

本資料のうち、枠囲みの内容は防
護上の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-19-0160_改1
提出年月日	2021年7月14日

VI-2-2-28 排気筒連絡ダクトの耐震性についての計算書

2021年7月

東北電力株式会社

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	6
2.4 適用基準	9
3. 耐震評価	10
3.1 評価対象断面	10
3.2 使用材料及び材料の物性値	12
3.3 許容限界	13
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界	13
3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界	15
3.4 評価方法	16
3.4.1 構造部材の健全性評価	16
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価	16
4. 構造部材の地震時応答	17
4.1 土砂部	17
4.2 岩盤部	20
5. 耐震評価結果	22
5.1 構造部材の健全性に対する評価結果	22
5.1.1 土砂部	22
5.1.2 岩盤部	23
5.2 Sクラスの施設を支持する機能に対する評価結果	24
5.3 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	25
5.3.1 土砂部の基礎地盤（狐崎部層）	25
5.3.2 岩盤部の基礎地盤（狐崎部層）	26

別紙1 断層交差部の耐震性についての計算書

別紙 1 断層交差部の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	別紙-1
2. 基本方針	別紙-1
2.1 位置及び構造概要	別紙-1
2.2 評価方針	別紙-1
2.3 適用基準	別紙-3
3. 耐震評価	別紙-4
3.1 評価対象断面	別紙-4
3.2 使用材料及び材料の物性値	別紙-5
3.3 許容限界	別紙-5
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界.....	別紙-5
3.4 評価方法	別紙-6
3.4.1 構造部材の健全性評価.....	別紙-6
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価.....	別紙-6
4. 構造部材の地震時応答	別紙-6
5. 耐震評価結果	別紙-9
5.1 構造部材の健全性及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果.....	別紙-9
5.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果.....	別紙-10

1. 概要

排気筒連絡ダクトの岩盤部（断面⑦）は、施設の周囲が岩盤に覆われており、0F-1 断層と交差する断面となる。岩盤と断層では剛性差が大きく、断層が構造物に与える影響があると考えられることから、排気筒連絡ダクト岩盤部（断面⑦）は断層と交差する特殊部として、評価対象断面に整理した。

本資料は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、排気筒連絡ダクトの断層交差部が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度及び支持機能を有していることを確認するものである。

排気筒連絡ダクトに要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析に基づく構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

2. 基本方針

2.1 位置及び構造概要

添付書類「VI-2-2-28 排気筒連絡ダクトの耐震計算書」のうち「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」と同様とする。

2.2 評価方針

排気筒連絡ダクト断層交差部の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

排気筒連絡ダクト断層交差部の耐震評価は、添付書類「VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」より得られた地震応答解析の結果に基づき、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の評価として、表 2-1 に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有すること及び S クラスの施設を支持する機能を損なわないことを確認する。

構造部材の健全性評価については、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する評価を行い、照査用応答値が許容限界を下回ることを確認する。

応答値は二次元動的解析（線形はり要素）により算定し、構造部材の健全性評価は、表 2-1 に示すとおり、曲げ・軸力系の破壊については構造部材の発生応力度が許容限界を下回ること、せん断破壊に対しては発生せん断力が許容限界を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価においては、添付書類「VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」より得られた基礎地盤の接地圧が、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づく許容限界を下回ることを確認する。

ここで、排気筒連絡ダクトの運転時、設計基準事故時及び重大事故時の状態における荷重条件は変わらないため、評価は設計基準対象施設の評価結果に包括されることから、設計基準対象施設の評価結果を用いた重大事故等対処施設の評価を行う。

