

第 VII 部門

海面処分場における各種継手形式を有した鋼管矢板遮水壁の性能評価

京都大学 大学院工学研究科	正 会 員	○稲積 真哉
京都大学 経営管理学大学院	正 会 員	大津 宏康
元 京都大学 工学部 (学生)	非 会 員	大竹 雄
京都大学 国際融合創造センター	正 会 員	木村 亮
京都大学 地球環境学堂	フェロー	嘉門 雅史

1. はじめに

現在、海面処分場における鋼管矢板遮水壁の開発では、遮水性を高めた改良型 P-T 継手や H-H 継手で代表される新方式の継手構造等、数多くの意欲的な取組みがなされている^{1), 2)}。なお、鋼管矢板遮水壁の遮水性能（有害物質の封じ込め性能）の評価には、鋼管矢板遮水壁を構成する継手・鋼管を一体として置換した換算透水係数が一般的に用いられている³⁾。本稿では種々の継手形状ならびに継手性能を有した鋼管矢板遮水壁の換算透水係数を、鋼管部ならびに継手部の透水係数として変換し、鋼管部および継手部を精密に再現（継手部からの局所的な漏出を考慮）した上で、種々の継手形式を有した鋼管矢板遮水壁における有害物質の封じ込め性能を評価する。

2. 鋼管矢板遮水壁の遮水性能

鋼管矢板遮水壁の継手には、表-1 で示すような種々の形式が採用されている。また、遮水性能が実験的に報告されている継手形式としては、継手空間内に袋詰めモルタルが充填された P-T 継手、モルタルの充填とともに漏洩防止ゴム板が取り付けられた改良型 P-T 継手および膨潤止水材が塗布・接着された H-H 継手（を施した連結鋼管矢板）がある。既往の報告^{1), 2)}によると、P-T 継手を持つ鋼管矢板、改良型 P-T 継手を持つ鋼管矢板ならびに H-H 継手を施した連結鋼管矢板の換算透水係数は、処分場内外の水位差が 5m 以下の条件において、それぞれ $1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 、 $1 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ および $1 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$ オーダーを発揮できることが実証されている（表-1 参照）。

3. 解析の概要

鋼管矢板遮水壁は互いの鋼管の間に継手箇所が 3 次元的に配置されており、封じ込め評価には継手箇所からの局所的な有害物質の漏出を的確に再現する必要がある。そこで、本稿では 3 次元浸透・移流分散解析コードである「Dtransu-3D・EL」を使用し、継手箇所をより精密に再現した鋼管矢板遮水壁の封じ込め性能を評価する。

図-1 は設定した処分場 3 次元断面（基本断面）を示している。本解析では、図-1 に示すように海面処分場を簡略化し、一重の鋼管矢板遮水壁、廃棄物層ならびに自然堆積粘土層で構成される処分場 3 次元断面を仮定している。また、廃棄物層を汚染源と仮定し

表-1 各種継手形式を有する鋼管矢板遮水壁の諸特性

各種継手形式を有する鋼管矢板 (cm)	鋼管矢板部分の上面図 (□鋼管部 □継手部) (cm)	換算透水係数 (cm/sec)	継手部透水係数 (cm/sec)
袋詰めモルタルが充填された P-T 継手 (Case I) 		1×10^{-6}	1.3×10^{-6}
モルタルの充填とともに漏洩防止ゴム板が取り付けられた改良型 P-T 継手 (Case II) 		1×10^{-8}	1.3×10^{-8}
改良型 P-T 継手を有する連結鋼管矢板遮水壁 (Case III) 		5×10^{-9}	1.3×10^{-8}
H-H 継手を有する連結鋼管矢板遮水壁 (Case IV) 		1×10^{-9}	1.8×10^{-9}

て有害物質（重金属類）濃度 $C=1$ を、廃棄物層以外の領域には有害物質濃度 $C=0$ を初期条件として与えている。なお、海面処分場では、処分場内外の水位差が 2m を超えないように日常的に管理されている。そこで、図-1 に示した処分場 3 次元断面では海域上端部に全水頭 $H=0\text{m}$ 、および廃棄物層上端部に全水頭 $H=2\text{m}$ を境界条件として与え、 2m の管理水位を再現している。なお、処分場 3 次元断面の境界端は全て非排水条件である。

4. 各種継手形式の封じ込め性能

表-1 は、各種継手形状を有する鋼管矢板遮水壁の換算透水係数、鋼管と継手箇所の寸法、さらに継手箇所の透水係数を表している。さらに、図-2 は Case I～Case IV において確認された処分場外に漏出する有害物質の最高濃度と経過時間の関係を、図-3 には Case I～Case IV における廃棄物から漏出する有害物質の濃度分布の時刻暦を示している。

