

H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水性能 - 膨潤止水材の耐久性 -

連結鋼管矢板；H-H 継手；膨潤止水材

日本化学塗料(株)

非 会 員

小林賢勝

京都大学大学院

国際会員

稲積真哉・木村 亮・嘉門雅史

連結鋼管矢板工法研究会

正 会 員

橋本文男・西山嘉一

1. 諸 論

海面処分場では、従来型継手（P-P、P-T および L-T 継手）を持つ鋼管矢板部材が互いに継手を嵌合しつつ、鉛直遮水壁として連続的に打設される。しかしながら、現場において鋼管矢板が従来型継手を介して高精度に嵌合されることは、打設精度から考えると容易でなく、結果的に、不健全な継手嵌合状態を呈した鋼管矢板遮水壁が構築されている。さらに、不健全な嵌合状態の従来型継手に対して、打設後処理として袋詰めモルタルやアスファルトの充填による不確実な継手部遮水処理が実施されている現状にある。一方、H-H 継手を施した連結鋼管矢板は、そのような不確実な遮水処理に起因する鋼管矢板遮水壁の信頼性の低下を根本から改善した部材および工法である¹⁾。

H-H 継手を施した連結鋼管矢板における H-H 継手部の遮水性は、図-1 に示すとおり打設前にあらかじめ塗布もしくは接着された膨潤止水材の膨潤効果によって発揮される。また、膨潤止水材が塗布・接着された H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水レベルは、膨潤止水材の様々な接着条件ならびに水質環境において実験的に明らかにされ、従来型継手を持つ鋼管矢板に対する H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水処理の優位性が示されている^{1)・2)}。本報告では、H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水処理に用いる膨潤止水材の耐久性に着目し、淡水および海水環境における膨潤止水材の塗膜強度試験ならびに耐圧試験を実施し、塗膜強度特性の経時変化および塗膜強度と耐圧力の関連性を評価している。

2. 膨潤止水材の基礎物性

膨潤止水材は、合成樹脂エラストマーを止水材ベースとし、高吸水性ポリマー、充填剤および溶剤などを配合した流動性のある止水材であり、膨潤止水材の膨潤は、主に膨潤止水材中に含まれる高吸水性ポリマーの膨潤によるものである。また、膨潤止水材の乾燥塗膜から抽出された水は食品衛生法に基づく水質基準を満足し、環境に適合するものである。膨潤止水材は、淡水および海水に浸漬すると 24 時間後に、それぞれ 15～20 倍および 5～7 倍に膨潤する。一方、膨潤止水材を塗布・接着した H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水性能は、海水および淡水環境において遮水工基準を 2 オーダー程度下回る高い遮水性を発揮できることが明らかにされている²⁾。

膨潤止水材を H-H 継手を施した連結鋼管矢板に適用する場合、シートとして H-H 継手内に接着する止水材（膨潤シート）、ならびに塗料として塗布する止水材（膨潤塗料）があり、現場条件に応じてこれら膨潤止水材の性状を選択することが可能である。なお、膨潤塗料の塗布は止水材と鋼がより密実に合成することで剥離等を防止できる、一方、膨潤止水材自体の透水係数はシートもしくは塗料による相違がなく、いずれも 10^{-9} cm/s オーダーである。

3. 膨潤止水材の耐久性試験

H-H 継手を施した連結鋼管矢板が発揮する低透水性（ 10^{-8} cm/s オーダーの透水係数^{1)・2)}）の維持は、H-H 継手内に塗布・接着した膨潤止水材の水圧に対する劣化（耐久性）の評価によって予測することができる。そこで、膨潤止水材に対する塗膜強度の経時変化および塗膜強度と耐圧力の関連性を明らかにすることを目的として、膨潤止水材の塗膜強度試験および耐圧試験を実施した。

3.1 試験方法と評価手法

膨潤止水材の塗膜強度試験では、図-2(a)に示す 2 枚の亚克力板に 2 mm 厚さの膨潤止水材（膨潤シート）を接着した供試体を作製し、淡水および人工海水（3% 食塩水）で満たされた水槽内に水没させる。さらに、所定時間水没させた後、亚克力板から取り出した膨潤止水材（膨潤塗膜）へ図-2(b)で示す進入弾性治具（直径 3 mm）を徐々に進入させ、塗膜強度（進入弾性値）