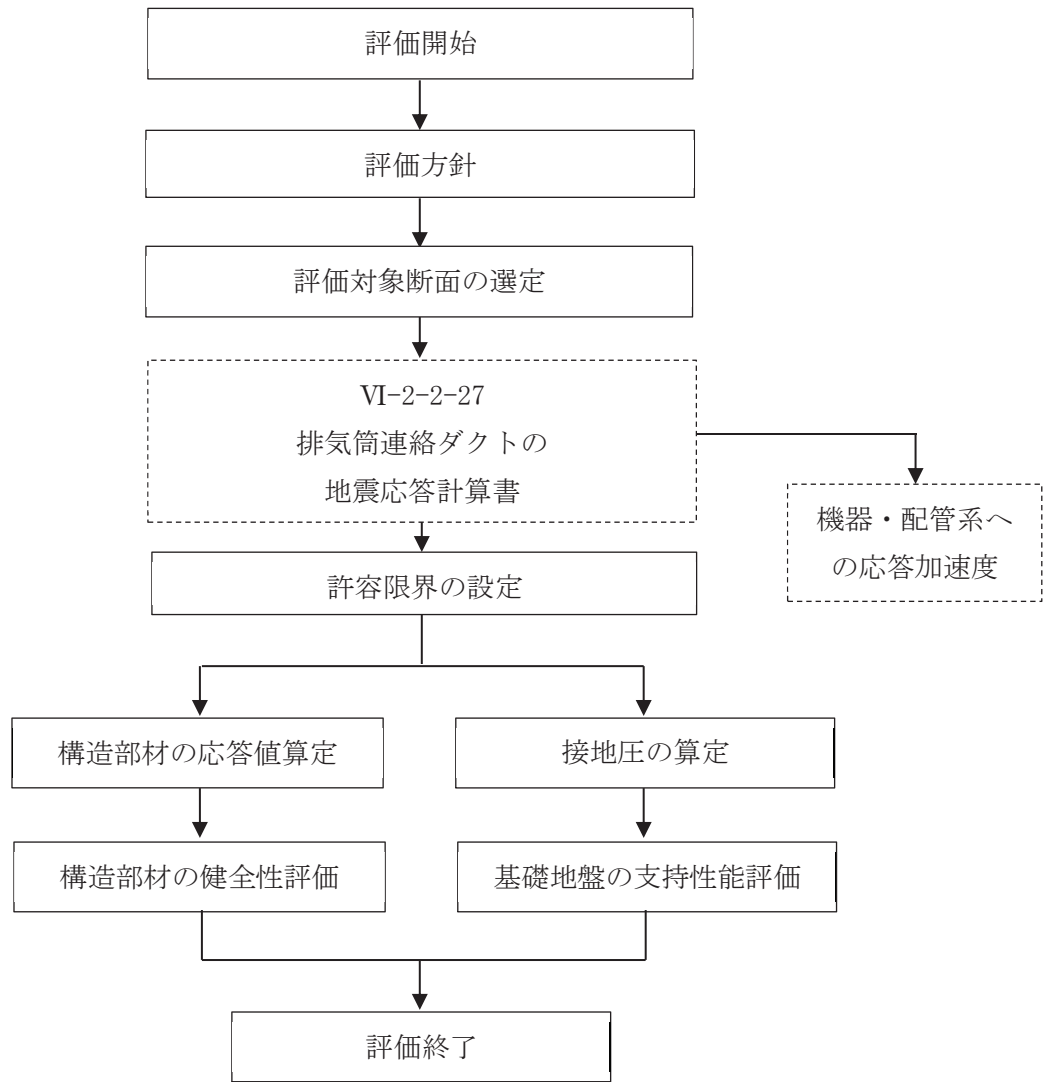


図 2-1 排気筒連絡ダクト断層交差部の耐震評価フロー

表 2-2 排気筒連絡ダクト断層交差部の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界	
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	発生する応力が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力	短期許容応力度
				せん断力	短期許容せん断力
Sクラスの施設を支持する機能を損なわないこと	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認	岩盤の極限支持力*	

