

海面処分場における H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水工法

京都大学大学院

正 会 員

稲積真哉・木村 亮

京都大学大学院

フェロー

嘉門雅史

連結鋼管矢板工法研究会

正 会 員

山村和弘・小宮喜一・前田忠重

1. はじめに

大水深施工が可能な鋼管矢板は、廃棄物埋立護岸として海面埋立処分場を中心に広く用いられている。しかしながら、鋼管矢板の従来型継手箇所（P-P、P-T および L-T 継手）には、低い剛性、施工性および遮水性などの諸問題が内在しており、これらは鋼管矢板を適用する上で解決しなければならない急務の課題である。

上記に対して、筆者らは単純であるが画期的な技術である連結鋼管矢板（2本の鋼管がH鋼であらかじめ溶接された鋼管矢板）^{1)・2)}を開発した。さらに、連結鋼管矢板の開発に係わる技術として、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図るとともに、「H-H継手を施した連結鋼管矢板」（図-1参照）を用いた廃棄物埋立護岸の構築を検討している²⁾。本研究では、廃棄物埋立護岸として鋼管矢板の透水係数が有害物質の封込めに及ぼす性能を明らかにするとともに、H-H継手を施した連結鋼管矢板の遮水処理・性能の有効性を報告している。

2. 鋼管矢板を用いた廃棄物埋立護岸に求められる遮水性能

総理府・厚生省令「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令」（1998年改正）では、廃棄物処分場における遮水工構造を、透水係数が 10^{-5} cm/s以下で5mの層厚を有する地盤と同等以上の遮水性能をもった遮水層として規定している。これを鋼管矢板が適用された廃棄物埋立護岸に換算した場合、鋼管矢板には 10^{-6} cm/s以下の透水係数が求められる。しかしながら、遮水工基準を満足する鋼管矢板が適用された廃棄物埋立護岸の性能やその評価手法は定まっていないのが現状である。そこで、廃棄物埋立護岸に適用された鋼管矢板の透水係数が及ぼす有害物質の封込め性能を浸透・移流分散解析³⁾を用いて定量的に評価した。図-2は、解析を実施した海面処分場断面および鋼管矢板の透水係数と処分場から漏出する有害物質の濃度を示している。これより、遮水工基準で示された鋼管矢板の透水係数では、廃棄物埋立護岸して十分な性能を有していると言えなく、 10^{-8} cm/sオーダーの透水係数を有する鋼管矢板を適用する必要がある。よって、H-H継手を施した連結鋼管矢板による廃棄物埋立護岸の構築では、遮水工基準を満足するのみに留まらず、 10^{-8} cm/sオーダーの透水係数を確保できることを目標としている。

3. H-H継手を施した連結鋼管矢板の遮水処理および遮水性能

H-H継手を施した連結鋼管矢板において遮水処理を施す必要があるH-H継手箇所の実規模大モデルを作製し、室内透水試験を実施した⁴⁾。ここで、H-H継手を施した連結鋼管矢板において、連結鋼管矢板箇所は不透水として取り扱うことができる。一方、H-H継手には、打設前にあらかじめ塗料もしくはシート状の膨潤止水材を接触面に塗布・接着し、H-H継手の平面空間は膨張止水材が鋼管矢板施工時に水中で膨潤することにより閉鎖する（図-1参照）。