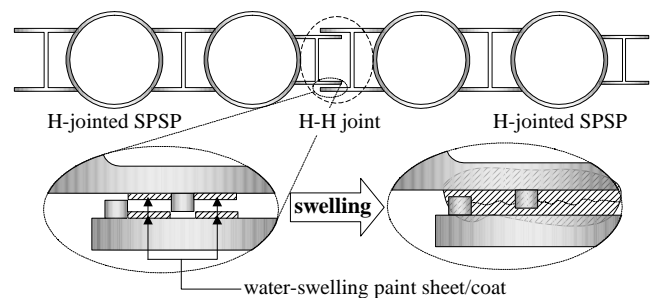


図-1 H-H 継手を施した連結鋼管矢板と膨潤止水材

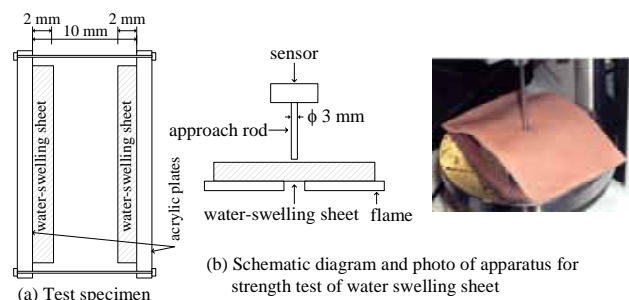


図-2 膨潤止水材の塗膜強度試験の概要

を計測した。

一方、膨潤止水材の耐圧力と塗膜強度の関連性を評価する試験（図-3 参照）では、厚さ 2, 1.4, 1.2 および 1 mm の膨潤シートを耐圧容器内のフランジ治具（間隔：10 mm）の両面に接着し、耐圧容器を淡水で満たされた水槽内に水没させ、15～30 日経過後に水没した耐圧容器内へ段階的な加圧を実施し、空気漏れが確認された圧力を測定し、前段階の圧力を耐圧力とした。同時に、耐圧試験後の供試体に対して進入弾性治具を用いた塗膜強度試験を実施することで、膨潤止水材の耐圧力と塗膜強度の関連性を求めた。なお、本試験における厚さの異なる膨潤シートの使用ならびに任意の水没期間における試験実施は、膨潤止水材に対して様々なレベルの塗膜強度と耐圧力の関連を得るためである。

3.2 結果と考察

図-4 は、塗膜強度試験より得られた 2 mm 厚さの膨潤止水材における塗膜強度の経時変化を示している。水没初期の膨潤シートは水没前の塗膜強度を保持し、時間の経過とともに水分が膨潤止水材全体に浸透することにより塗膜強度は低下傾向を示す。塗膜強度の低下は、水分が膨潤止水材へ浸透する過程において膨潤止水材を形成している高吸水性ポリマーが吸水膨潤し、膨潤止水材内の密度（架橋密度）が膨潤に伴い低下することに拠るものである。一方、人工海水に水没した膨潤止水材は、淡水と比較して塗膜強度の値は大きい。これは、電解質を含んだ海水環境では膨潤止水材の膨潤量が淡水環境と比較して小さいため、結果的に膨潤止水材の密度が淡水環境下よりも高くなるためである。換言すれば、海水環境に曝された膨潤止水材は淡水環境に曝された場合と比較して膨潤量が小さいものの、海水環境に曝された膨潤止水材の密度は比較的高く、膨潤止水材の塗膜強度は同一水没期間において海水環境が淡水環境よりも大きい。なお、膨潤止水材の塗膜強度は、高吸水性ポリマー、充填剤および溶剤などの配合比を変更することで、塗膜強度を増大させること（膨潤止水材の改良）は可能である。

