

配管貫通部を対象とした耐水圧試験による止水性能確認

清水建設株式会社
東京電力ホールディングス株式会社
東電設計株式会社

正会員 ○山下 佳歩, 玉井 誠司, 栗田 祥太郎
非会員 神田 剛
正会員 長谷川 悠

1. はじめに

海岸に近接したプラント内の施設では、地震災害が発生した際に地震や津波で大きな外力が作用する可能性がある。施設構造物の内、コンクリート壁を貫通するような鋼製配管の界面では異種材料の接合であることと局所的な力が作用する可能性もあることから、内部の施設を守るために過大な変位が生じた場合でも止水性能を担保することが必要である。しかしながら、異種材料の接合部において過大な変形に伴う止水性能を確認するような事例はほとんどない。

コンクリート構造物には、地震などの外荷重に対しては機能を発揮するよう設計がなされているものの、内部からの水の浸出や外部からの水の侵入などへの止水性能はほとんど期待しない設計となっているのが現状である。対応策として、配管やケーブル管がコンクリート躯体を貫通している配管貫通部では、シリコン材やゴム製品、可撓ジョイントの使用による止水処理を施している事例はあるが、過大な変位発生時の止水性能や耐用年数、交換性、貫通部周辺コンクリートのひび割れ部の止水性に課題がある¹⁾。そこで、本稿ではコンクリートを貫通する鋼製配管の従来の構造²⁾での止水性能を実験により確認し、性能を評価することとした。

2. 性能評価試験方法

2.1 二面せん断試験

性能を評価する構造として、鋼製配管とコンクリート躯体間を無収縮モルタルにより満たした構造を適用する。鋼材表面は酸洗い状態（以下、「酸洗い」と称す）とスチールショットブラストを施した状態（以下、「ブラスト」と称す）の2種類を用いることとした。本稿では、材料同士の基礎的な物性を評価するための二面せん断試験、止水性能を評価するための耐水圧試験として表-1 に示すようなケースを実施した。鋼材およびコンクリート、無収縮モルタルの仕様を表-2 に示す。

二面せん断試験は、コンクリートと無収縮モルタル界面、無収縮モルタルと鋼材界面を評価するために、JSCE-G-553「鋼繊維補強コンクリートのせん断強度試験方法」³⁾に準拠した試験を実施した。

2.2 耐水圧試験

耐水圧試験は、図-1 に示すように、鋼製配管の貫通部を囲うドーム内の水圧の作用とともに鋼製配管下部に荷重ジャッキを設置し、引抜力を作用させ、漏水量を計測することにより貫通部の止水性能を評価する。荷重を作用させる順序は表-3 に示すような順序で水圧及びジャッキ荷重を徐々に増加させて実施する。

表-1 試験ケース

試験ケース		
1	二面せん断試験	ブラスト板+無収縮モルタル
2		酸洗い板+無収縮モルタル
3	耐水圧試験	ブラスト配管
4		酸洗い配管

表-2 材料の仕様

		仕様
無収縮モルタル		太平洋プレユーロックス M
コンクリート		30-21-20M
鋼材	材質・形状	SUS304TP (400Asch40)
	ブラスト	Sa3 (JIS Z 0311)

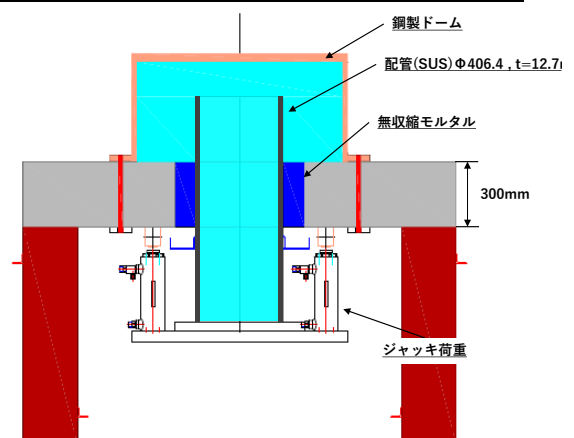


図-1 耐水圧試験概要

キーワード 配管貫通部, 耐水圧試験, 止水性能, スチールショットブラスト

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16 番 1 号 清水建設(株) 土木技術本部 設計部 TEL 03-3561-3895