図-3は、シート状の膨潤止水材を接着したH-H継手を施した連結鋼管矢板の人工海水および淡水環境における作用水圧と透水係数の

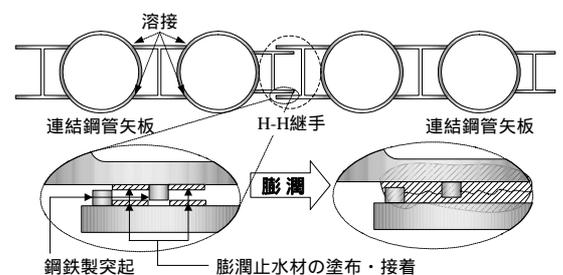
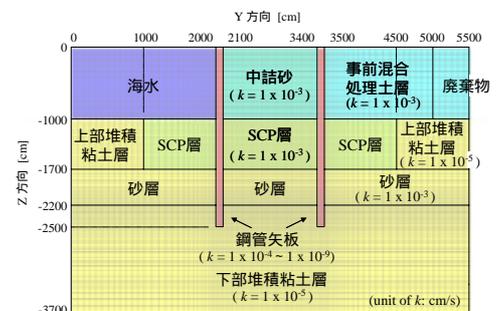
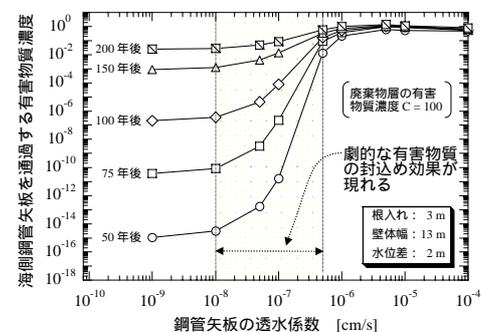


図-1 H-H継手を施した連結鋼管矢板



(a) 解析断面と透水係数



(b) 鋼管矢板の透水係数と有害物質の漏出濃度

図-2 鋼管矢板の透水係数が及ぼす有害物質の封込め効果

キーワード 連結鋼管矢板, H-H継手, 遮水性能, 廃棄物埋立護岸

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

関係を示している。H-H継手を施した連結鋼管矢板の透水係数は、暴露される水質、接着する膨潤シートの厚薄および作用する水圧差に依存して変化する。一方、2 mm以上の厚さを持つ膨潤シートをH-H継手に接着した連結鋼管矢板は、淡水および海水環境において0.4 MPa以下の水圧差で遮水工基準を満足する。さらに、海面処分場で想定される作用水圧0.05 MPa（水位差5 m）以下では、いずれのシート厚で膨潤止水材を接着したH-H継手を施した連結鋼管矢板とも、人工海水および淡水を用いた環境で同程度の透水係数を発揮し、1および2 mmのシート厚さで、それぞれ 10^{-8} および 10^{-9} cm/sオーダーの低透水性を示す。なお、3 mmのシート厚さでは流入・流出水量が確認できず、 1×10^{-9} cm/s以下の透水係数である。すなわち、海面処分場におけるH-H継手を施した連結鋼管矢板は、 10^{-8} cm/sオーダーの遮水性を有する廃棄物埋立護岸の構築を可能にする。

4. 廃棄物埋立護岸としてH-H継手を施した連結鋼管矢板の優位性

図-4は、H-H継手を施した連結鋼管矢板およびP-T継手が施された鋼管矢板の遮水性を、室内透水試験の結果を基に比較している。H-H継手を施した連結鋼管矢板は、水圧差0.05 MPaが作用する下、袋詰めモルタルの充填により遮水処理を施したP-T継手⁵⁾で嵌合した鋼管矢板と比べ2オーダーの高い遮水性を発揮する。また、漏洩防止ゴム板とモルタル充填によって遮水処理が施された改良型P-T継手⁵⁾とは、同程度またはそれ以上の遮水性である。ここで、図-4で示された鋼管矢板の遮水性能は室内実験の結果に基づいており、現場における遮水処理の確実性の程度が考慮されていない。一方、H-H継手を施した連結鋼管矢板は、従来型継手を持つ鋼管矢板で最大の弱点となる現場施工性を克服するために開発された経緯があり、遮水処理工法などに関して表-1に示すとおりの特徴を併せ持つ。すなわち、H-H継手を施した連結鋼管矢板は、従来から実施されている鋼管矢板継手の遮水処理法の不確実性を改良したのではなく、全く新しい視点で高い遮水性を発揮する廃棄物埋立護岸を構築できる。