注記*： 妥当な安全余裕を考慮する。

2.3 適用基準

添付書類「VI-2-2-28 排気筒連絡ダクトの耐震計算書」のうち「2.4 適用基準」と同様とする。

3. 耐震評価

3.1 評価対象断面

排気筒連絡ダクトの評価対象断面位置を図3-1に示す。

断層交差部の耐震評価における評価対象断面は、構造的特徴や周辺地盤状況を踏まえ、岩盤部（断面⑦）とする。評価対象地質断面図を図3-2に示す。

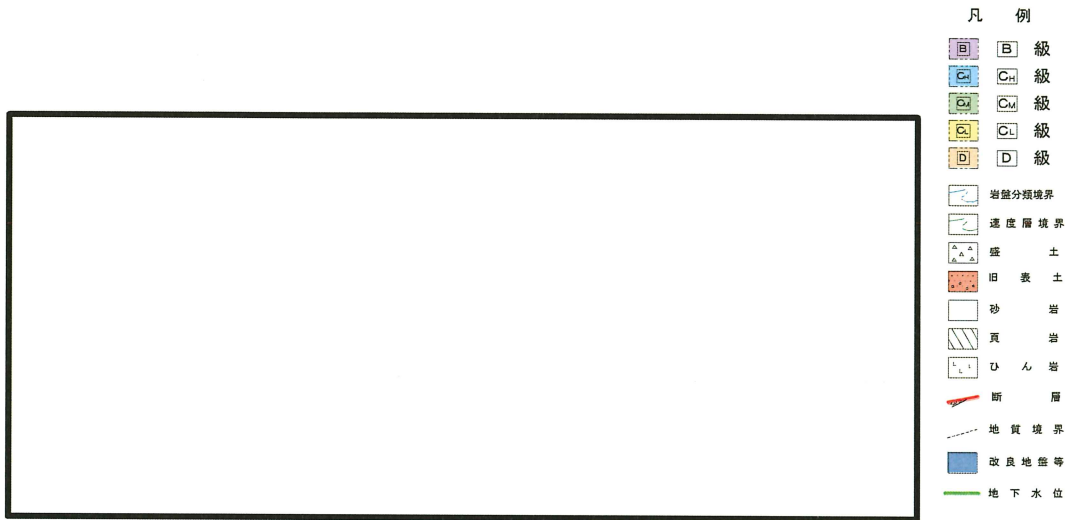


図3-1 排気筒連絡ダクトの評価対象断面位置図

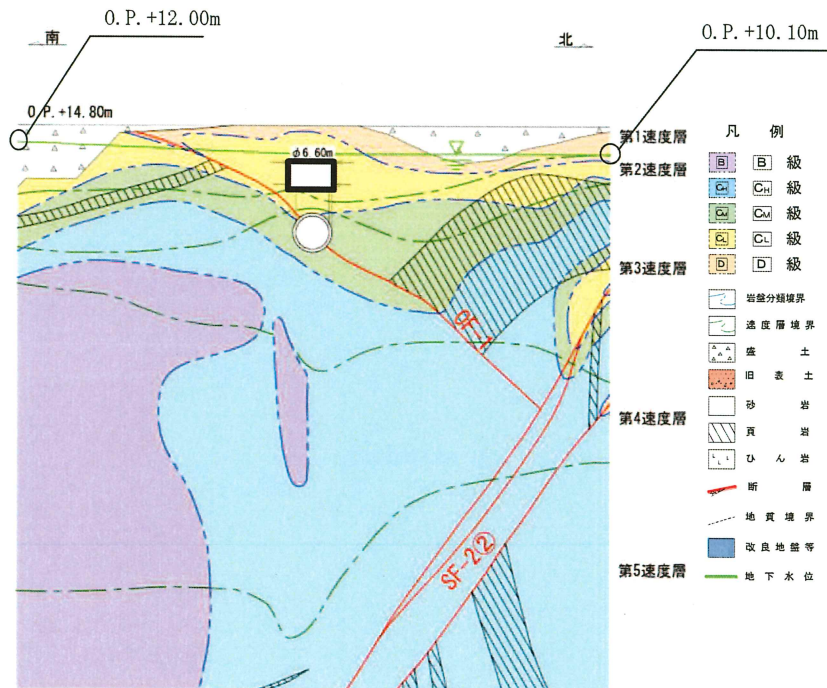


図3-2 評価対象地質断面図（岩盤部（断面⑦））

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

3.2 使用材料及び材料の物性値

添付書類「VI-2-2-28 排気筒連絡ダクトの耐震計算書」のうち「3.2 使用材料及び材料の物性値」と同様とする。

3.3 許容限界

許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界

(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、短期許容応力度とする。コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表3-1及び表3-2に示す。

