

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第6号機	設計及び工事計画審査資料
資料番号	KK6 補足-028-10-4 改0
提出年月日	2023年10月27日

Bijlaard の方法の適用文献について

2023年10月
東京電力ホールディングス株式会社

4. Bijlaard の方法の適用文献について

1. 経緯

以下の胴の脚付け根部の評価には、J E A G 4 6 0 1 -1987 に基づき Bijlaard の方法を適用している。

VI-2-4-3-1-1 「燃料プール冷却浄化系熱交換器の耐震性についての計算書」

VI-2-5-3-1-1 「残留熱除去系熱交換器の耐震性についての計算書」

VI-2-5-6-1-1 「原子炉補機冷却水系熱交換器の耐震性についての計算書」

VI-2-9-4-7-1-1 「ドレンタンクの耐震性についての計算書」

VI-2-9-4-7-1-4 「よう素フィルタの耐震性についての計算書」

VI-2-10-1-2-2-3 「第一ガスタービン発電機用燃料タンクの耐震性についての計算書」

VI-2-10-2-4-3(3) 「アキュムレータの耐震性についての計算書」

J E A G 4 6 0 1 -1987 では、表 1 に示す「Wichman, K. R. et al. :Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, WRC bulletin 107 / August 1965.」(以下「Bijlaard 引用文献」という。)の 1979 年版を適用することが記載されている。しかし、Bijlaard 引用文献の 1979 年版の応力係数表 (Table-8) には「 β_1/β_2 」*と記載があり、他の発行年版「 β_2/β_1 」と異なる。

これを踏まえ、本資料では、Bijlaard 引用文献の応力計数表を適用する設備に対し、応力係数表の「 β_1/β_2 」と「 β_2/β_1 」の違いによる影響を確認する。

注記* : アタッチメントパラメーター β は、以下のとおり定義される。

$$\beta_1 = C_1 / r_m$$

$$\beta_2 = C_2 / r_m$$

(記号の説明)

C_1 : 脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の 2 分の 1 (胴の周方向)

C_2 : 脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の 2 分の 1 (胴の長手方向)

r_m : 脚付け根部における胴の平均半径

2. Bijlaard 引用文献の発行年版による応力係数表の違いについて

Bijlaard の方法は、胴及び脚付け根部の形状からシェルパラメータ γ 、アタッチメントパラメータ β を決定し、Bijlaard 引用文献に記載された図表から応力や応力係数を読み取ることにより、胴の脚付け根部に発生する応力を算出する方法である。

ここで、J E A G 4 6 0 1 -1987 では、Bijlaard 引用文献の発行年版により応力係数の「 β_1/β_2 」の記載に違いがある。Bijlaard 引用文献の発行年版における応力係数表 (Table-8) の記載を表 1 に示す。

表1 Bijlaard 引用文献の発行年版と応力係数表 (Table-8) の記載

引用文献名	発行年	応力係数表 (Table-8) の記載	備考
Wichman, K.R. et al. : Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, WRC bulletin 107 / August 1965.	(1) 1965年	β_2/β_1	
	(2) 1979年	β_1/β_2	J E A G 4 6 0 1 -1987にて引用
	(3) 2002年	β_2/β_1	J E A C 4 6 0 1 -2015にて引用
Wichman, K.R. et al. : Precision Equations and Enhanced Diagrams for Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells Due to External Loadings for Implementation of WRC Bulletin 107, Welding Research Council bulletin, WRC bulletin 537 / 2010	(4) 2010年	β_2/β_1	

3. Bijlaard 引用文献の応力係数表を適用する設備に対する影響確認

Bijlaard の方法における応力係数表 (Table-8) の「 β_1/β_2 」と「 β_2/β_1 」の違いによる影響について、表2に示す。燃料プール冷却浄化系熱交換器を例として計算過程を表3に示す。確認の結果、現状適用している1979年版「 β_1/β_2 」と2002年版「 β_2/β_1 」の違いによる影響は小さいことを確認した。

表2 応力係数表の違いによる影響確認結果 (基準地震動 S_s による胴の脚付け根部の評価結果)

機器名称	1979年版		2002年版		許容応力 [MPa]
	β_1/β_2	σ_{11} [MPa]	β_2/β_1	σ_{11} [MPa]	
燃料プール冷却浄化系熱交換器	2.066	137	0.483	129	342
残留熱除去系熱交換器	3.65	159	0.273	156	394
原子炉補機冷却水系熱交換器 (A, B系)	3.333	193	0.3	190	415
原子炉補機冷却水系熱交換器 (C系)	3.333	180	0.3	178	415
ドレンタンク	$\beta_1 = \beta_2$				
よう素フィルタ	$\beta_1 = \beta_2$				
第一ガスタービン発電機用燃料タンク	2.886	49	0.346	47	346
アキュムレータ (取水槽水位)	$\beta_1 = \beta_2$				

表3 応力係数表の違いによる影響確認の計算過程（燃料プール冷却浄化系熱交換器の例）

1979年版 (β_1/β_2)	2002年版 (β_2/β_1)
<p>備考：表中に用いた式を「VI-2-1-14 添付資料-4 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」中の式番号で以下に示す。</p> <p>r_n : (5.3.1.1.11), γ : (5.3.1.1.17), β_1 : (5.3.1.1.18), β_2 : (5.3.1.1.19), $\sigma_{\phi_{411}}$: (5.3.1.1.31), σ_{x411} : (5.3.1.1.32), $\sigma_{i\ell\phi}$: (5.3.1.1.63), $\sigma_{i\ell X}$: (5.3.1.1.64), $\sigma_{i\ell}$: (5.3.1.1.62)</p>	

4. 結論

Bijlaard 引用文献の 1979 年版と 2002 年版について比較を実施し、発生応力の差は軽微であることを確認した。よって、「1. 経緯」に示した耐震性についての計算書においては、応力係数表 (Table-8) を「 β_2/β_1 」として適用する。