

継手遮水における膨潤性止水材の膨潤・強度特性

連結鋼管矢板工法研究会 (非)若月 正・(正)西山嘉一・(正)山村和弘
京都大学 ○(正)稲積真哉・(正)木村 亮

1. はじめに

膨潤性止水材とは合成樹脂エラストマーを母材とし、高吸水性ポリマー、充填剤および溶剤等を配合した流動性のある止水材である。膨潤性止水材は、土木分野において鋼管矢板や鋼矢板の継手遮水性を高めるために多く用いられている。なお、継手箇所に塗布もしくは接着された膨潤性止水材は、地盤中の水と接触することで膨潤して継手内通水空間を塞ぎ、結果的に継手箇所の遮水が図られる。近年では、鋼管矢板工法の一つとして新たに開発された「H-H継手を施した連結鋼管矢板」¹⁾の高遮水化において、膨潤性止水材の積極的な適用が試みられている(図-1参照)。膨潤性止水材が接着されたH-H継手を施した連結鋼管矢板の遮水性能に関しては数多く報告されており、例えば淡水および人工海水の環境において透水係数 $1 \times 10^{-8} \text{cm/s}$ オーダーの低透水性を確保することが明らかにされている¹⁾。また、一連の研究では原位置における膨潤性止水材の剥離や遮水性能等も検証されており、概ね良好な結果が報告されている^{1), 2), 3)}。

本報では、H-H継手を施した連結鋼管矢板の遮水処理に採用する膨潤性止水材の更なる高膨潤化を目的として、膨潤性止水材の組成と膨潤および強度特性に関して実験的な検討を実施し、膨潤・強度特性により優れた膨潤性止水材の配合を提案する。

2. 膨潤性止水材の膨潤・強度特性

現行の膨潤性止水材は淡水および海水に浸漬すると、24時間後に重量比でそれぞれ15~30倍および5~7倍に膨潤する。すなわち、膨潤止水材は淡水中で非常に優れた膨潤能力を有しているものの、海水中での膨潤率は淡水中での1/4~1/5程度である。さらに、淡水中では水温の影響により膨潤体膜強度(膨潤後の材料強度)が低下する傾向にもある。そのような膨潤および膨潤体膜強度特性に起因して、これまで膨潤性止水材は主に仮設遮水材として適用されることが多かった。そこで、膨潤性止水材の膨潤特性ならびに膨潤体膜強度の改良は、H-H継手を施した連結鋼管矢板の高遮水化に留まることなく、他用途における膨潤性止水材の本設適用へ多大に貢献できると考える。

3. 膨潤特性の向上

膨潤性止水材の膨潤機構は、主として膨潤性止水材中に含まれる高吸水性ポリマー(高い水分保持性能を有するように設計された高分子材料)の膨潤に依存するものである。そこで、配合される高吸収ポリマーのエーテル化度(DS値、ポリマー構造の結合強さを表す指標)に着目し、DS値の異なる高吸収ポリマーを配合した種々の膨潤性止水材に対して膨潤率試験を実施した。膨潤率試験の手順は以下のとおりである。

- (1) 膨潤性止水材を一定量乾燥させて2mm厚さのシート状にし、2×2cmの試験片を作成する。
- (2) 試験片の初期重量を測定し、淡水もしくは人工海水で満たされた水槽内(20°C)に浸漬する。
- (3) 48時間浸漬した後、試験片を取り出して浸漬後の重量を測定する。
- (4) 膨潤率(=浸漬後重量/初期重量)を計算する。

図-2は、淡水および人工海水に浸漬した膨潤性止水材の膨潤率と配合した高吸収ポリマーのDS値を示している。なお、現行の膨潤止水材に配合される高吸収ポリマーのDS値は0.6M/c6である。図-2より、高いDS値を有する高吸収ポリマーを配合すると、人工海水での膨潤止水材の膨潤率が大幅に向上する。特に、配合する高吸収ポリマーのDS値を0.9M/c6に改質することで、現行と比べ約2倍の膨潤率が得られる。これらの要因は、人

