

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 28 日現在

機関番号：54501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24510097

研究課題名(和文) 廃棄物処分場のライフサイクルにおける鋼製遮水工の建設・維持補修技術に関する研究

研究課題名(英文) Evaluation of maintenance strategy based on leakage risk assessment for side impervious walls at coastal landfill sites

研究代表者

稲積 真哉 (Inazumi, Shinya)

明石工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：90362459

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、H-H継手内部の空洞空間に低水位環境を保持した場合、種々の条件をパラメトリックに変化させたときのH-H継手の有害物質の封じ込め性能ならびに浄化促進性能について評価を行った。本研究で得られた知見は以下のとおりである。H-H継手内部の空洞空間に低水位環境を保持することで、鋼管矢板遮水壁を通過して海域へ流出する有害物質の発生を防ぐことができる。遮水・浄化促進機能を有するH-H継手の有害物質の浄化促進性能は、処分場からの浸出水量の増大に伴って向上する。・処分場内に存在する有害物質の封じ込めを達成するためには、底面遮水工の遮水性能を向上させることも重要である。

研究成果の概要(英文)：This research proposes leachate control technology using H-H joint interior space as a part of steel pile sheet pipe cutoff walls in coastal landfill site from a long-term perspective. In addition, the containment and remediation performance of the H-H joint in landfill site was evaluated by seepage and advection/dispersion analysis. The H-H joint was able to perform the containment and the remediation functions by keeping the low water-level at H-H joints interior space. Moreover, the leachate control technology using H-H joint interior space demonstrates it's possible to contain water-soluble toxic substances in landfill sites and remediate them.

研究分野：土木工学

キーワード：廃棄物処分場 遮水工 有害物質 封じ込め 浄化

1. 研究開始当初の背景

海面廃棄物処分場における鋼管矢板遮水壁の一部材であるH-H継手は、フランジ部に膨潤性止水材を接着・塗布することで遮水性能が担保され、その継手の内部には空洞空間が形成される(図1(a), (b)参照). すなわち、鋼管矢板遮水壁の継手箇所にH-H継手を適用した場合、有害物質を含んだ浸出水が処分場内から処分場外へ流出するためには、H-H継手内部に形成された空洞空間を必ず通過しなければならない。よって、H-H継手内部の空洞空間内において廃棄物由来の浸出水を排除あるいは遮水することが可能となれば、鋼管矢板遮水壁を通過する浸出水の流出経路を完全に遮断することができる。また、廃棄物由来の浸出水には焼却残渣に含有される水溶性の重金属類が含まれていることも考えられる。そのため、H-H継手内部の空洞空間において廃棄物からの浸出水を取り除くことができれば、処分場内の有害物質の浄化をも促すことが可能となるといえる。

2. 研究の目的

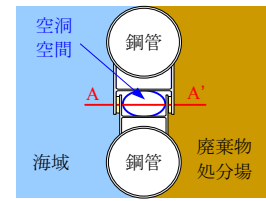
本研究では、建設時から将来にわたって廃棄物処分場の環境安全性を持続ならびに保障するため、鋼管矢板部材であるH-H継手に「遮水・浄化促進」技術を導入することで、海面廃棄物処分場内における水溶性有害物質の封じ込めに加え、水溶性有害物質の浄化促進をも期待できる鋼管矢板遮水壁の構築を提案している。

3. 研究の方法

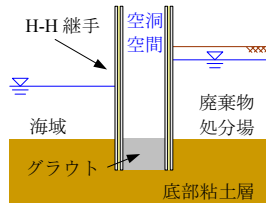
本研究では、遮水・浄化促進機能を有する鋼管矢板遮水壁を構築することを目的として、H-H継手内部の空洞空間を有効活用した諸技術を提案している。

H-H継手内部の空洞空間を有効活用した遮水・浄化促進技術として、①低水位環境を保持する(図1(c)参照)技術および②高水位環境を維持する(図1(d)参照)が考えられる。②低水位環境を保持する技術は、H-H継手内部の空洞空間に低水位環境を形成することで、継手内部の空洞空間へ外部から水が流入する環境となり、流入した水をポンプ等で集排水することで遮水する工法である。また、②低水位環境を保持する技術では、水溶性有害物質を含有し得る廃棄物からの浸出水を揚水装置により排水するため、廃棄物の浄化を図ることも期待できる。一方、②高水位環境維持する技術では、H-H継手内部の空洞空間の水位を予め周囲より高めておくことで、継手内部の空洞空間から外部へ流出する動水勾配を形成する遮水技術である。

