素位置 T. P. (m)	せん断 断面積 A_s (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)
1	75.60	7190.0	9.51×10^5	11	75.6~71.1	2.44×10^{-2}	1.00×10^5
2	71.10	4850.0	9.51×10^5	21	71.1~65.6	1.14×10^{-2}	1.00×10^5
3	65.60	2630.0	—	31	65.6~60.6	1.07×10^{-2}	1.00×10^5
4	60.60	3010.0	—	41	60.6~55.3	1.63×10^{-2}	1.00×10^5

第3.5-3表 飛来物防護ネットの座屈拘束ブレースの解析モデル諸元 (NS方向)

要素 番号	要素位置 T. P. (m)	せん断 断面積 A_s (m^2)	断面二次 モーメント I (m^4)	降伏歪 γ
121	71.1~65.6	5.69×10^{-2}	—	1.37×10^{-3}
131	65.6~60.6	9.29×10^{-2}	—	1.37×10^{-3}
141	60.6~55.3	1.03×10^{-1}	—	1.37×10^{-3}

第3.5-4表 飛来物防護ネットの座屈拘束ブレースの解析モデル諸元 (EW方向)

要素 番号	要素位置 T. P. (m)	せん断 断面積 A_s (m^2)	断面二次 モーメント I (m^4)	降伏歪 γ
121	71.1~65.6	6.20×10^{-2}	—	1.38×10^{-3}
131	65.6~60.6	9.85×10^{-2}	—	1.40×10^{-3}
141	60.6~55.3	1.04×10^{-1}	—	1.39×10^{-3}

(2) 解析方法

計算においては、支持架構全体を質点系の地震応答解析モデルによりモデル化し、解析コード「TDAP III (ver. 3.07)」を用いて評価を実施する。

なお、評価に用いる解析コード「TDAP III (ver. 3.07)」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

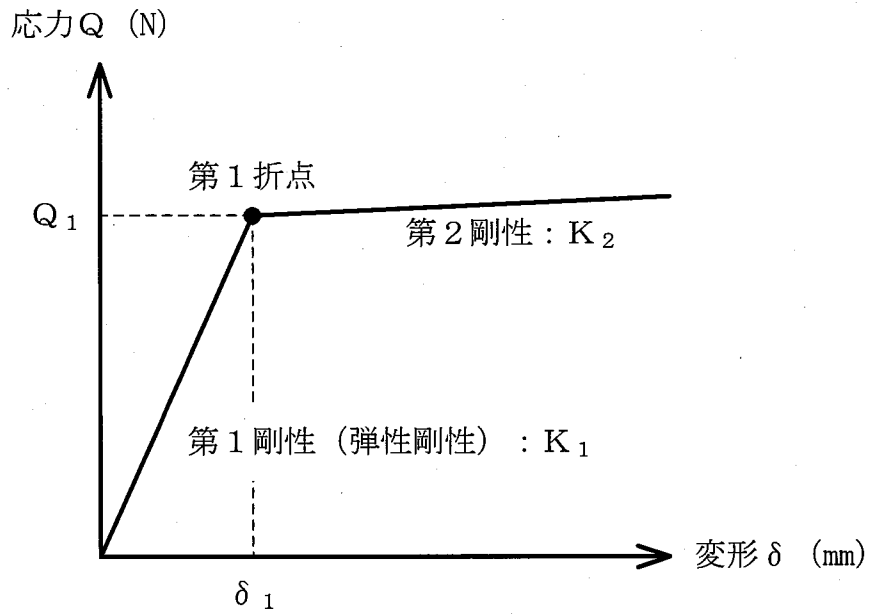
(3) 解析条件

座屈拘束ブレースに作用する応力-変形関係は、特性確認試験結果をもとにバイリニア型スケルトン曲線とする。

座屈拘束ブレースに作用する応力-変形関係を第3.5-2図に示す。

座屈拘束ブレースに作用する応力-変形関係の履歴特性は、特性確認試験結果に基づきノーマルバイリニアとする。

座屈拘束ブレースに作用する応力-変形関係の履歴特性を第3.5-3図に示す。



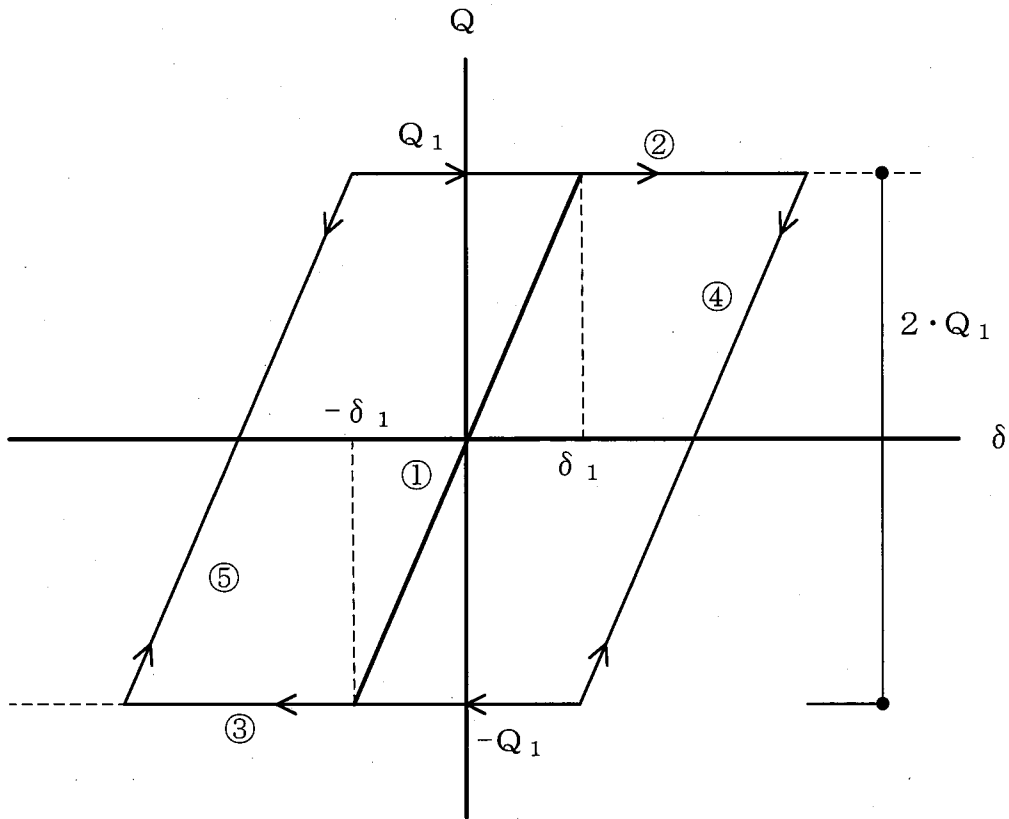
Q_1 : 第1 折点応力

δ_1 : 第1 折点変形

K_1 : 第1 剛性 (弾性剛性)

K_2 : 第2 剛性

第3.5-2図 座屈拘束ブレースの応力-変形関係



- ① : 第1 剛性 (弾性剛性)
- ② : 正側第2 剛性
- ③ : 負側第2 剛性
- ④ : 正側第2 剛性からの戻りの弾性剛性。 $2 \cdot Q_1$ 戻ると③に移る。
- ⑤ : 負側第2 剛性からの戻りの弾性剛性。 $2 \cdot Q_1$ 戻ると②に移る。