なお、底版のアンカー定着部にはSクラスの施設を支持する機能が要求されるが、短期許容応力度により照査を行うため、全部材に対して確認する構造強度を有することの確認と許容限界が同一となることから、支持する機能を損なわないことの確認も同時に行う。

表3-1 コンクリートの許容応力度及び短期許容応力度

設計基準強度	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/mm ²)
	f' _{ck} = 20.5 (N/mm ²)	許容曲げ圧縮応力度 σ'_{ca}	
許容せん断応力度 τ_{a1}		0.42	0.63

注記*：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）により地震時の割り増し係数として1.5を考慮する。

表3-2 鉄筋の許容応力度及び短期許容応力度

鉄筋の種類	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/mm ²)
	SD345	許容引張応力度 σ_{sa}	

注記*：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）により地震時の割り増し係数として1.5を考慮する。

(2) せん断破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認における、構造部材（鉄筋コンクリート）のせん断破壊に対する許容限界は、表3-1に示す短期許容応力度とする。

3.4 評価方法

排気筒連絡ダクト断層交差部の耐震評価は、添付書類「VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書」に基づく地震応答解析により算定した照査用応答値が、「3.3 許容限界」において設定した許容限界を下回ることを確認する。

3.4.1 構造部材の健全性評価

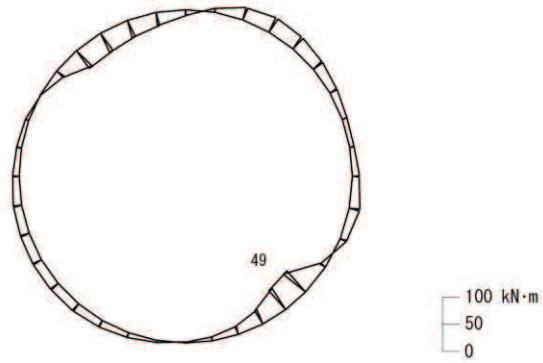
構造強度を有することの確認については、鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査において、地震応答解析により算定した照査用応答値が、短期許容応力度を下回ることを確認する。

3.4.2 基礎地盤の支持性能評価

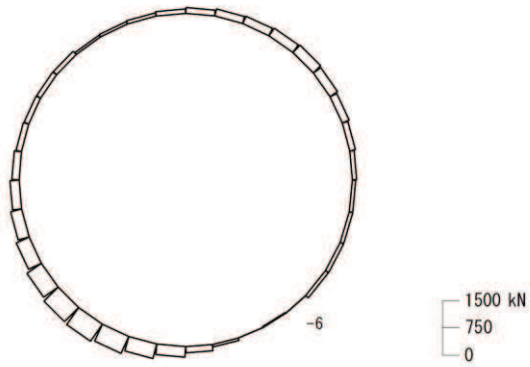
基礎地盤の支持性能評価においては、構造部材を支持する基礎地盤に発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

4. 構造部材の地震時応答

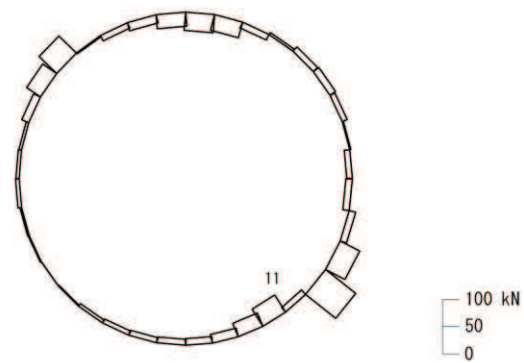
構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力図を図 4-1 に、せん断破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力図を図 4-2 に示す。



数値：評価位置における断面力
 (a) 曲げモーメント (kN・m)