図-5 は、淡水中に 15～30 日間水没した膨潤止水材に対する塗膜強度と耐圧力と関係を示している。これより、膨潤止水材の塗膜強度の増大に伴い耐圧力も増大しており、膨潤止水材の塗膜強度が 1.0 N 以上では 0.5 MPa 以上の耐圧力、塗膜強度が 0.2 N 以下になると 0.1 MPa まで耐圧力が低下する。ここで、海面処分場において適用された膨潤止水材（H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水処理に適用）に求められる耐圧力は危険側を予測しても 0.05 MPa（水位差 5 m）程度である。すなわち、膨潤止水材の塗膜強度が 0.2 N 以上を維持できれば、膨潤止水材は作用水圧（0.05 MPa）に対して十分な遮水効果を維持できると予測できる。また、実施した膨潤止水材の塗膜強度試験では、1 年に及ぶ計測期間において膨潤止水材の塗膜強度が、海水・淡水環境において 1.7 および 1.0 N 付近に漸近する傾向を示しており（図-4 参照）、長期的にも安定した進入弾性値および耐圧力を発揮できるものと推測される。

4. 結論

本報告では、H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水処理において用いられる膨潤止水材の塗膜強度試験および耐圧試験を実施することで、膨潤止水材の塗膜強度特性ならびに塗膜強度と耐圧力の関連性を明確にした。その結果、膨潤止水材の塗膜強度は、淡水環境に比べ海水環境に曝された方が大きく、また時間の経過に伴い塗膜強度は安定傾向を示す。さらに、安定傾向を示した塗膜強度では、海面処分場において十分な耐圧力を有している。なお、今後は本試験を継続的に実施することで膨潤止水材の長期的な耐久性をより詳細に評価する予定である。

【参考文献】

- 1) 稲積ら：海面処分場における鋼管矢板遮水の遮水処理問題と遮水性向上技術、第 15 回廃棄物学会研究発表会論文集, pp.1154-1156, 2004.
- 2) 稲積ら：H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水性能 - 海水環境における透水試験 -, 第 40 回地盤工学研究発表会論文集, 2005 (投稿中).

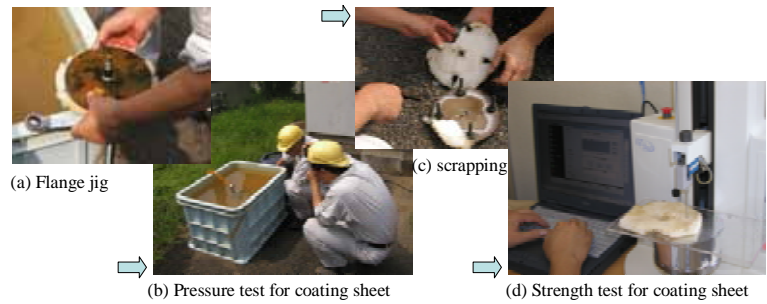


図-3 膨潤止水材の耐圧試験ならびに塗膜試験の流れ

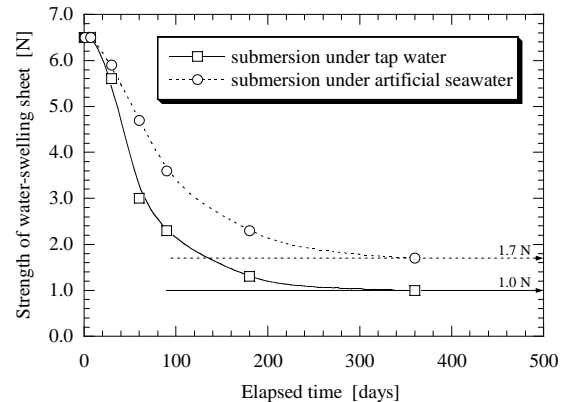


図-4 塗膜強度の経時変化

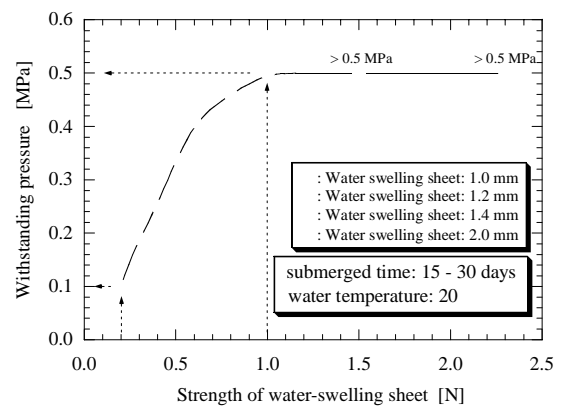


図-5 塗膜強度と耐圧力の関係