第3.5-3図 座屈拘束ブレースの応力-変形の履歴特性

(4) 地震応答解析結果

解析結果における各層の最大応答せん断力は、フレーム部分と座屈拘束ブレース部分が同時刻に負担するせん断力を足し合わせたものである。

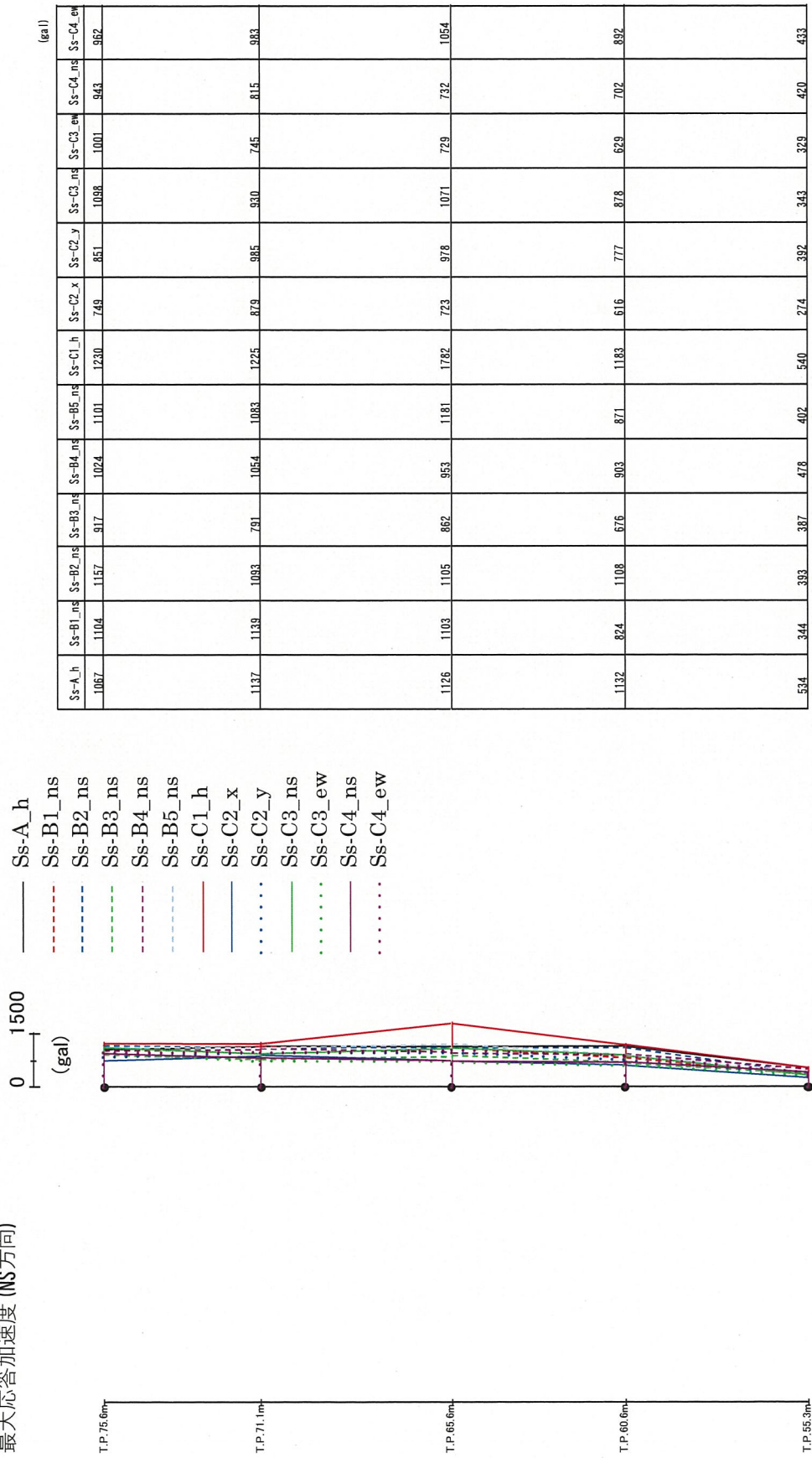
解析結果から、各層において最大応答せん断力が発生している地震動はS s -C1 (H)となるため、水平方向の設計用地震力にはS s -C1 (H)の最大応答せん断力を用いる。

飛来物防護ネットの地震応答解析結果を第3. 5-4図に示す。

座屈拘束ブレースの最大応答値のNS方向を第3. 5-5表に、EW方向を第3. 5-6表に示す。

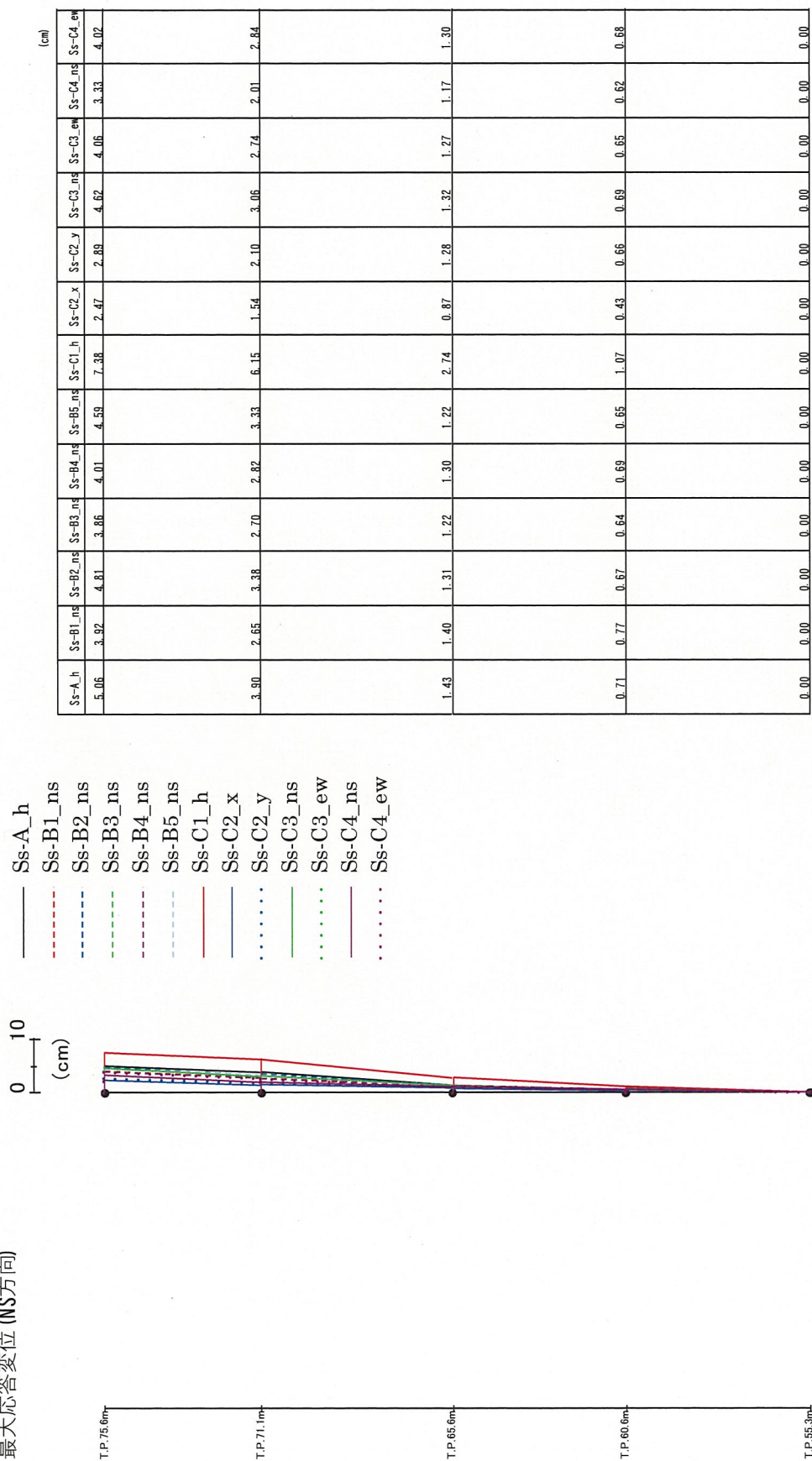
座屈拘束ブレースの復元力特性上での最大応答値のNS方向を第3. 5-5図に、EW方向を第3. 5-6図に示す。

最大応答加速度 (NS方向)



