

平成22年4月6日現在

研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2008～2009  
 課題番号：20710060  
 研究課題名(和文) 鋼管矢板式廃棄物埋立護岸の環境性能評価とその向上技術に関する研究  
 研究課題名(英文) Environmental Evaluation and Technology for SPSP Cutoff Walls at Coastal Waste Landfill Sites  
 研究代表者  
 稲積 真哉 (INAZUMI SHINYA)  
 京都大学・大学院工学研究科・助教  
 研究者番号：90362459

研究成果の概要(和文)：海面処分場における側面遮水工には地震、波浪、高潮および津波等の海上特有の諸外力から埋立地を護る護岸機能とともに、廃棄物からの浸出水が海域へ流出するリスクを軽減、回避もしくは未然防止する機能が要求される。本研究は側面遮水工の一つである鋼管矢板遮水壁に着目し、継手部から浸出水の局所的な漏水を表現し得る評価モデルを検討し、継手部の3次元的配置ならびに透水係数分布を考慮した鋼管矢板遮水壁が設けられた海面処分場の汚染リスクおよび汚染リスク低減効果を、3次元浸透・移流分散解析によって評価する。

研究成果の概要(英文)：An evaluation method that can express the local leakage of leachate from joint sections in steel pipe sheet pile (SPSP) cutoff walls is discussed, in this study. In particular, the evaluation of environmental feasibility (containment of leachates containing toxic substances) considering a three-dimensional arrangement and hydraulic conductivity distribution of the joint sections in the SPSP cutoff wall is compared with an evaluation that generally uses the equivalent hydraulic conductivity.

交付決定額

(金額単位：円)

|        | 直接経費      | 間接経費    | 合計        |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2008年度 | 2,100,000 | 630,000 | 2,730,000 |
| 2009年度 | 1,200,000 | 360,000 | 1,560,000 |
| 総計     | 3,300,000 | 990,000 | 4,290,000 |

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境技術・環境材料

キーワード：環境保全技術

## 1. 研究開始当初の背景

海面処分場における側面・底面遮水工は廃棄物の埋立処分に対応して、港湾保全との整合を図りつつ、埋立処分する空間を確保するためのものである。側面遮水工(埋立護岸)には、地震や波浪、高潮および津波等の海上特有の諸外力から埋立地を護る護岸機能とともに、廃棄物からの浸出水が海域へ流出するリスクを軽減、回避もしくは未然防止する

機能が要求される。なお、本研究では海面処分場における有害物質を含んだ廃棄物浸出水の海域漏出の可能性を汚染リスクとして、また浸出水の海域漏出を軽減、回避あるいは未然防止する側面・底面遮水工の効果、換言すれば、浸出水の封じ込め効果を汚染リスクの低減効果として定義する。

近年では大水深施工が可能な鋼管矢板が施工性および経済性の観点から、側面遮水工

の一つとして海面処分場を中心に広く用いられている。しかしながら、**図1**で示される継手を有する鋼管矢板を用いた側面遮水工（以下、鋼管矢板遮水壁と称する）が確保・発揮しなければならぬ汚染リスク低減効果の評価は、実験的にも解析的にも非常に複雑を呈する。

## 2. 研究の目的

本研究では側面・底面遮水工が設けられた海面処分場に対する汚染リスクマネジメントの確立を目的とし、その基礎となり得る側面・底面遮水工が設けられた海面処分場から廃棄物浸出水の汚染リスクを解析的に評価する。具体的には、側面遮水工の一つである鋼管矢板遮水壁に着目し、継手部から浸出水の局所的な漏水を表現し得る評価モデルを検討することで、継手部の3次元的な配置ならびに透水係数分布を考慮した鋼管矢板遮水壁を有する海面処分場の汚染リスクおよび汚染リスク低減効果の将来予測を実施する。

## 3. 研究の方法

海面処分場における鋼管矢板遮水壁に関する汚染リスク低減の評価では、鋼管矢板遮水壁の換算透水係数が一般的に用いられている。換算透水係数を用いた評価は遮水工構造基準と直接的に照合可能であるため、鋼管矢板遮水壁の技術開発では頻繁に用いられる。一方、換算透水係数を用いた鋼管矢板遮水壁の評価では、漏水の可能性が高い継手部の透水係数と不透水として仮定される鋼管部を平均化しているため、実現場にて問題となる漏水箇所ならびに時間の特定が容易でない。すなわち、鋼管矢板遮水壁における継