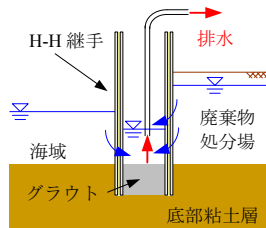
本研究では、①低水位環境を維持した場合の有害物質の封じ込め性能および浄化促進性能について3次元浸透・移流分散解析を実施することにより検討を行う。



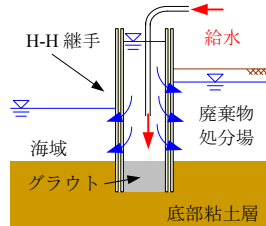
(a) 上面図



(b) A-A' 断面



(c) 低水位環境の保持



(d) 高水位環境の維持

図1 遮水・浄化促進技術

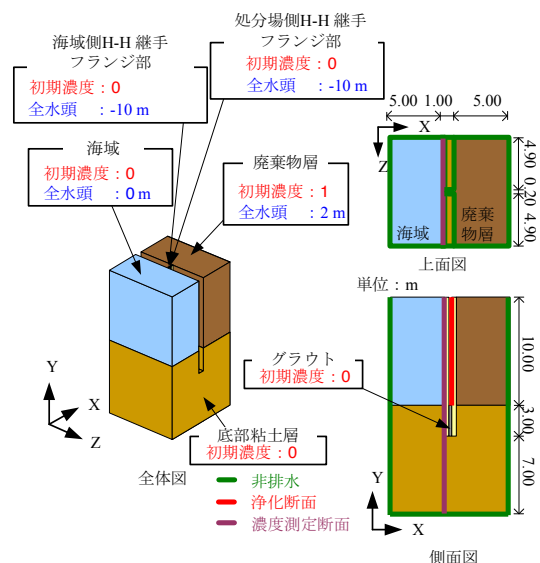


図2 浄化モデル

表 1 材料定数

材料	単位	廃棄物層	海域	底部粘土層	H-H 継手 フランジ部	グラウト
透水係数 (水平方向)	cm/s	1.0×10^{-3}	1.0×10^0	1.0×10^{-6} or 1.0×10^{-8} or 1.0×10^{-10}	1.0×10^{-7}	1.0×10^9
透水係数 (鉛直方向)	cm/s	1.0×10^{-3}	1.0×10^0	1.0×10^{-6} or 1.0×10^{-8} or 1.0×10^{-10}	1.0×10^{-7}	1.0×10^9
有効間隙率	—	1	0.1	0.1	0.1	0.1
縦分散長	cm	10	10	10	10	10
横分散長	cm	1	0.1	0.1	0.1	0.1
分子拡散係数	cm ² /s	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}
遅延係数	—	1	1	2	1	1

本検討では、「浄化促進モデル」(図 2 参照)を用いることにより検討している。

「浄化促進モデル」(図 2 参照)は、海域、廃棄物層、海域側および処分場側 H-H 継手フランジ部(以後、両方をまとめて「H-H 継手フランジ部」と称する)および底部粘土層から構成されている。「浄化促進モデル」では、H-H 継手内部の空洞空間に保持される水位は海域側および処分場側 H-H 継手フランジ部の空洞空間側端に全水頭を設定することで表現している。また、なお、H-H 継手内部の空洞空間の最深部から 3m の深度まではグラウト遮水処理が施されているものとしている。また、各構成層に与えた材料特性は表 1 に示すとおりである。

4. 研究成果

本解析では、処分場側 H-H 継手フランジ部の空洞空間側端(浄化断面)を通過する有害物質(重金属類)の質量フラックス(単位面積および単位時間当りに通過する物質質量)によって H-H 継手の浄化促進性能を評価している(図 2 参照)。また、有害物質の封じ込め性能については、海域側 H-H 継手フランジ部の海域側側断面(濃度測定断面)における有害物質の濃度によって評価を実施している(図 2 参照)。なお、H-H 継手の浄化促進性能、ならびに有害物質の封じ込め性能はいずれも定常状態によって評価を行っている。