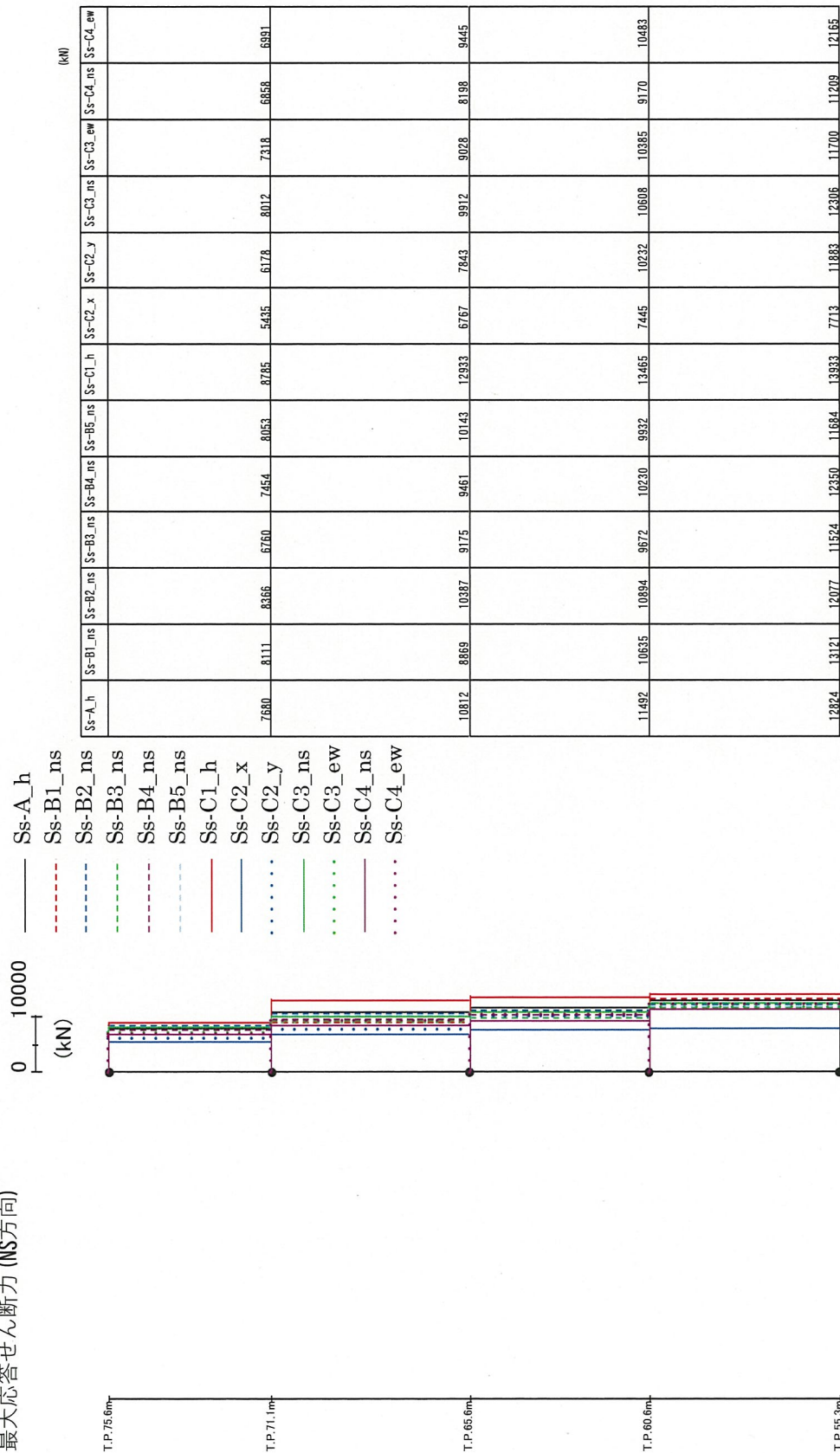
第3.5-4図 飛来物防護ネットの最大応答加速度 (NS方向) (1/8)

最大応答変位 (NS方向)



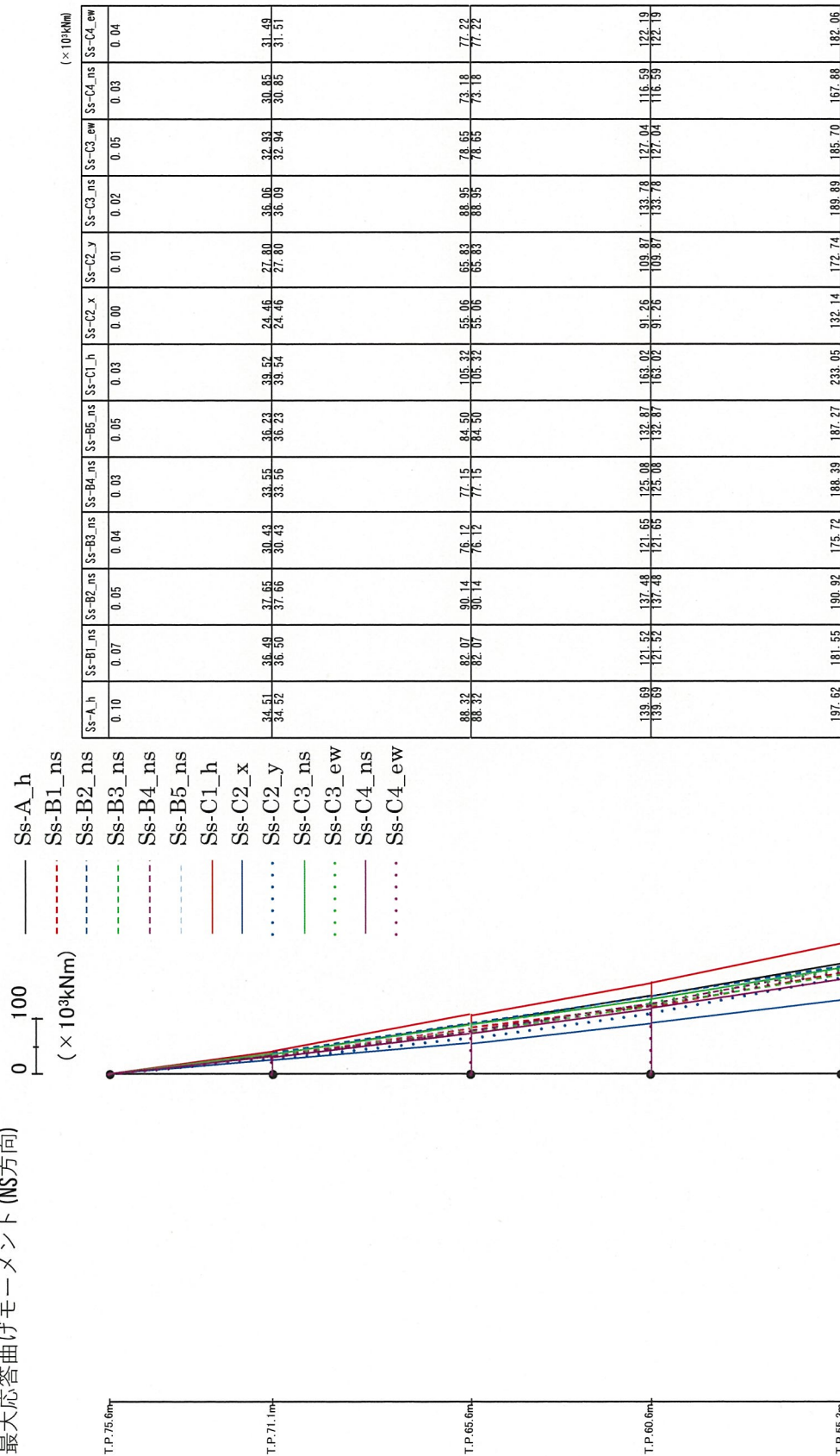
第 3.5-4 図 飛来物防護ネットの最大応答変位 (NS 方向) (2/8)

最大応答せん断力 (NS方向)



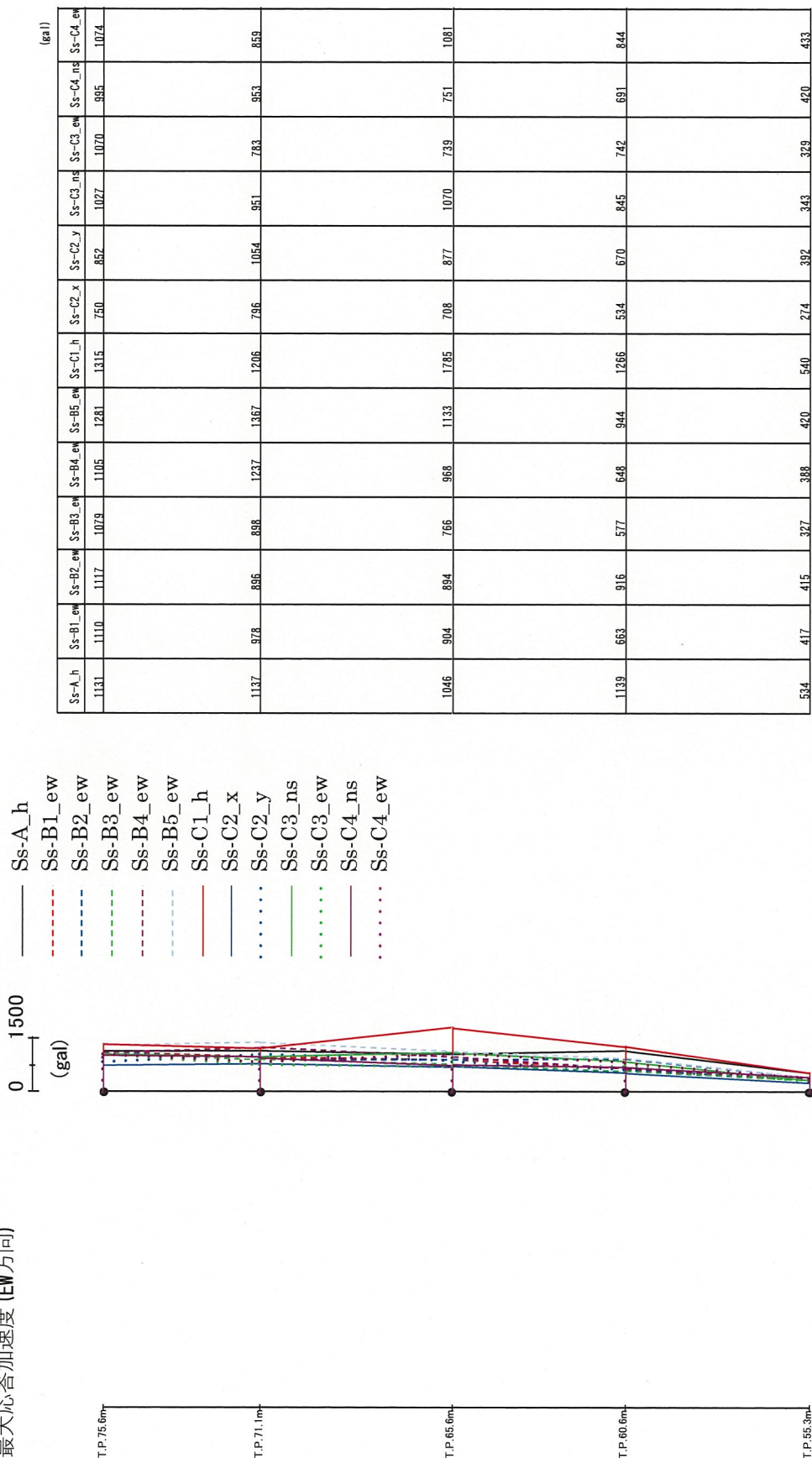
第 3.5-4 図 飛来物防護ネットの最大応答せん断力 (NS 方向) (3/8)