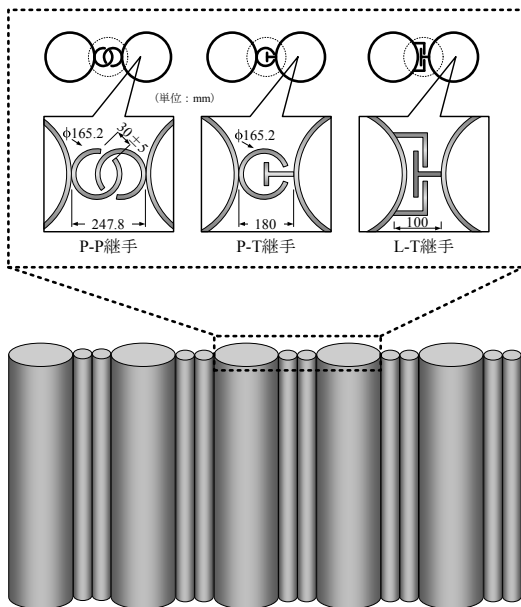


図1 鋼管矢板と継手形式

手部からの局所的な有害物質の漏出による環境影響を評価することが困難である。そこで、鋼管矢板遮水壁における継手部からの浸出水の局所的な漏水を表現し得る評価モデルを比較検討する。評価モデルの比較検討では、換算透水係数を用いた評価モデルを「均一層モデル」とし、鋼管と浸出水の漏水経路である継手部を互いに考慮した評価モデルを「鋼管・継手モデル」としている。

## 4. 研究成果

**図2**は、均一層モデルにおいて遮水壁として設定した均一層、鋼管・継手モデルにおいて鋼管部および継手部での、鋼管矢板遮水壁の海域側端を通過する有害物質の濃度フラックス（単位面積および単位時間あたりに通過する物質質量）を示している。さらに、**図3**には両モデル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4**は両モデル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表している。

**図2**では鋼管・継手モデルが均一層モデルと比較して、継手部において漏出する有害物質の濃度フラックスが集中している。すなわち、鋼管・継手モデルは、鋼管部と比べて透水係数の高い継手部に有害物質を含む浸出水の流量集中、すなわち汚染リスクを定量的に表現することができる。さらに、**図4**に示されているように、均一層モデルでは有害物質を含む浸出水が鋼管矢板遮水壁から均等

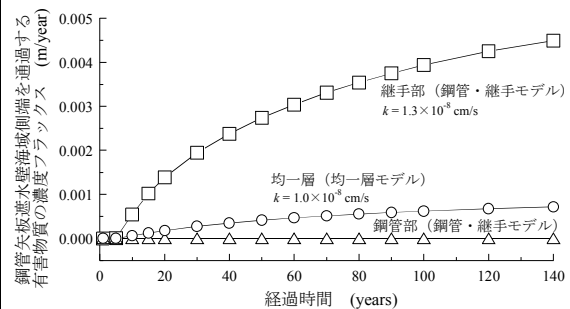


図2 処分場外へ漏出する濃度フラックスの経時変化

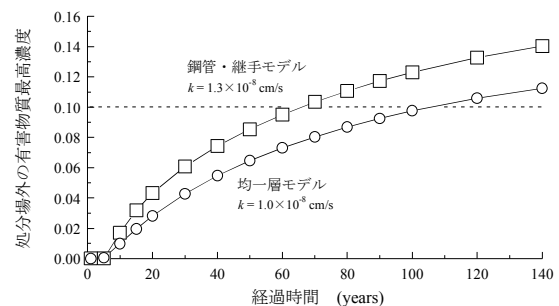


図3 処分場外へ漏出する有害物質最高濃度の経時変化

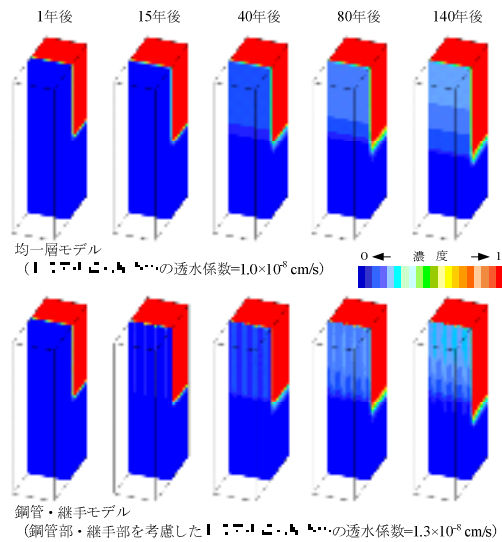


図4 漏出する有害物質濃度の時刻暦

に漏水し、処分場外へ漏出する有害物質濃度が年数経過に従って均一に増加する傾向に対し、鋼管・継手モデルでは有害物質を含む浸出水が継手部において局所的に漏水し、処分場外へ漏出する有害物質濃度が年数経過に従って継手部において局所的に増加する。その結果、図3に示されるように、鋼管・継手モデルでは処分場外へ漏出する有害物質濃度が均一層モデルと比較して早期に増加する。