3. 性能試験結果

3.1 二面せん断試験

二面せん断試験の実施状況を図-2 に、試験結果の概要を表-4 に示す。試験結果より、無収縮モルタルと鋼材とのせん断強度としては、ブラスト板を用いた試験ケース 1 の方がわずかに大きい結果が得られた。ブラスト処理によって鋼材表面粗度が粗くなることで、ばらつきはあるもののせん断強度が向上したと考えられる。

3.2 耐水圧試験

耐水圧試験結果の概要を表-5 および表-6 に示す。いずれの試験ケースも初期段階から配管と無収縮モルタル界面より漏水が発生した。これは、配管内に通水した際に温度応力の影響によって配管と無収縮モルタル界面にわずかな隙間が生じていたためだと考えられる。

試験ケース 4 では引抜量と漏水量が比例関係であるが、試験ケース 3 では比例関係になく、最終的に漏水量が減少している。これは、配管に作用する引抜力により配管と無収縮モルタル界面にせん断力が発生し、隙間を閉じるような作用が生じたためと考えられる。

試験ケース 3 で抜け出しが生じた際の引抜力が 78kN であり、配管と無収縮モルタル界面に生じているせん断応力は約 0.20(N/mm²)となり、試験ケース 1 の二面せん断試験結果よりも小さくなった。これは、漏水による影響でせん断耐力が低下したためだと考えられる。

4. まとめ

二面せん断試験結果より、試験ケース 1 のせん断強度が試験ケース 2 と比較して高く、鋼材とモルタル界面のせん断強度は鋼材の表面粗度に影響される。

耐水圧試験結果より、コンクリート壁を貫通する鋼製配管の界面では、温度応力の影響によりわずかな隙間が生じる可能性が高く、水圧を作用させると初期段階から漏水が発生することが確認された。

参考文献

- 1) 鈴木秀一：土木関連シール材，日本ゴム協会誌 第 80 巻 第 12 号 p. 452-456, 2007
- 2) 浸水防止設備技術指針，一般社団法人日本電気協会 電気技術指針原子力編，p. 17-25, 2016
- 3) コンクリート標準示方書 [規準編]，土木学会，2018

表-3 耐水圧試験の試験順序

順序	作用条件
Step1	水圧+引抜力(配管自重+配管内水圧)
Step2	水圧+引抜力(配管自重+配管内水圧+ジャッキ荷重)



図-2 二面せん断試験実施状況

表-4 二面せん断試験結果

試験ケース	供試体 No.	せん断強度(N/mm ²)	
			平均
1 (ブラスト板+ 無収縮モルタル)	1	0.739	1.28
	2	1.49	
	3	1.60	
2 (酸洗い板+ 無収縮モルタル)	1	0.859	0.771
	2	0.675	
	3	0.780	

表-5 耐水圧試験結果 (試験ケース 3: ブラスト配管)

step	荷重		抜け出し 変位 (mm)	漏水量 (ml/5min)
	水圧 (N/mm ²)	引抜力 (kN)		
step1-1	0.10	13	0.0	410
step1-2	0.20	26	0.0	634
step1-3	0.40	52	0.0	886
step1-4	0.60	78	0.1	982
Step2-1	0.60	103	0.2	708
Step2-2	0.60	128	0.4	452
Step2-3	0.60	153	中断	計測不能

表-6 耐水圧試験結果 (試験ケース 4: 酸洗い配管)

step	荷重		抜け出し 変位 (mm)	漏水量 (ml)
	水圧 (N/mm ²)	引抜力 (kN)		
step1-1	0.10	13	18.8	311
step1-2	0.20	26	24.0	707
step1-3	0.40	52	36.3	1946
Step1-4	0.60	78	48.9	4672
Step2-1	0.60	103	中断	計測不能