最大応答曲げモーメント (NS方向)



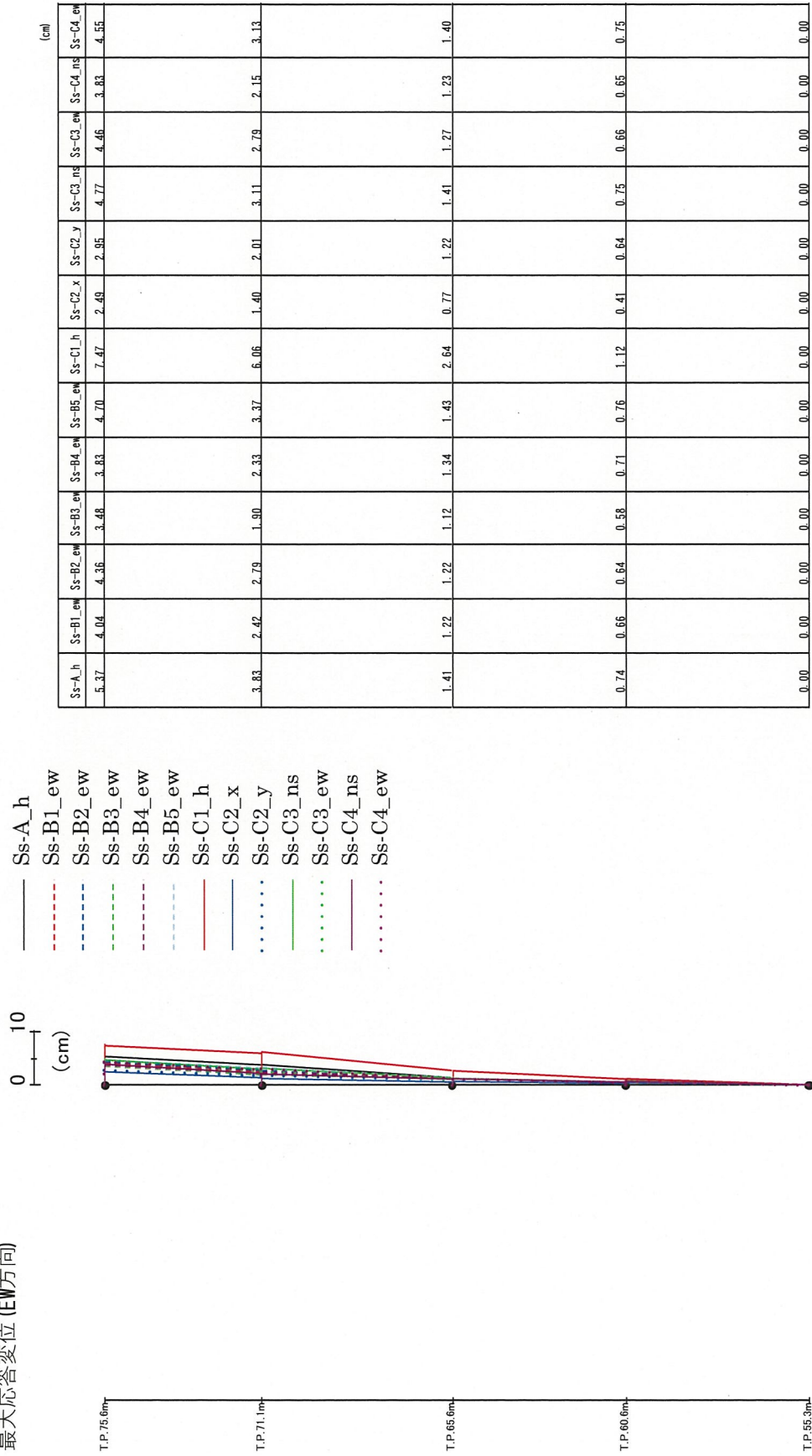
第 3.5-4 図 飛来物防護ネットの最大応答曲げモーメント (NS 方向) (4/8)

最大応答加速度 (EW方向)

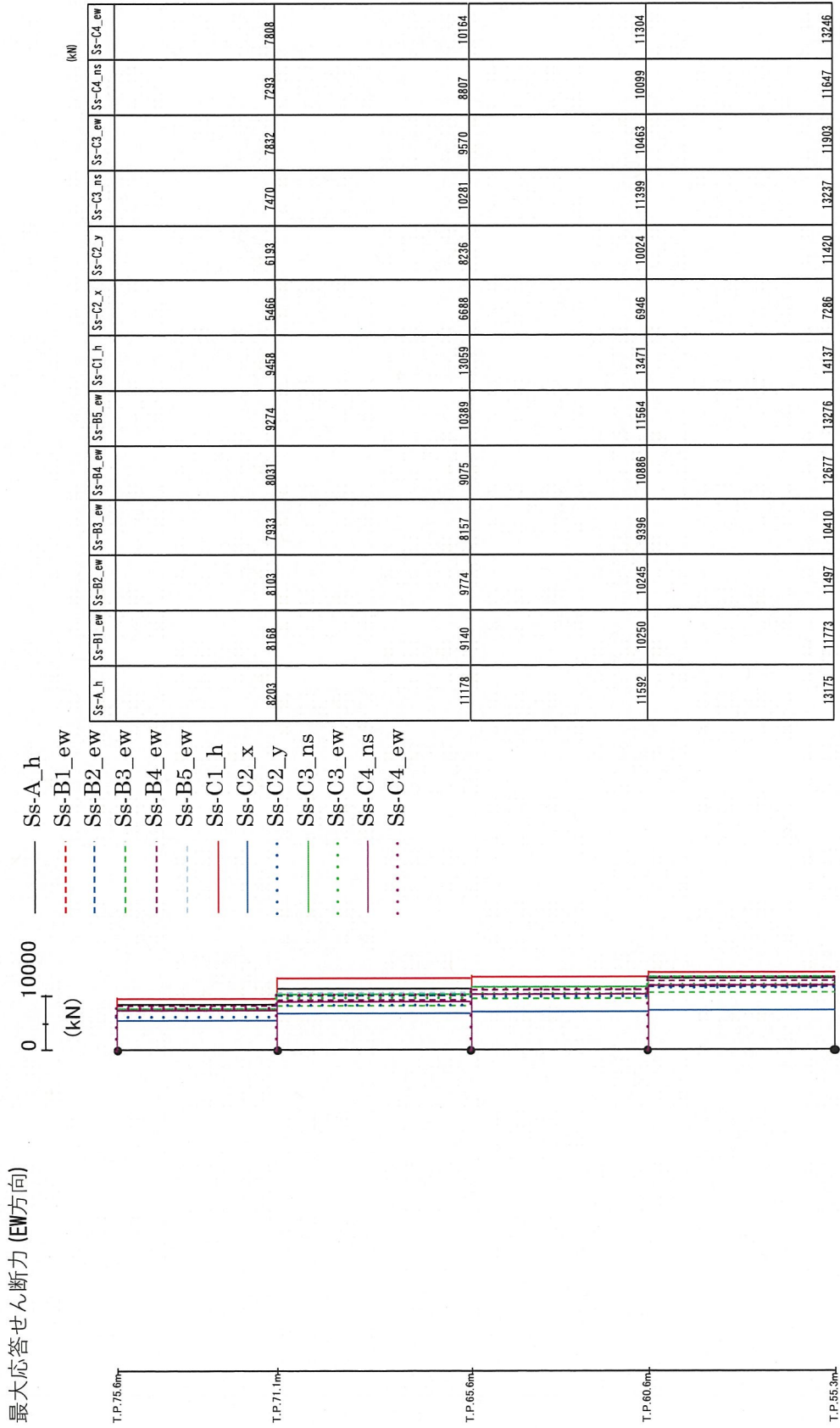


第 3.5-4 図 飛来物防護ネットの最大応答加速度 (EW 方向) (5/8)