例えば、評価指標として設定した鋼管矢板遮水壁の海域側端における有害物質濃度Cが0.1に達する時間では、均一層モデル（鋼管矢板遮水壁全体の透水係数 $=1.0 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ ）において約110年、鋼管・継手モデル（鋼管部・継手部を考慮した鋼管矢板遮水壁全体の透水係数 $=1.0 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ ）において約70年である（図3参照）。また、鋼管矢板遮水壁全体の透水係数が均一層モデルならびに鋼管・継手モデルにおいて等価である他の解析条件においても、鋼管・継手モデルは浸出水の局所漏水の影響により、均一層モデルと比較して早期に環境有害物質の漏出（汚染リスクの発生）が確認され（図5参照）、また、その傾向は鋼管矢板遮水壁全体の透水係数の上昇に伴い顕著となる（図6参照）。これは上記した一例と同様の傾向である。

上記したように、鋼管・継手モデルを用いた海面処分場における鋼管矢板遮水壁に関する汚染リスク低減効果の評価は、鋼管矢板遮水壁の継手部で発生する局所的な浸出水漏水を再現可能であり、また均一層モデルと比較して図3で示したように、早期に環境基準値を超過する有害物質が処分場外へ漏出する傾向を示す。換言すれば、従来実施されている換算透水係数を基本とした均一層モデルを用いた評価は漏出する有害物質の総

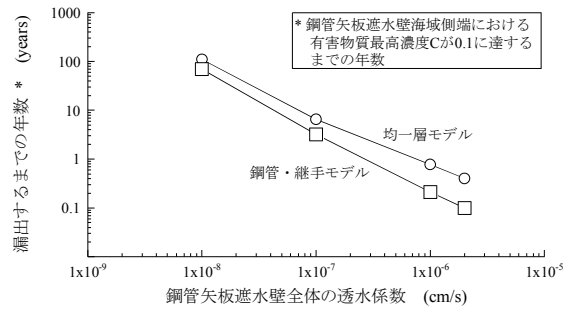


図5 有害物質の漏出時間と換算透水係数

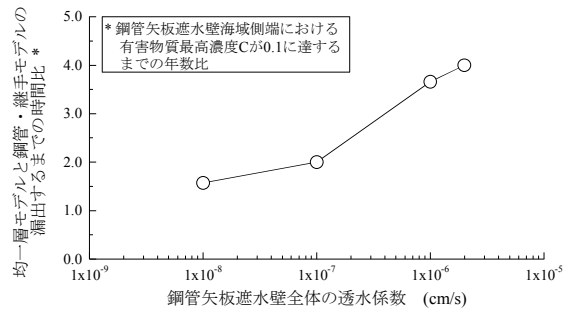


図6 局所漏水に伴う漏出時間と換算透水係数

物質量は概略的に評価できるものの、鋼管矢板遮水壁における有害物質の局所漏出を再現できないため、汚染リスク低減効果を有害物質の漏出時間として過大に予測している可能性がある。なお、均一層モデルでは、鋼管矢板遮水壁における有害物質の漏出箇所に対する定量的な特定も困難である。

海面処分場において構築された鋼管矢板遮水壁を長期的にマネジメントするためには、鋼管矢板遮水壁の汚染リスク低減効果が何時そして何れの箇所において損なわれるかを適切に推測することが重要である。本観点からも鋼管・継手モデルを用いた評価によって、鋼管矢板遮水壁の細部にわたる汚染リスク低減効果を検証することが重要である。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計9件）

- ① 稲積真哉, 木村 亮, 葛 拓造, 若月 正, 土砂混在場における H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水性能に関する実験的検討, 材料, 査読有, Vol.59, No.1, 2010, pp.74-77
- ② 稲積真哉, 木村 亮, 角田敏光, 葛 拓造, 西山嘉一, 海面処分場における鋼管矢板遮水工の有効活用に関する検討, 第54回地盤工学シンポジウム論文集, 査読有, 2009, pp.371-376