図 3 によると、H-H 継手に遮水・浄化促進機能を有する場合、H-H 継手を中心に放射状に浄化が進展する。一方、図 4 から、底部粘土層の透水係数変化しても、H-H 継手の浄化促進性能に影響を及ぼさない。具体的には、底部粘土層の透水係数が $k=1.0 \times 10^{-6}$ cm/s、 $k=1.0 \times 10^{-8}$ cm/s および $k=1.0 \times 10^{-10}$ cm/s のいずれの場合でも約 $0.121/\text{m}^2 \cdot \text{year}$ であり、同等の浄化促進性能を示しているといえる。これは、底部粘土層の透水係数に関わらず H-H 継手内部の空洞空間に流入する廃棄物層からの浸出水量は同じであるため、浸出水に含有される有害物質質量も同じとなっているからである。

有害物質の封じ込めについて考慮すると、H-H 継手に遮水・浄化促進機能を適用することで有害物質の流出量を低減できる。特に、

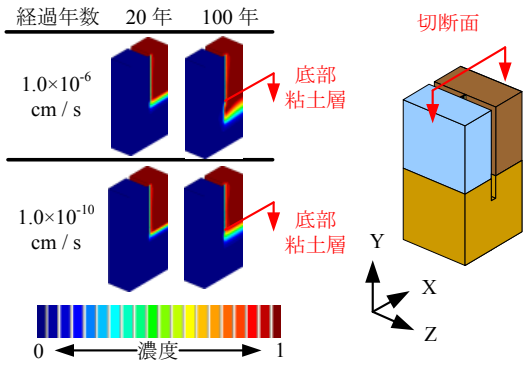


図 3 経過年数に伴う有害物質の濃度分布時刻暦

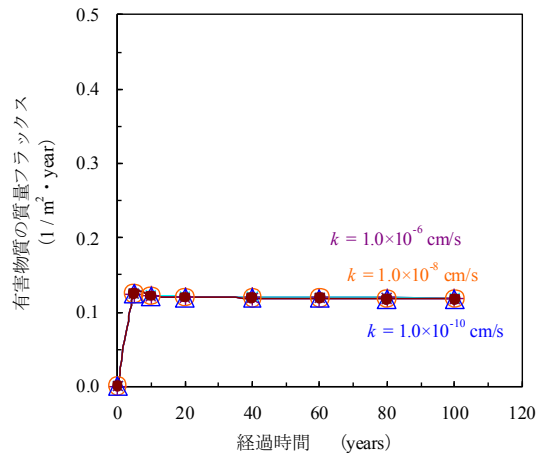


図 4 浄化断面を通過する有害物質の質量フラックス

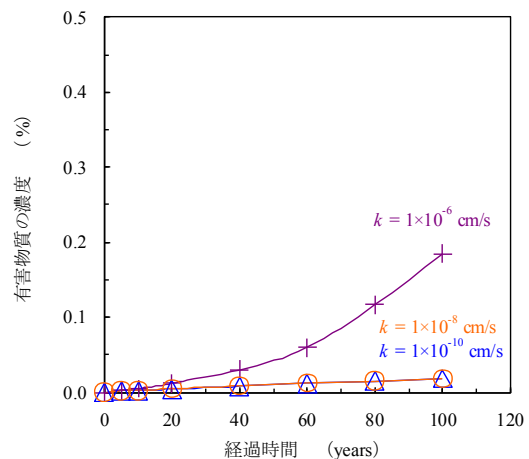


図 5 濃度測定断面における有害物質の濃度

H-H 継手を通過して海域へ流出する有害物質は継手内部の空洞空間において排除されるため、側面からの流出する可能性は限りなく低いと考えられる。一方、底部粘土層からの流出に関して考えると、底部粘土層の透水係数は低い方が望ましい(図 5 参照)。底部粘土層の透水係数が $k=1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ の場合、100 年経過後の濃度測定断面における有害物質の濃度は約 18%である。一方、底部粘土層が $k=1.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ の透水係数を有する場合、濃度測定断面における有害物質の濃度は約 1.8%である。これは、底部粘土層の透水係数の上昇に従って移流に伴う有害物質の流出が促進されるためである。

本研究では、遮水・浄化促進機能を有する H-H 継手の有害物質の封じ込め性能および浄化促進性能について検討を行った。結果として、H-H 継手に遮水・浄化促進技術を適用することで、処分場の有害物質の封じ込めおよび浄化促進を図ることができることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Inazumi, S. and Kakuda, T. :Performance of water cut-off and remediation promotion techniques at coastal waste land fill sites, Journal of Material Cycles and Waste Management, Springer, Vol. 16, Issue 3, pp. 533-545, 2014-7.

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲積真哉 (INAZUMISHINYA)

明石工業高等専門学校・都市システム工学科・准教授

研究者番号：90362459

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者