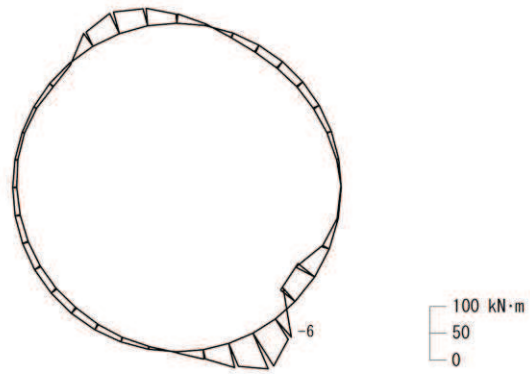


数値：評価位置における断面力
 (b) 軸力 (kN) (+：引張, -：圧縮)

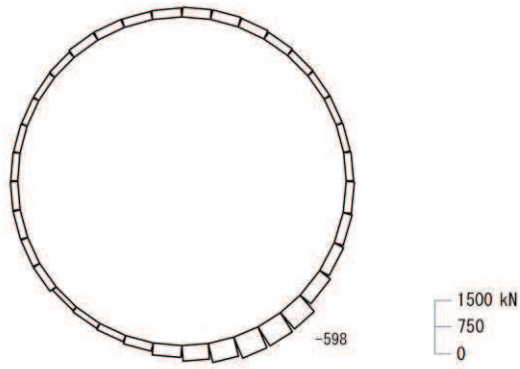


数値：評価位置における断面力
 (c) せん断力 (kN)

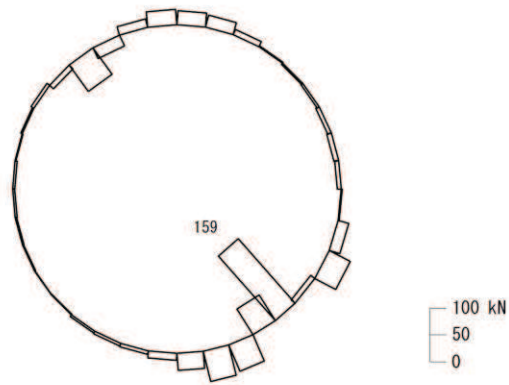
図 4-1 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大照時の断面力図
 (解析ケース①, S s - N 1 (++))



数值：評価位置における断面力
(a) 曲げモーメント (kN・m)



数值：評価位置における断面力
(b) 軸力 (kN) (+：引張，-：圧縮)



数值：評価位置における断面力
(c) せん断力 (kN)

図 4-2 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
(解析ケース④, S_s-F₂(++))

5. 耐震評価結果

5.1 構造部材の健全性及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表5-1及び表5-2に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-3に示す。

排気筒連絡ダクトの発生応力度が、構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認した。

表5-1 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリート）

評価位置*		解析ケース	地震動	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生応力度 σ'_c (N/mm ²)	短期許容応力度 σ'_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ'_c / σ'_{ca}
覆工部	1	①	S s - D 1 (++)	63	-117	3.5	11.7	0.30

注記*：評価位置は図5-1に示す。

表5-2 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（鉄筋）

評価位置*		解析ケース	地震動	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	発生応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
覆工部	1	①	S s - N 1 (++)	49	-6	135	294	0.46

注記*：評価位置は図5-1に示す。

表5-3 せん断破壊に対する照査

評価位置*		解析ケース	地震動	発生せん断力 V (kN)	発生応力度 τ_d (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ_d / τ_{a1}
覆工部	1	④	S s - F 2 (++)	159	0.46	0.63	0.74

注記*：評価位置は図5-1に示す。

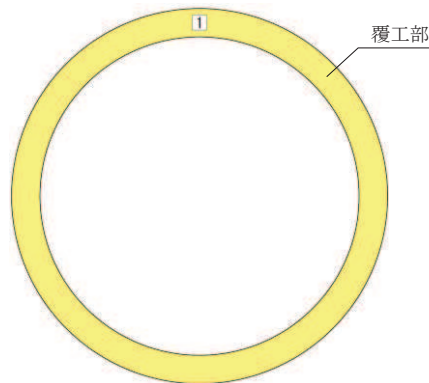


図5-1 評価位置図

5.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 5-4 に示す。また、最大接地圧分布図を図 5-2 に示す。