最大応答変位 (EW方向)

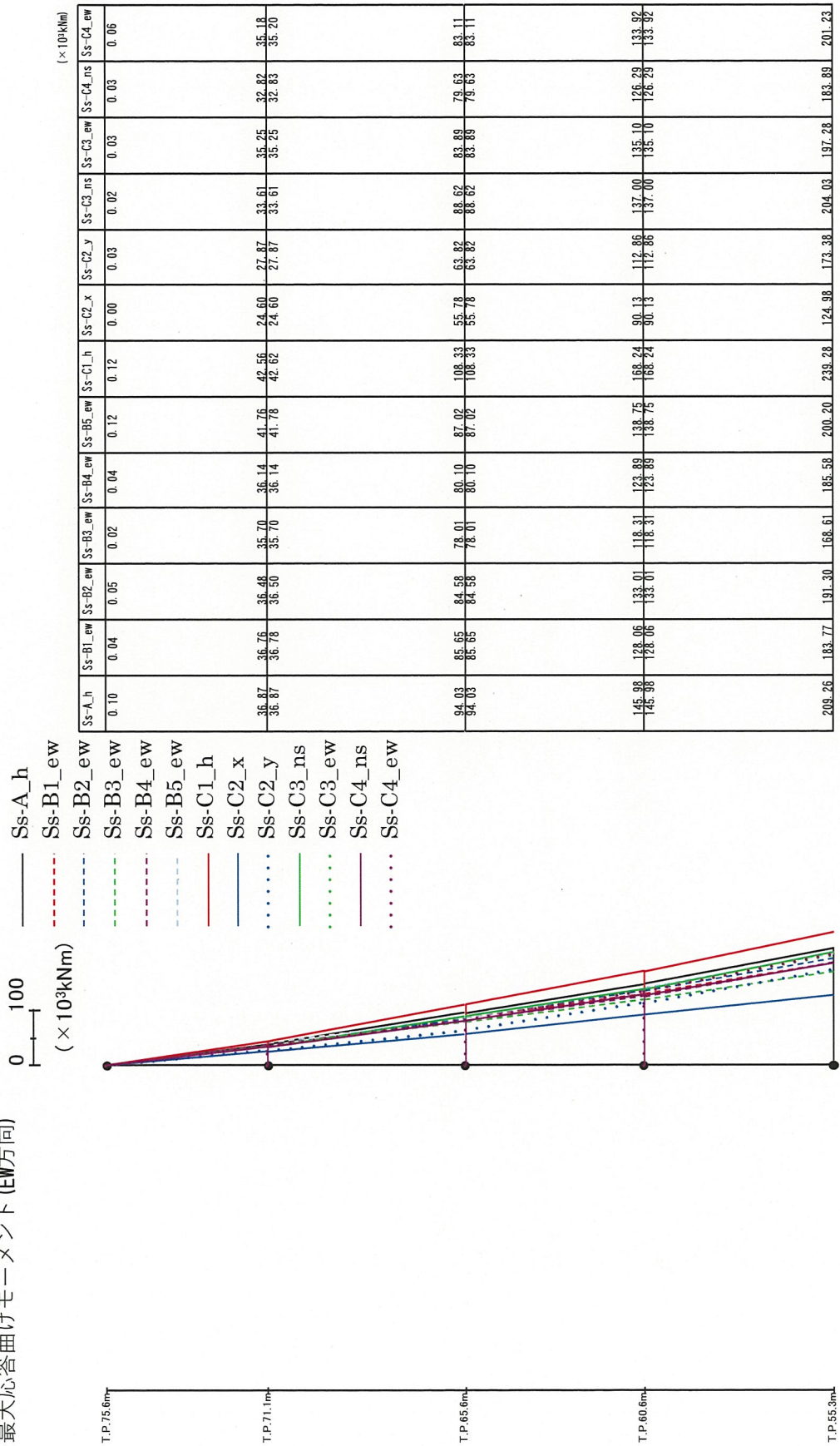


第 3.5-4 図 飛来物防護ネットの最大応答変位 (EW 方向) (6/8)



第 3.5-4 図 飛来物防護ネットの最大応答せん断力 (EW 方向) (7/8)

最大応答曲げモーメント (EW方向)



第 3.5-4 図 飛来物防護ネットの最大応答曲げモーメント (EW 方向) (8/8)

座屈拘束ブレースの最大応答軸力

要素 番号	(単位：kN)												
	S s-A	S s-B1	S s-B2	S s-B3	S s-B4	S s-B5	S s-C1	S s-C2_x	S s-C2_y	S s-C3_ns	S s-C3_ew	S s-C4_ns	S s-C4_ew
121	6174	6165	6172	6166	6168	6171	6184	5565	6160	6170	6166	6162	6168
131	10055	9383	9612	8533	9026	8763	10070	6568	9028	9359	9162	8091	9249
141	10970	11148	10332	9859	10565	9996	11153	6598	10166	10527	10009	9590	10407

座屈拘束ブレースの最大応答変位

要素 番号	(単位：mm)												
	S s-A	S s-B1	S s-B2	S s-B3	S s-B4	S s-B5	S s-C1	S s-C2_x	S s-C2_y	S s-C3_ns	S s-C3_ew	S s-C4_ns	S s-C4_ew
121	26.3	15.4	23.9	17.1	18.7	22.5	38.4	6.9	9.7	21.2	16.3	11.6	18.6
131	7.4	6.4	6.6	5.9	6.2	6.0	17.4	4.5	6.2	6.4	6.3	5.6	6.4
141	7.2	7.7	6.8	6.5	6.9	6.9	10.8	4.3	6.7	6.9	6.6	6.3	6.8

第 3.5-5 表 座屈拘束ブレースの最大応答値 (NS 方向)