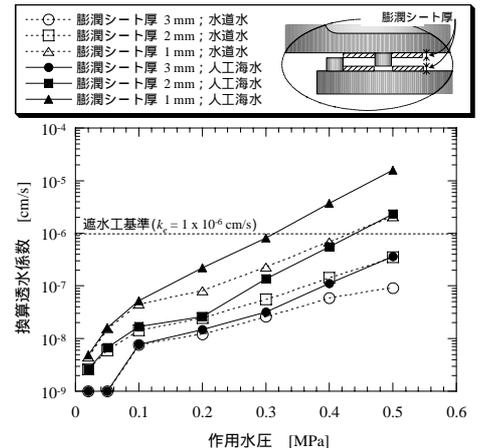


図-3 H-H継手を施した連結鋼管矢板の遮水性

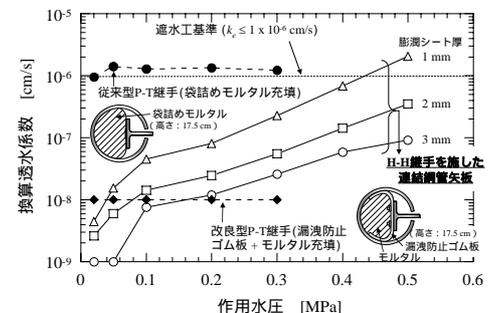


図-4 従来型継手およびH-H継手を施した連結鋼管矢板に対する遮水性の比較

表-1 廃棄物埋立護岸としてのH-H継手を施した連結鋼管矢板の特徴

	従来型継手を持つ鋼管矢板	H-H継手を施した連結鋼管矢板
鋼管矢板	(1) 1本の鋼管に2箇所の従来型継手 (2) 継手箇所における低い剛性 (3) 鋼管矢板の傾斜・回転に伴う継手構造の破損 (4) 鋼管矢板護岸としての力学安定性	(1) 2本の鋼管および中間H鋼に対して2箇所の継手 (2) 既製H鋼の効果的に溶接による高い剛性 ¹⁾ (3) 施工時の高い鉛直打設精度（健全な継手嵌合） ²⁾ (4) 鋼管矢板護岸としての高い水平抵抗特性 ²⁾
遮水処理	(1) 嵌合される全ての継手箇所に対する遮水処理 (2) 継手空間内における不完全な土砂洗浄 (3) 打設後における遮水処理材（モルタル等）の充填 (4) 継手内の狭い曲面空間へ遮水処理材の充填 (5) 遮水処理材の不均一な充填性 (6) 遮水処理材の海域流出 (7) 遮水処理作業の確認困難	(1) 嵌合される継手箇所の半減 (2) 継手空間内の土砂の撤去・洗浄作業が容易 (3) 打設前における膨潤止水材の塗布・接着 (4) 欠損を考慮した膨潤止水材の品質管理 (5) モルタルなど流動性の遮水材が不要（膨潤止水材で遮水） (6) H鋼内の広い平面空間における遮水処理も可能 (7) 平面空間を活かした遮水処理の確認が容易
維持・管理	(1) 遮水処理材の充填に伴う継手空間内の封鎖 (2) 遮水処理材の充填性の確認が困難 (3) 遮水処理後の品質管理が不可能 (4) Fail-safeの設計理念への対応が困難	(1) 膨潤止水材を施しても継手空間は未封鎖 (2) 継手空間の利用による遮水処理作業の確認が容易 (3) 各種センサーによる膨潤止水材の打設後管理 (4) Fail-safeとしての継手空間の有効活用が可能

5. おわりに

本研究では、廃棄物埋立護岸として求められる鋼管矢板の透水係数が 10^{-8} cm/s オーダーであることを明らかにし、H-H継手を施した連結鋼管矢板が 10^{-8} cm/s オーダーの透水係数を発揮できることを実証した。また、従来型継手を持つ鋼管矢板に対してH-H継手を施した連結鋼管矢板の遮水処理における優位性を示した。

【参考文献】1) 西山嘉一：鋼管とH鋼のハーモニー，土木学会誌，Vol.89，pp.54-55，2004。2) 木村 亮：連結鋼管矢板の有効性と適用性，橋梁と基礎，建設図書，Vol.38，pp.107-108，2004。3) 西垣 誠・他：飽和・不飽和領域における物質移動を伴う密度依存地下水流の数値解析的手法に関する研究，土木学会論文集，Vol.511/III-30，pp.135-144，1995。4) 稲積真哉・他：連結鋼管矢板を用いた廃棄物埋立護岸について，土木建設技術シンポジウム2004論文集，土木学会，pp.19-26，2004。5) 沖 健・他：鋼矢板，鋼管矢板を用いた鉛直遮水壁の遮水性能の評価，第5回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，地盤工学会，pp.53-58，2003。