排気筒連絡ダクトの基礎地盤に発生する最大接地圧が、極限支持力を下回ることを確認した。

表 5-4 基礎地盤の支持性能照査結果

解析ケース	地震動	最大接地圧 R_d (N/mm ²)	極限支持力 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
④	S s - F 2 (++)	0.6	13.7	0.05

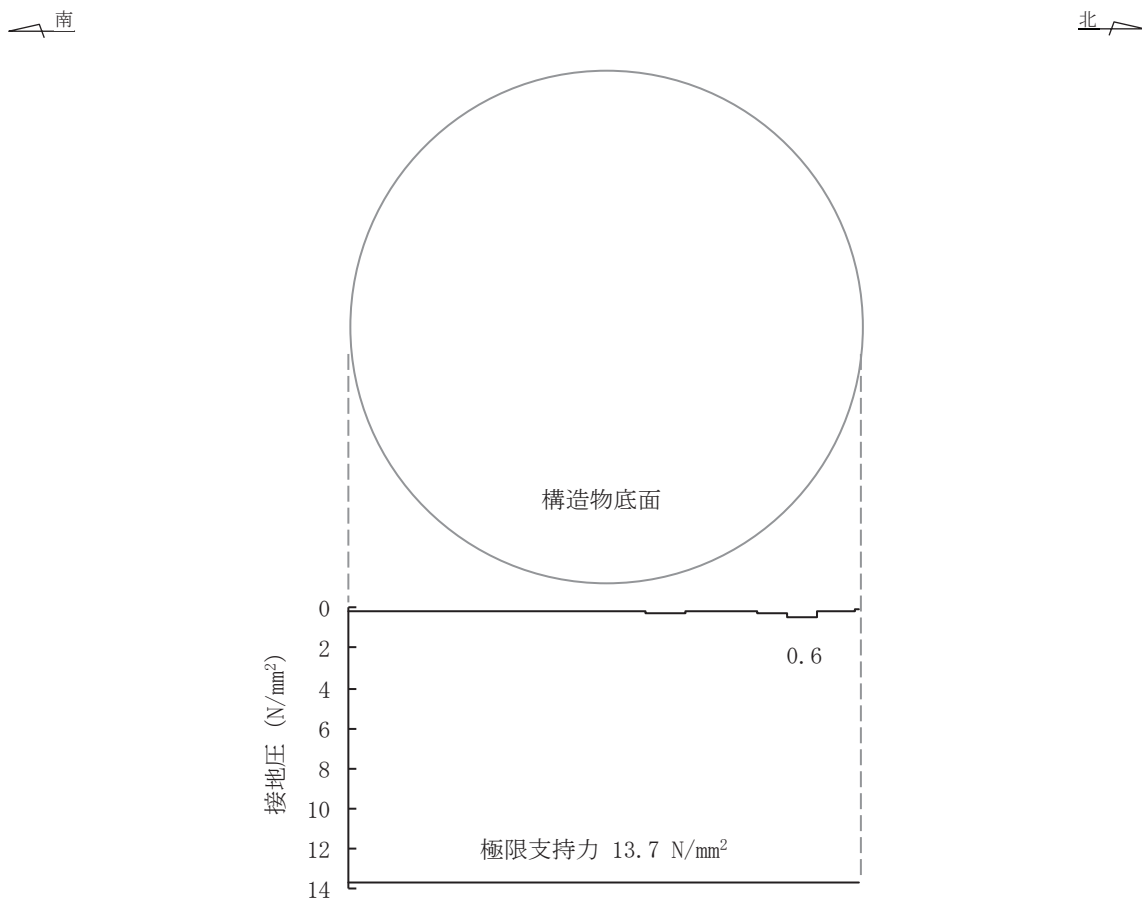


図 5-2 基礎地盤の最大接地圧分布図
(解析ケース④, S s - F 2 (-+))