図-2 および図-3 より、鋼管矢板遮水壁の海域側端において有害物質濃度 C が 0.1 に達した時間（環境基準値を超過する時間に相当）は、Case I で 1 年未満および Case II で約 70 年である。なお、Case III および Case IV では、140 年に及んでも環境基準値を超過する有害物質の漏出（処分場外にて $C=0.1$ となる挙動）は確認されない。すなわち、継手の配置間隔は同じであるが、継手箇所の透水係数が異なる Case I と Case II からは、鋼管矢板遮水壁における継手箇所の低透水化が有害物質の封じ込めに対して大きく貢献している。さらに、Case III で代表される鋼管矢板遮水壁における継手箇所の遠配置化は、Case II と比べ漏出する総有害物質質量をおよそ半減させる効果を有する。

以上より、継手箇所の低透水化とともに継手箇所の遠配置化は、処分場外へ漏出する有害物質濃度を低減させることにつながり、有害物質の封じ込め効果を大きく向上させる要因となる。また、Case IV として示された H-H 継手を施した連結鋼管矢板遮水壁は、継手箇所の低透水化ならびに遠配置化を最も効率的に達成した技術であると判断できる。

5. おわりに

本稿では、鋼管矢板遮水壁に関する継手箇所を低透水化する技術および継手箇所の半減・遠配置化する技術が、海面処分場の有害物質の封じ込め性能に対して大きく貢献することを明らかにした。また、H-H 継手を施した連結鋼管矢板遮水壁の有効性を示すことができた。

【参考文献】 1) 沖ら：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論文集，53-58，2003。 2) 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。 3) 稲積ら：海面埋立処分場における鋼管矢板遮水壁に対する環境適合性の評価ならびに向上技術の一提案，建設マネジメント研究論文集，13，1-10，2006。

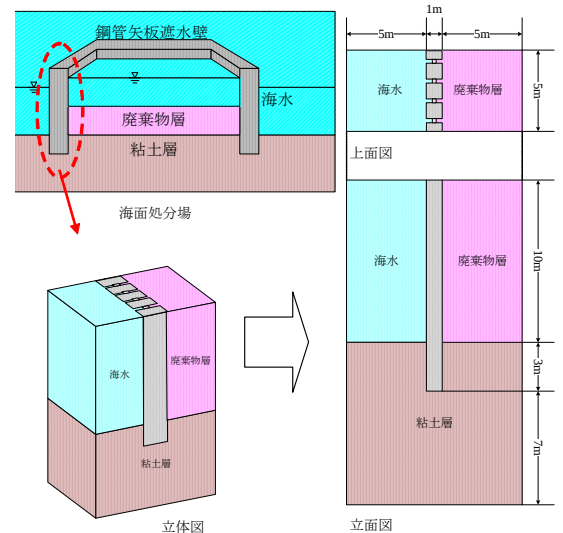


図-1 処分場 3 次元断面（基本断面）

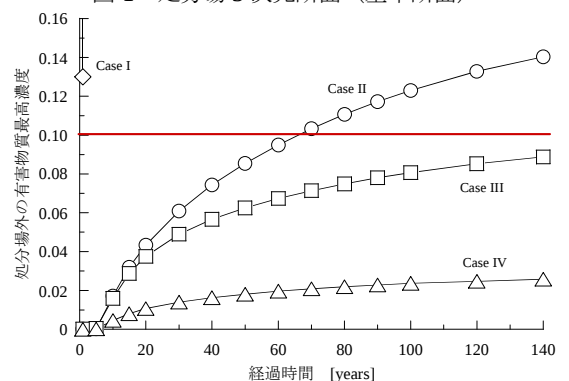


図-2 漏出する有害物質の最大濃度の経時変化

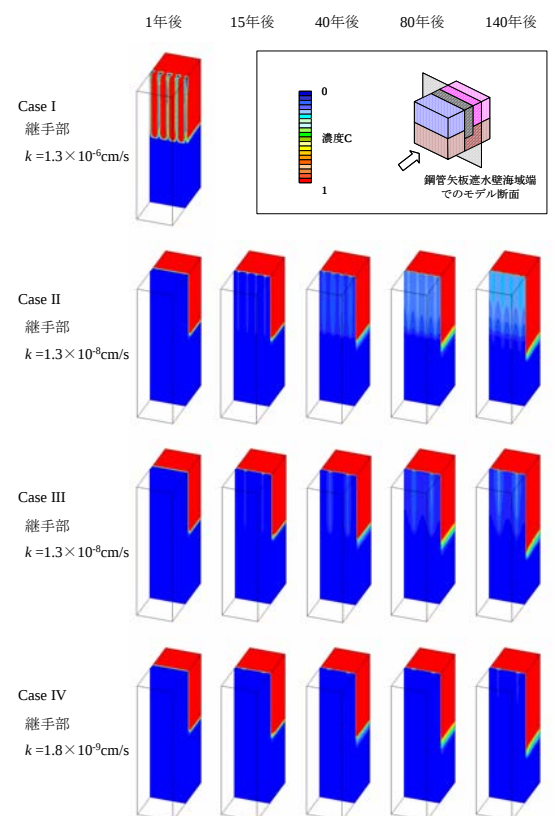


図-3 漏出する有害物質の濃度分布