膨張性シート欠損下における H-H 継手を介した連結鋼管矢板の遮水性能

京都大学大学院　正 会 員　○稲積真哉・木村　亮・嘉門雅史
京都大学大学院　学生会員　J. K. Arap Too・三津田祐基
(株)データ・トゥ　正 会 員　西山嘉一
(株)竹中土木　正 会 員　田村博邦
西松建設(株)　正 会 員　萩原敏行

1. 諸　　論

現在，鋼管矢板は，河川・港湾・廃棄物処分の分野において広く用いられているものの，従来型継手（P-P，P-T および L-T 継手）の存在に起因した剛性，施工性および遮水性等の問題は未解決の状態である．従来型継手を持つ鋼管矢板の問題に対して，筆者らは 2 本の鋼管が H 鋼であらかじめ溶接された部材である「連結鋼管矢板」[1]を開発している．また，一連の開発では 2 つの H 鋼を用いた「H-H 継手」による連結鋼管矢板端部の継手性能の向上を提案しており，より安全で信頼性の高い海面処分場技術の構築を目的として，H-H 継手で介する連結鋼管矢板を用いた廃棄物埋立護岸の構築を検討している．本報告では，廃棄物埋立護岸に適用される鋼管矢板の遮水問題に着目し，H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水性を議論する．特に，H-H 継手の遮水処理に用いる膨張性シートが鋼管矢板の打設時に欠損することを考慮した遮水性の評価を実施している．

2. H-H 継手を介した連結鋼管矢板

図-1 に示す連結鋼管矢板は，「施工前に 2 本の鋼管を H 鋼で溶接することにより，施工性・経済性の優れた鋼管矢板として利用する」という明快な発想に基づいて開発され，高耐力・完全止水という特性を有する．連結鋼管矢板の廃棄物埋立護岸への適用は遮水性の確保のみならず，高い水平支持力が期待できるとともに使用鋼材料の縮減が見込まれる[2]．連結鋼管矢板は，施工前に 2 本の鋼管を H 鋼により剛結するため，H 鋼箇所へのモルタル注入（従来型継手における遮水処理）を行わずに止水可能である．しかしながら，連結鋼管矢板を連続して打設した場合，連結鋼管矢板間の従来型継手箇所から漏水リスクが残される．そのため，筆者らは，**図**-2 に示される連結鋼管矢板両端の継手箇所に異なる大きさの H 鋼による継手を使用する「H-H 継手を介した連結鋼管矢板」をさらに提案している．H-H 継手を介した連結鋼管矢板は，両端の H-H 継手内へ打設前に膨張性シートを接着することで，モルタル注入を施すことなく高い遮水性能（換算透水係数 10^{-8} cm/s オーダー）が発揮できる[3]．

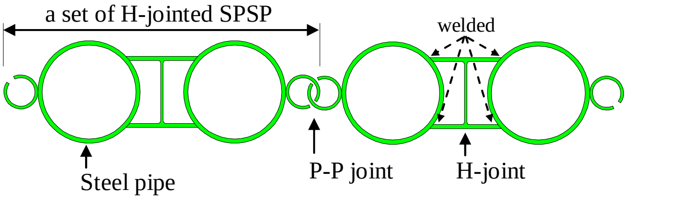

図-1　**開発した連結鋼管矢板**

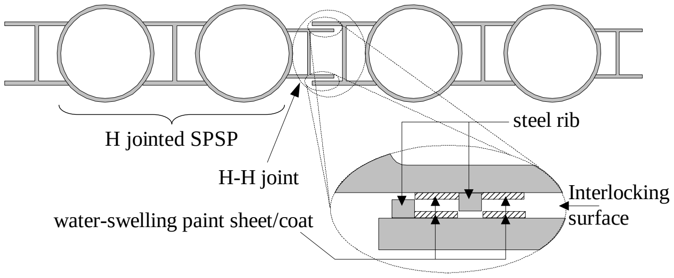

図-2　**H-H 継手を介した連結鋼管矢板**

3. 膨張性シートの欠損時における H-H 継手を介した連結鋼管矢板の遮水性能

H-H 継手を介した連結鋼管矢板は，H-H 継手内の H 鋼接触面に形成される 8～11 mm の平面間隙空間に 1，2 もしくは 3 mm 厚の膨張性シートを両側接着することで，0.05 MPa の水圧において換算透水係数 10^{-8} cm/s オーダーの低透水性を示すことを明らかにしてきた[3]．なお，H-H 継手を介した連結鋼管矢板は，モルタル充填により遮水処理が施された従来型鋼管矢板と比べ 2 オーダーの高い遮水性が発揮できる[3]．本報告では，H-H 継手内に接着された膨張性シートが打設時に欠損した場合を想定し，**表**-1 に示す状態で膨張性シートが接着された条件下における H-H 継手を介した連結鋼管矢板の遮水性能を透水試験から議論する．