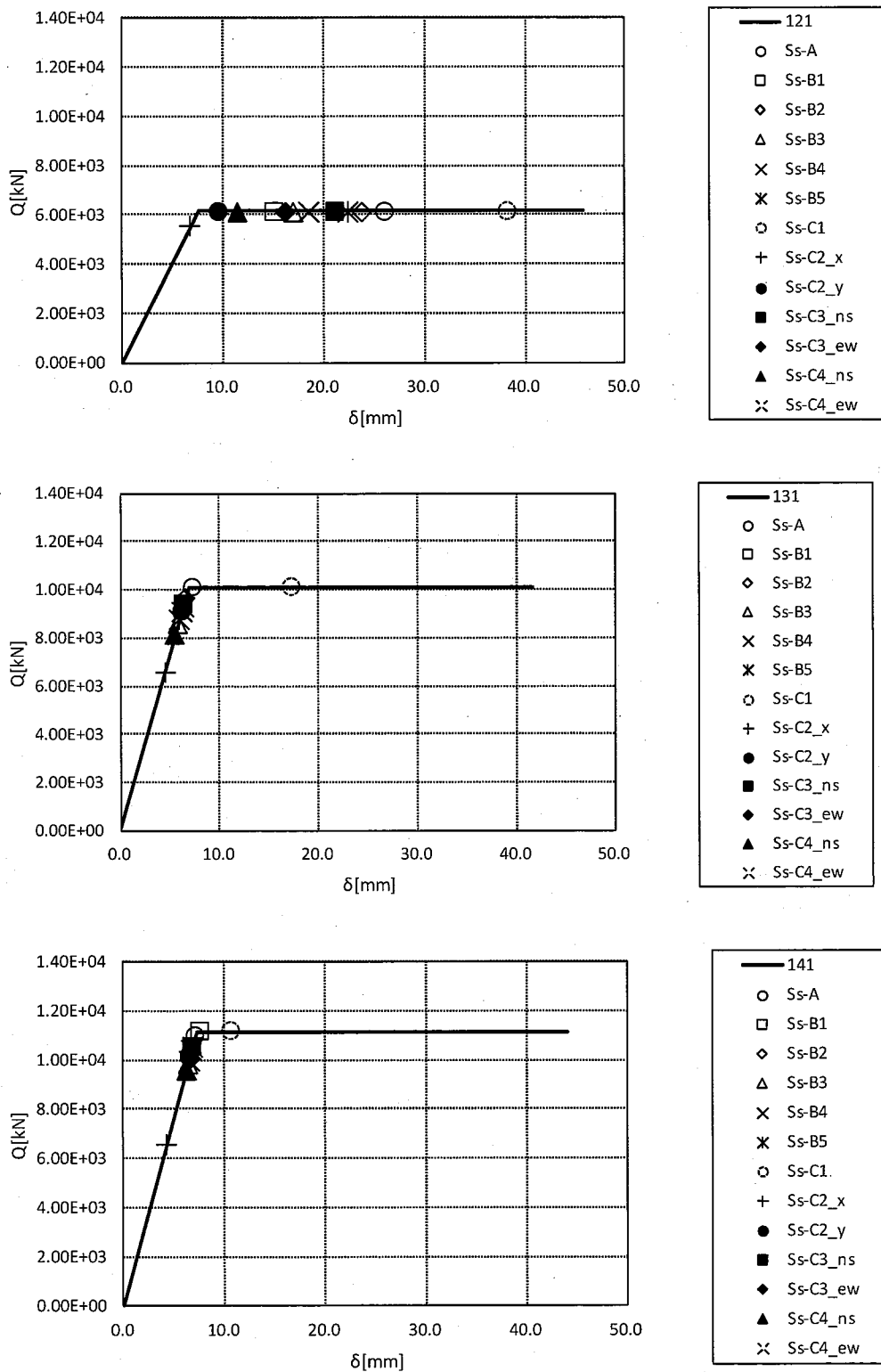
座屈拘束ブレースの最大応答軸力

要素 番号	(単位：kN)												
	S s-A	S s-B1	S s-B2	S s-B3	S s-B4	S s-B5	S s-C1	S s-C2_x	S s-C2_y	S s-C3_ns	S s-C3_ew	S s-C4_ns	S s-C4_ew
121	6777	6766	6769	6760	6765	6773	6787	5949	6761	6772	6768	6764	6771
131	10456	9246	9242	8476	9820	10431	10907	6266	9042	10282	9438	9110	10197
141	11390	10178	9940	9000	10959	11421	11426	6299	9873	11420	10290	10069	11420

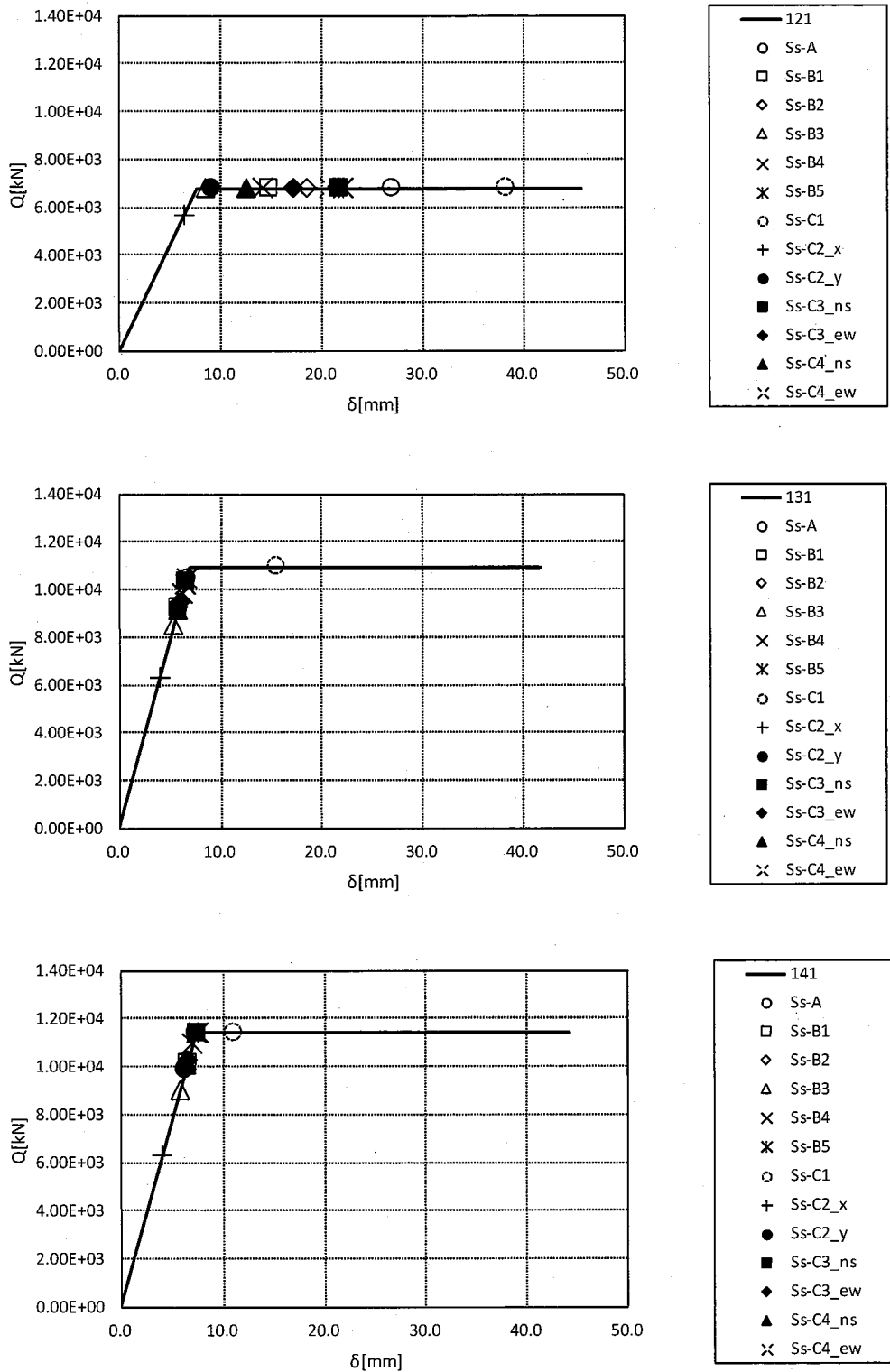
座屈拘束ブレースの最大応答変位

要素 番号	(単位：mm)												
	S s-A	S s-B1	S s-B2	S s-B3	S s-B4	S s-B5	S s-C1	S s-C2_x	S s-C2_y	S s-C3_ns	S s-C3_ew	S s-C4_ns	S s-C4_ew
121	26.9	14.8	18.6	8.6	14.2	22.1	38.4	6.4	9.1	21.6	17.2	12.5	20.8
131	6.8	6.0	6.0	5.5	6.4	6.8	15.6	4.1	5.9	6.7	6.1	5.9	6.6
141	7.4	6.6	6.5	5.9	7.1	7.7	11.2	4.1	6.4	7.5	6.7	6.5	7.6

第 3.5-6 表 座屈拘束ブレースの最大応答値 (EW 方向)



第3.5-5図 座屈拘束ブレースの復元力特性上での最大応答値 (Ss, NS方向)

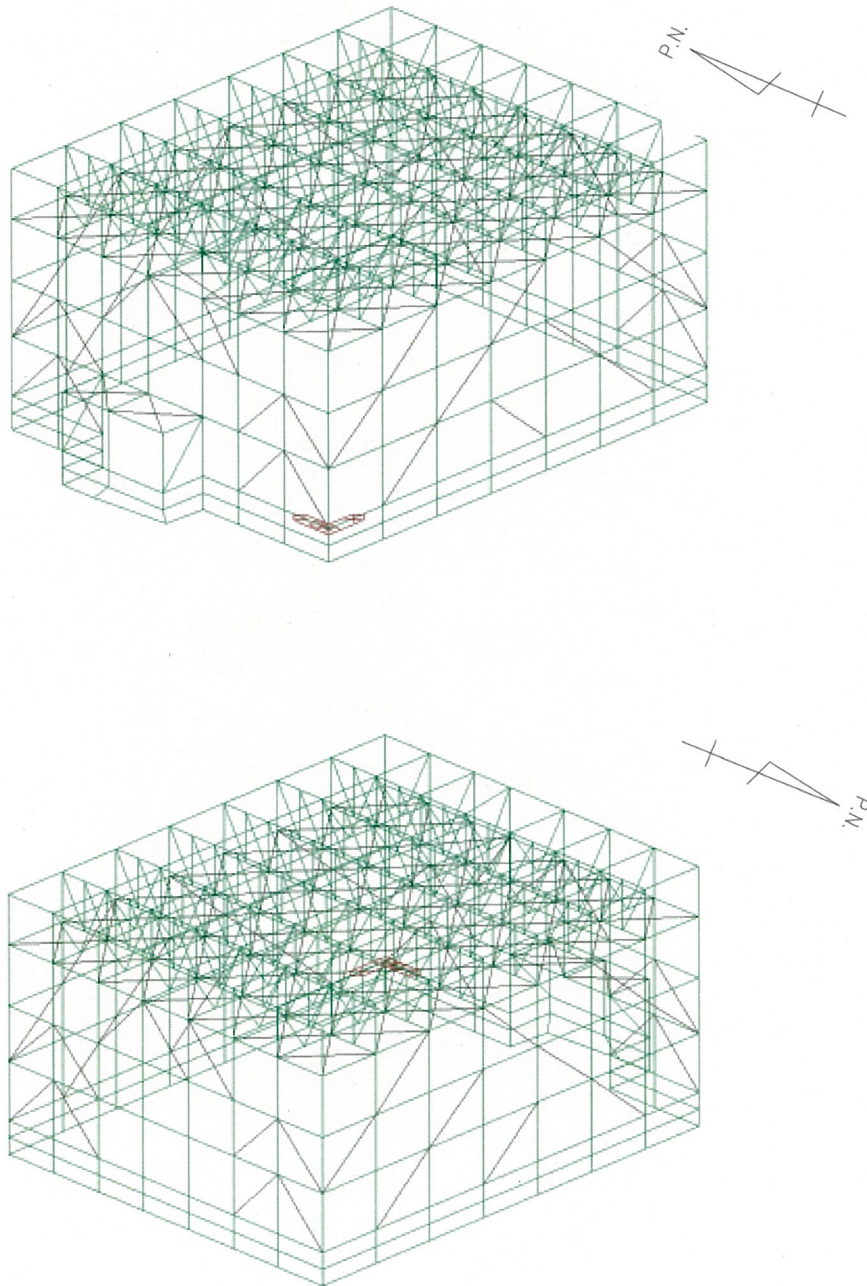


第3.5-6図 座屈拘束ブレースの復元力特性上での最大応答値 (Ss, EW方向)