- ③ 稲積真哉, 若月 正, 小林賢勝, 木村 亮, 膨潤性止水材の膨潤率および膨潤圧に関する実験的検討, 第46回環境工学研究フォーラム講演集, 査読有, 2009, pp.141-143
- ④ Inazumi, S. and Kimura, M., On-site verification for installation and permeability of H-jointed SPSPs with H-H joints, Proceedings of the 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 査読有, Vol.3, 2009, pp.2540-2543
- ⑤ 稲積真哉, 大津宏康, 塩谷智基, 勝見 武, 石川憲俊, バンコクの都市廃棄物処理に関する環境影響評価, 第8回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, 査読有, 2009, pp.405-408
- ⑥ 稲積真哉, 磯部公一, 木村 亮, 三津田祐基, 鋼管矢板基礎における継手部力学特性の解明と3次元骨組構造解析の提案, 土木学会論文集C, 査読有, Vol.65, No.2, 2009, pp.532-543
- ⑦ Inazumi, S., Ohtsu, H., Otake, Y., Kimura, M. and Kamon, M., Evaluation of environmental feasibility on steel pipe sheet pile cutoff wall at coastal landfill sites, Journal of Material Cycles and Waste Management, 査読有, Vol.11, No.1, 2009, pp.55-64
- ⑧ 稲積真哉, 大津宏康, 海面処分場における鋼管矢板遮水壁のリスク評価手法, 建設マネジメント研究論文集, 査読有, Vol.15, 2008, pp.13-22
- ⑨ 稲積真哉, 木村 亮, 若月 正, 西山嘉一, 嘉門雅史, 鋼管矢板遮水壁の遮水性評価と浄化促進遮水壁の技術提案, 第8回地盤改良シンポジウム論文集, 査読有, 2008, pp.209-21

[学会発表] (計8件)

- ① Kakuda, T., Inazumi, S. and Kimura, M., Leachate control technology at H-H joint interior space of SPSP cutoff walls, Proc. of the 22th KKCNN Symposium on Civil Engineering, 2009.10.31, pp.415-420, The Imperial Mae Ping in Chiangmai
- ② 稲積真哉, 角田敏光, 木村 亮, 葛 拓造, 若月 正, 西山嘉一, H-H継手を施した連結鋼管矢板の遮水性に対する乾湿繰返しの影響, 第64回土木学会年次学術講演会概要集, 第VII部門, 2009.09.03, pp.345-346, 福岡大学
- ③ 稲積真哉, 角田敏光, 木村 亮, 岩永克也, 平井 卓, 若月 正, 鋼管矢板遮水壁におけるH-H継手内空間の有効活用, 第44回地盤工学研究発表会発表論文集, 2009.08.20, pp.1921-1922, 関東学院大学
- ④ 角田敏光, 稲積真哉, 木村 亮, 若月 正,

- 葛 拓造, 山村和弘, 土砂混在場における膨潤性止水材の膨潤挙動と遮水性能, 第44回地盤工学研究発表会発表論文集, 2009.08.20, pp.1923-1924, 関東学院大学
- ⑤ 稲積真哉, 木村 亮, 若月 正, 山村和弘, 井口公一, H-H継手を施した連結鋼管矢板の土砂混在場における遮水性能, 第63回土木学会年次学術講演会概要集, 第VII部門, 2008.09.10, pp.155-156, 東北大学
- ⑥ 稲積真哉, 西山嘉一, 山村和弘, 牛嶋 純, 金井直樹, 木村 亮, 鋼管矢板遮水壁におけるH-H継手の有効活用技術の提案, 第43回地盤工学研究発表会発表論文集, 2008.07.11, pp.2121-2122, 広島大学
- ⑦ 若月 正, 稲積真哉, 西山嘉一, 山村和弘, 牛嶋 純, 木村 亮, 汚染水に暴露された膨潤性止水材の膨潤特性, 第43回地盤工学研究発表会発表論文集, 2008.07.11, pp.2119-2120, 広島大学
- ⑧ Inazumi, S., Ohtsu, H., Kimura, M. and Kamon, M., Evaluation of environmental performance on 3D configuration of joints in SPSPs cutoff walls, Geo-Environmental Engineering 2008, Proc. of the 8th Japan-Korea-French Joint Seminar on Geo-environmental Engineering, 2008.06.13, pp.109-116, Kyoto University

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

稲積 真哉 (INAZUMI SHINYA)  
 京都大学・大学院工学研究科・助教  
 研究者番号: 90362459