H-H 継手内に接着する膨張性シートは，合成樹脂エラストラマーを止水剤ベースとし，これに高吸水性ポリマー，充填剤，溶剤などを配合した弾性止水材で，環境に

表-1　**膨張性シートの欠損率**

Case	Loss of the sheet* [%]	(a) Coating on both-sides (unit: mm)	(b) Coating on one-side (unit: mm)
1	0	20, 10, 55.5, 20, 8, 11	
2	26.5	55.5	
3	50	37.8	20, 55.5
4	63.25		55.5
5	75	6.5	37.8

* Thickness of the water-swelling sheet = 2 mm

キーワード　連結鋼管矢板，H-H 継手，膨張性シート，廃棄物埋立護岸，遮水性能
連絡先　〒606-8501　京都市左京区吉田本町　京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻　TEL 075-753-5106

適合するものである．膨張性シートは，水に浸透すると 1，2 時間で膨潤し，24 時間後におよそ 20 倍に膨潤する．また，膨潤後の水膨張性シートは，透水係数 1.42 x 10^{-9} cm/s の低透水性である．本試験では，**図**-3 に示す透水試験装置および試験体を用いた．試験は，**表**-1 のとおり膨張性シートが接着された試験体に対して，流入水圧は 0.02～0.4 MPa まで段階的に上昇させ，各圧力段階において単位時間あたりの流入・流出水量の収支を確認するとともに，流入・流出流量を計測する．一般的に，継手を介する鋼管矢板の遮水性能は，継手箇所と鋼管を一体とみなし，鋼管矢板を厚さ 50 cm の均一な透水層として換算した換算透水係数 k_e によって評価される[4]．本試験では，**図**-4 に示すモデルを導き，H-H 継手を介した連結鋼管矢板の換算透水係数 k_e を算出した．