b. 鉛直方向

(a) 解析モデル

飛来物防護ネットの固有値解析モデルを第3.5-7図に示す。



第3.5-7図 飛来物防護ネットの固有値解析モデル

(b) 解析方法

計算においては、支持架構全体を三次元フレームの固有値解析モデルによりモデル化し、解析コード「midas iGen (ver. 845)」を用いて評価を実施する。

なお、評価に用いる解析コード「midas iGen (ver. 845)」の検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「IV-3 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

(c) 固有値解析結果

固有値解析結果から、飛来物防護ネットのトラス部分の鉛直方向に卓越する固有周期は0.244秒とし、支持架構の柱脚位置における加速度応答スペクトルからSs-C1 (UD)の加速度は0.8Gの鉛直震度を鉛直方向の設計用地震力とする。

飛来物防護ネットの固有値解析結果を第3.5-7表に示す。また、固有モード（刺激関数）を第3.5-8図に示す。

第3.5-7表 固有値解析結果

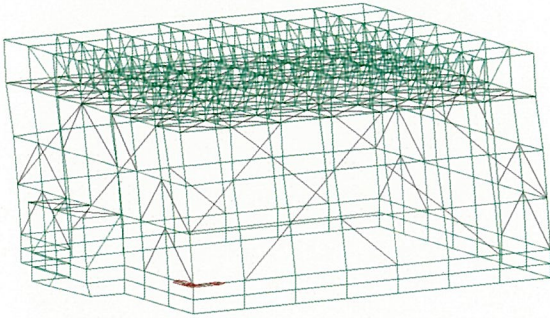
UD方向			
次数	固有周期 [s]	固有振動数 [Hz]	刺激係数
1	0.463	2.16	0.028
2	0.458	2.18	-0.017
3	0.314	3.19	-0.025
4	0.256	3.90	0.432
5	0.244	4.09	19.423
6	0.194	5.15	-3.434
7	0.192	5.21	1.038
8	0.189	5.30	0.884
178	0.050	19.99	-1.426
179	0.050	20.06	-0.778

1 次モード

固有周期:0.463 [s]

振動数 :2.16 [Hz]

刺激係数:0.028

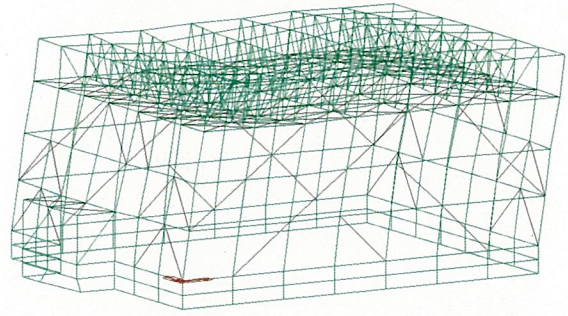


2 次モード

固有周期:0.458 [s]

振動数 :2.18 [Hz]

刺激係数:-0.017

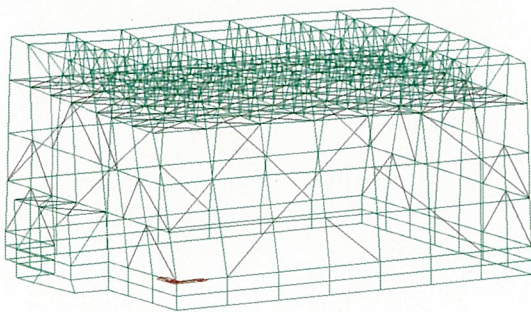


3 次モード

固有周期:0.314 [s]

振動数 :3.19 [Hz]

刺激係数:-0.025

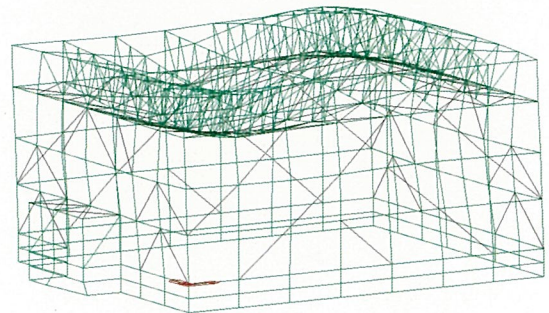


4 次モード

固有周期:0.256 [s]

振動数 :3.90 [Hz]

刺激係数:0.432



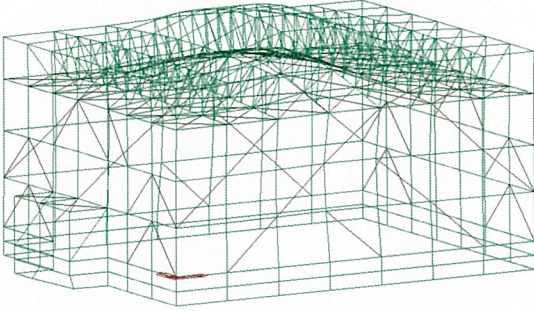
第 3.5-8 図 固有モード (刺激関数 : UD 方向) (1/3)

5 次モード

固有周期:0.244 [s]

振動数 :4.09 [Hz]

刺激係数:19.423

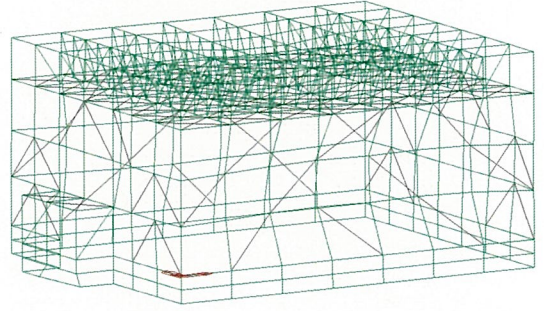


6 次モード

固有周期:0.194 [s]

振動数 :5.15 [Hz]

刺激係数:-3.434

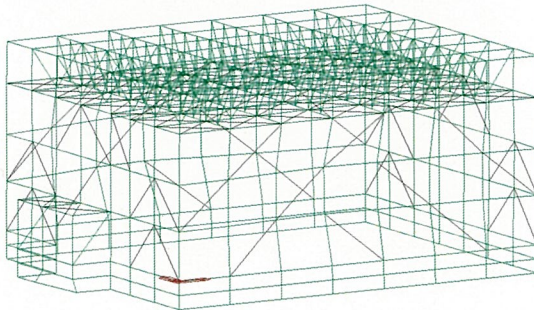


7 次モード

固有周期:0.192 [s]

振動数 :5.21 [Hz]

刺激係数:1.038

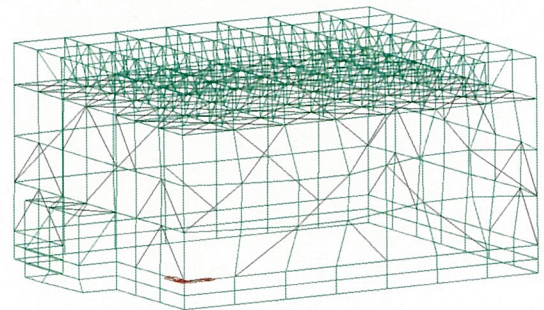


8 次モード

固有周期:0.189 [s]

振動数 :5.30 [Hz]

刺激係数:0.884



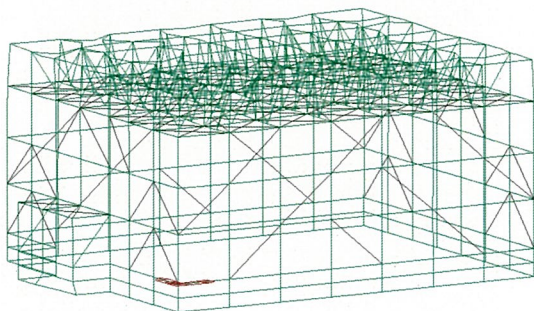
第 3.5-8 図 固有モード (刺激関数:UD 方向) (2/3)