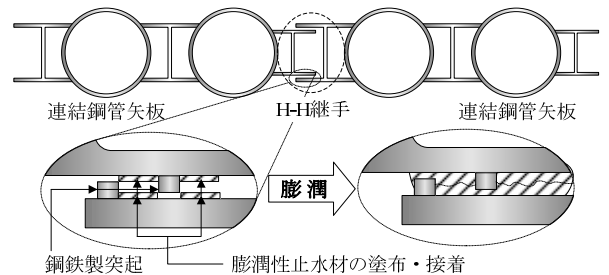


図-1 膨潤性止水材を用いたH-H継手の遮水処理

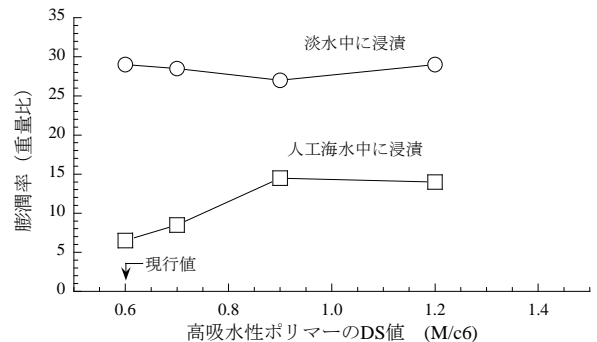


図-2 高吸収ポリマーのDS値と膨潤率

キーワード 膨潤性止水材, 膨潤率, 膨潤体膜強度, エーテル化度, 樹脂含有量

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-2-234 京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻 TEL 075-383-3262

工海水中に含まれる多くのイオンの影響で高吸収ポリマーの不溶化が促進されるものの、DS 値がある程度大きい高吸収ポリマーを使用することで不溶化の促進が緩和されるためである。一方、高吸収ポリマーの不溶化が促進されない淡水中での膨潤性止水材は、高吸収ポリマーの DS 値の増大に対しても同程度の膨潤率（27～29 倍）である。

4. 膨潤体膜強度の向上

膨潤性止水材の母材である合成樹脂エラストマーは、膨潤体膜強度に影響を及ぼす材料の一つである。そこで、合成樹脂エラストマーの樹脂（酢酸ビニル）含有量に着目し、現行の膨潤性止水材に配合される合成樹脂エラストマーA に対して、樹脂含有量を 1.3 および 1.5 倍に増量したエラストマーB およびエラストマーC を配合した種々の膨潤性止水材に対して膨潤体膜強度試験を実施した。膨潤体膜試験の手順は以下のとおりである。

- (1) 膨潤性止水材を一定量乾燥させてシート状（2mm 厚）にし、2×2cm の試験片を作成する。
- (2) 試験片を所定水温の淡水および人工海水で満たされた水槽内に水没させる。
- (3) 48 時間水没させた後、膨潤性止水材へ図-3 で示す進入弾性治具（直径 3mm）を徐々に進入させ、膨潤体膜強度（進入弾性値）を計測する。

表-1 は、水温 20°C の淡水ならびに人工海水中に浸漬した膨潤性止水材の膨潤率と膨潤体膜強度を表している。さらに、図-4 は浸漬する淡水および人工海水の水温変化に対する膨潤体膜強度を示している。表-1 では配合する合成樹脂エラストマーの樹脂含有量によって膨潤性止水材の膨潤率が増減するが、樹脂含有量の多いエラストマーB ならびに C を配合することで、淡水および人工海水中での膨潤体膜強度が増大する。また、合成樹脂エラストマーB および C の配合に伴う膨潤体膜強度の増大は水温 5～30°C の下、淡水および人工海水のいずれの環境においても発揮される（図-4 参照）。

5. 長期耐久性

現行の膨潤性止水材（DS 値 0.6M/c6, エラストマーA）に関しては、膨潤体膜強度試験と別途耐圧試験を継続的に実施しており（現在では 3 年が経過）、膨潤性止水材の膨潤体膜強度の経時特性ならびに耐圧力の関連性を検証している¹⁾。それらの報告では、時間の経過に伴い膨潤体膜強度は安定する傾向を示し、遮水材として適用が考えられる海面埋立処分場において十分な耐圧力（0.05MPa）を有していることが確認されている。