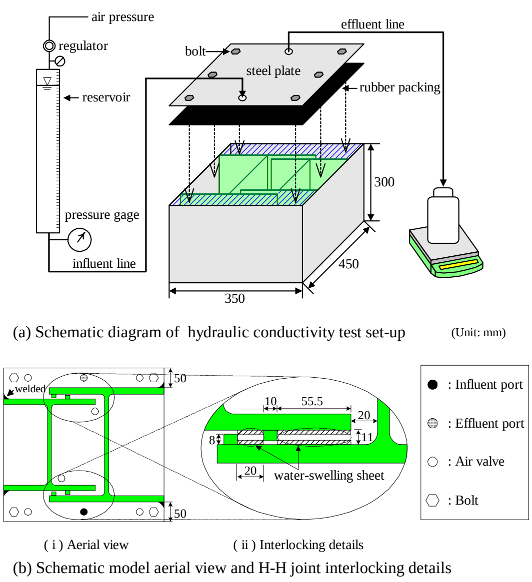

図-3　**透水試験装置と膨張性シートの接着位置**

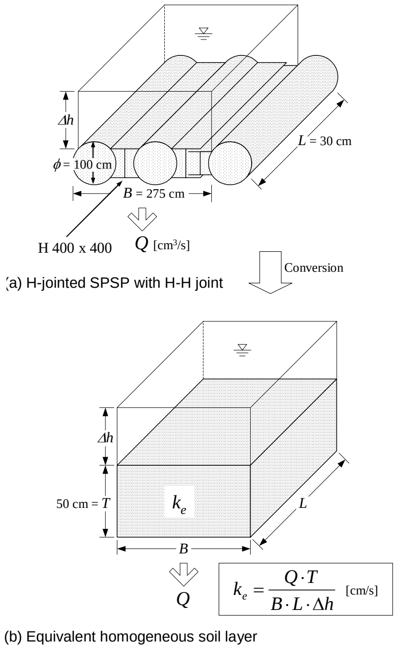

図-4　**換算透水係数のモデル化**

図-5 は，H-H 継手内に**表**-1 に示した状態で膨張性シートが接着された連結鋼管矢板の換算透水係数と作用水圧の関係である．H-H 継手を介した連結鋼管矢板の遮水性は，H-H 継手内における膨張性シートの状態（シートの欠損率，片面あるいは両面接着）ならびに連結鋼管矢板に作用する水圧差に依存する．しかしながら，H-H 継手を介した連結鋼管矢板の換算透水係数 k_e は，最も劣悪な膨張性シートの接着条件を想定した Case-5(a)(b)においても，0.2 MPa 以下の水圧差で廃棄物埋立護岸に求められる遮水工構造基準（$k_e \leq 10^{-6}$ cm/s）を満足する．作用水圧に関して，筆者らは廃棄物埋立護岸として H-H 継手を介した連結鋼管矢板の換算透水係数を評価する場合，0.05 MPa の水圧差に対して発揮される換算透水係数を適用できることを提案している[3]．その条件下では，**表**-1で示した膨張性シートの全ての接着条件下で 10^{-8} cm/s オーダーの低透水性が発揮される．**図**-6 は，H-H 継手内に接着された膨張性シートの欠損率と H-H 継手を介した連結鋼管矢板の換算透水係数 k_e の関係を示す．H-H 継手を介した連結鋼管矢板の遮水性能は，所定の水圧差および欠損率において，膨張性シートが両面に存在した場合，片面に存在するよりも高い遮水性が発揮される．これは，H-H 継手内で膨潤した後の膨張性シートの接触界面に起因するものと推測できる．H-H 鋼継手内の片面のみに存在した膨張性シートは，膨潤後に H 鋼材と接触界面を形成しなければならない，一方，両面に存在した膨張性シートは，膨潤後に互いのシートで界面を形成することができるためである．

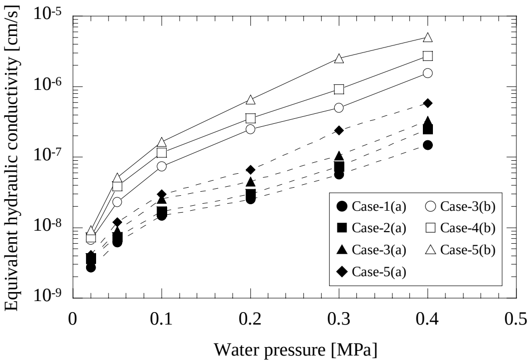

図-5　**作用水圧と換算透水係数**

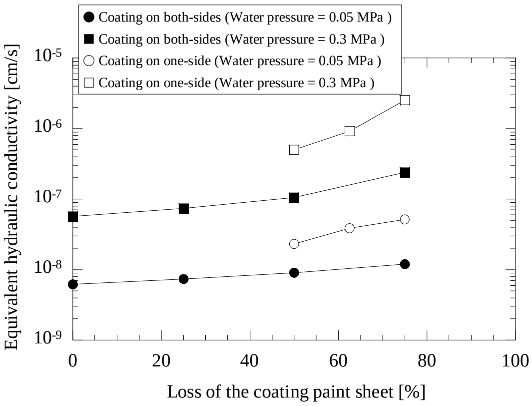

図-6　**膨張性シートの欠損率と換算透水係数**

4.　結　　論

本報告では，H-H 継手を介した連結鋼管矢板の遮水性能を，H-H 継手内に接着する膨張性シートの欠損率を考慮して評価した．その結果，H-H 継手を介した連結鋼管矢板は，H-H 継手内に接着した膨張性シートが打設等に伴い 75%欠損した場合を想定しても，廃棄物埋立護岸に求められる遮水性能（$k_e \leq 10^{-6}$ cm/s）を発揮できることを示した．また，H-H 継手の接触面内において膨張性シートが両面に存在した場合，H-H 継手を介した連結鋼管矢板は，同じ欠損率において片面にのみ膨張性シートが存在するよりも 2～10 倍程度の高い遮水性が発揮される．

【参考文献】

1）木村ら：*第 57 回土木学会年次学術講演会講演概要集*，第 III 部門，pp.1279-1280，2002．２）木村ら：*第 58 回土木学会年次学術講演会概要集*，第 III 部門，pp.591-592，2003．３）稲積ら：*第 39 回地盤工学研究発表会概要集*，2004，投稿中．４）財団法人港湾空間高度化センター：*管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル*，港湾・海域環境研究所，2000．