178 次モード

固有周期:0.050 [s]

振動数 :19.99 [Hz]

刺激係数:-1.426

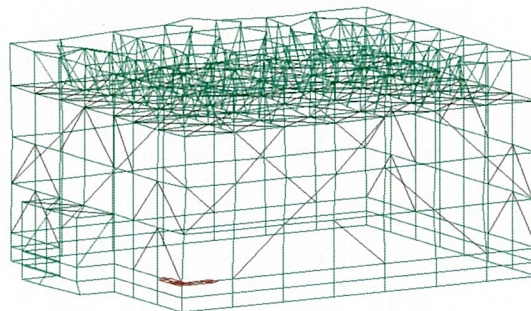


179 次モード

固有周期:0.050 [s]

振動数 :20.06 [Hz]

刺激係数:-0.778



第 3.5-8 図 固有モード (刺激関数:UD 方向) (3/3)

3.6 応力解析

飛来物防護ネットの評価は、「3.5 評価方法」の「b.鉛直方向」で設定した飛来物防護ネットの三次元フレームモデルを用いて、解析コード「midas iGen (ver. 845)」により応力解析を行い、部材応力を求め、部材に生じる軸応力度及び曲げ応力度の組合せ応力が許容限界を超えないこと、並びに、部材に生じるせん断応力度が許容限界を超えないことを確認する。

a. 軸力及び曲げモーメントに対する評価方法

軸力及び曲げモーメントが生じる部材は、座屈を考慮し、部材に生じる軸応力度及び曲げ応力度の組合せ応力が、許容限界を超えないことを確認する。

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1.0 \quad \text{または} \quad \frac{\sigma_t}{f_t} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1.0$$

b. せん断力に対する評価方法

せん断力が生じる部材は、部材に生じるせん断応力度が、下式により許容限界を超えないことを確認する。

$$\frac{\tau_s}{f_s} \leq 1.0$$

(1) 材料定数

使用材料の材料定数を第4.-1表に示す。材料定数は、「鋼構造設計規準」(1973年改定)(日本建築学会)及び「原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601-1987, JEAG4601-1991 追補版)」に基づいて設定する。

4.-1表 材料定数

縦弾性係数	減衰定数
$2.05 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	0.02

4. 評価結果

飛来物防護ネットの評価結果を第5.-2表に示す。

評価結果は許容限界を超えないことから、十分な構造強度を有している。

評価結果に用いる記号の定義を第5.-1表に示す。

第3. 1-1表 評価に用いる記号

記号	単位	定義
f_b	MPa	曲げに対する許容限界
f_c	MPa	圧縮に対する許容限界
f_s	MPa	せん断に対する許容限界
f_t	MPa	引張に対する許容限界
σ_b	MPa	部材の曲げ応力度
σ_c	MPa	部材の圧縮応力度
σ_t	MPa	部材の引張応力度
τ_s	MPa	部材のせん断応力度

第5. -1表 飛来物防護ネットの評価結果 (柱・大はり) (1/3)

対象	部 材	応力度	発生応力度 (MPa)	許容応力度 (MPa)	応力度比
飛来物防護ネット	柱	引 張	$\sigma_t = -$	$f_t = 357$	-
		圧 縮	$\sigma_c = 33.1$	$f_c = 199$	0.17
		曲 げ	$\sigma_{bx} = 5.1$	$f_{bx} = 357$	0.02
			$\sigma_{by} = 220.1$	$f_{by} = 357$	0.62
		せ ん 断	$\tau = 26.9$	$f_s = 206$	0.14
		組合せ (引張+曲げ)	(応力度比) -	(許容値) 1.00	-
		組合せ (圧縮+曲げ)	(応力度比) 0.80	(許容値) 1.00	0.80
	大はり	引 張	$\sigma_t = 43.7$	$f_t = 357$	0.13
		圧 縮	$\sigma_c = -$	$f_c = 289$	-
		曲 げ	$\sigma_{bx} = 228.6$	$f_{bx} = 357$	0.65
			$\sigma_{by} = 2.7$	$f_{by} = 357$	0.01
		せ ん 断	$\tau = 57.9$	$f_s = 206$	0.29
		組合せ (引張+曲げ)	(応力度比) 0.77	(許容値) 1.00	0.77
		組合せ (圧縮+曲げ)	(応力度比) -	(許容値) 1.00	-

第 5.-1 表 飛来物防護ネットの評価結果 (小はり・トラス柱) (2/3)

対象	部 材	応力度	発生応力度 (MPa)	許容応力度 (MPa)	応力度比
飛来物防護ネット	小はり	引 張	$\sigma_t = -$	$f_t = 357$	-
		圧 縮	$\sigma_c = 35.0$	$f_c = 200$	0.18
		曲 げ	$\sigma_{bx} = 163.8$	$f_{bx} = 279$	0.59
			$\sigma_{by} = 3.8$	$f_{by} = 357$	0.02
		せ ん 断	$\tau = 33.2$	$f_s = 206$	0.17
		組合せ (引張+曲げ)	(応力度比) -	(許容値) 1.00	-
	トラス柱	組合せ (圧縮+曲げ)	(応力度比) 0.78	(許容値) 1.00	0.78
		引 張	$\sigma_t = -$	$f_t = 357$	-
		圧 縮	$\sigma_c = 7.9$	$f_c = 263$	0.04
		曲 げ	$\sigma_{bx} = 8.3$	$f_{bx} = 357$	0.03
			$\sigma_{by} = 220.7$	$f_{by} = 357$	0.62
		せ ん 断	$\tau = 4.8$	$f_s = 206$	0.03
組合せ (引張+曲げ)	(応力度比) -	(許容値) 1.00	-		
組合せ (圧縮+曲げ)	(応力度比) 0.68	(許容値) 1.00	0.68		

第 5. -1 表 飛来物防護ネットの評価結果 (鉛直ブレース・水平ブレース) (3/3)

対象	部 材	応力度	発生応力度 (MPa)	許容応力度 (MPa)	応力度比
飛来物防護ネット	鉛直 ブレース	引 張	$\sigma_t = -$	$f_t = 357$	-
		圧 縮	$\sigma_c = 102.3$	$f_c = 190$	0.54
		曲 げ	$\sigma_{bx} = 46.7$	$f_{bx} = 357$	0.14
			$\sigma_{by} = 0.2$	$f_{by} = 357$	0.01
		せ ん 断	$\tau = 4.6$	$f_s = 206$	0.03
		組合せ (引張+曲げ)	(応力度比) -	(許容値) 1.00	-
		組合せ (圧縮+曲げ)	(応力度比) 0.67	(許容値) 1.00	0.67
		引 張	$\sigma_t = -$	$f_t = 357$	-
	水平 ブレース	圧 縮	$\sigma_c = 73.6$	$f_c = 271$	0.28
		曲 げ	$\sigma_{bx} = -$	$f_{bx} = -$	-
			$\sigma_{by} = -$	$f_{by} = -$	-
		せ ん 断	$\tau = -$	$f_s = -$	-
		組合せ (引張+曲げ)	(応力度比) -	(許容値) 1.00	-
		組合せ (圧縮+曲げ)	(応力度比) 0.28	(許容値) 1.00	0.28

第5.-1表 飛来物防護ネットの評価結果 (鉛直ブレース・水平ブレース) (3/3)

対象	部 材	応力度	発生応力度 (MPa)	許容応力度 (MPa)	応力度比
飛来物防護ネット	鉛直 ブレース	引 張	$\sigma_t = -$	$f_t = 357$	-
		圧 縮	$\sigma_c = 102.3$	$f_c = 190$	0.54
		曲 げ	$\sigma_{bx} = 46.7$	$f_{bx} = 357$	0.14
			$\sigma_{by} = 0.2$	$f_{by} = 357$	0.01
		せ ん 断	$\tau_s = 4.6$	$f_s = 206$	0.03
		組合せ(引張+曲げ)	(応力度比) -	(許容値) 1.00	-
		組合せ(圧縮+曲げ)	(応力度比) 0.67	(許容値) 1.00	0.67
		水平 ブレース	引 張	$\sigma_t = -$	$f_t = 357$
	圧 縮		$\sigma_c = 73.6$	$f_c = 271$	0.28
	曲 げ		$\sigma_{bx} = -$	$f_{bx} = -$	-
			$\sigma_{by} = -$	$f_{by} = -$	-
	せ ん 断		$\tau_s = -$	$f_s = -$	-
	組合せ(引張+曲げ)		(応力度比) -	(許容値) 1.00	-
	組合せ(圧縮+曲げ)	(応力度比) 0.28	(許容値) 1.00	0.28	