6. おわりに

本報では、膨潤性止水材の膨潤率ならびに膨潤体膜強度を向上させる目的で、膨潤率試験ならびに膨潤体膜強度試験を実施した。その結果、膨潤性止水材の組成成分である高吸収ポリマーの DS 値、および合成樹脂エラストマーに関する樹脂含有量の調整は、膨潤性止水材の膨潤率ならびに膨潤体膜強度の向上に貢献することが明らかになった。また、DS 値 0.9M/c6 を有する高吸収ポリマーならびに樹脂含有量を高めた合成樹脂エラストマーB を配合した膨潤性止水材は、現行の膨潤性止水材と比べて、人工海水中での膨潤率を約 2 倍に、淡水ならびに人工海水中での膨潤体膜強度をそれぞれ約 2 倍および 1.5 倍まで高めることができ、非常に高性能な膨潤性止水材へ改良することができた。

【参考文献】 1) 稲積ら：廃棄物埋立護岸における H-H 継手を施した連結鋼管矢板の開発と適用性評価，土木学会論文集 C, 62, 2, 390-403, 2006. 2) 小林ら：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－，第 40 回地盤工学研究発表会，pp.2551-2552, 2005. 3) 菅野ら：H-H 継手を施した連結鋼管矢板の現場打設・遮水性試験（その 2：遮水性能），第 42 回地盤工学研究発表会，2007，投稿中。

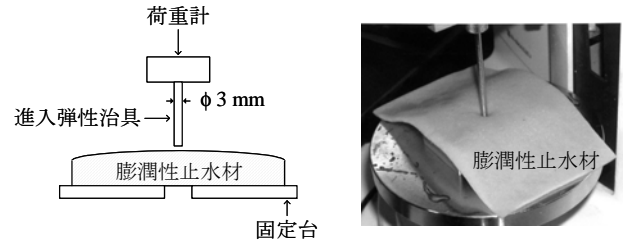
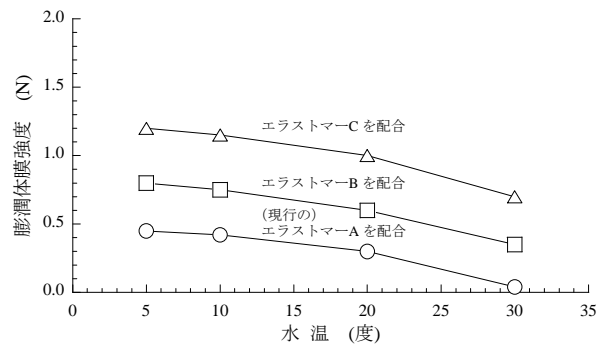


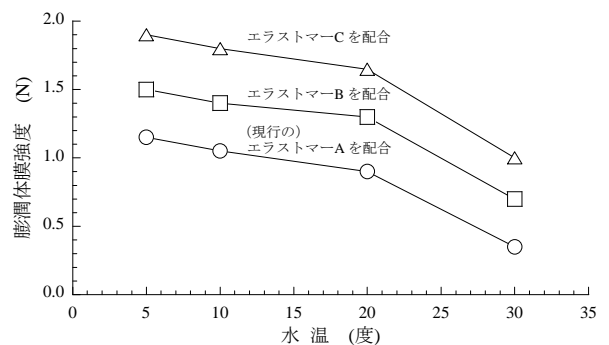
図-3 膨潤体膜強度試験の概要

表-1 水温 20°C での膨潤率および膨潤体膜強度

	膨潤率 (重量比)		膨潤体膜強度 (N)	
	淡水	人工海水	淡水	人工海水
エラストマーA	31	15	0.3	1.0
エラストマーB	28	14	0.6	1.3
エラストマーC	24	11	1.0	1.8



(a) 淡水中に浸漬



(b) 人工海水中に浸漬

図-4 水温と膨潤体膜強度