土のキャピラリー・バリアを利用した汚染廃棄物の貯蔵保管工法の開発

森井　俊広・河合　隆行

1. はじめに

キャピラリー・バリア（Capillary barrier: CB）地盤とは，砂層とその下部に礫層を敷設した単純な層状地盤をいう．土粒子の大きさに起因する砂層と礫層の保水性（毛管力）の違いにより，地表面から浸潤してきた水は境界面の上部で捕捉され，集積する．層の境界面に傾斜をつけると，集積した水は砂層内を傾斜方向に流下し排水される．その結果，境界面以深の領域は一定の範囲にわたって水の浸入から保護される．図1は，水平長約2mの野外の小規模斜面で，4カ月にわたって計測したCB地盤内の水分量変化である．砂層内の水分量は，地表面から境界面までの全深さにわたって，降雨に対応して敏感に増減している．これに対し，礫層内の水分量はほとんど変化しておらず，降雨に伴う深層部への降下浸潤が完全に遮断されているのが分かる[1)]．

CBのこのような優れた浸潤水の遮断・排水機能を利用することにより，さまざまな廃棄物の長期にわたる安定した貯蔵保管が可能となる．具体的には，CBを被覆層および底部排水層として実装した盛土により，原初あるいは除染時発生の放射性物質によって汚染された廃棄物・除去物（がれき，植物，腐植土，焼却灰等）の仮置きおよび貯蔵保管が可能となる[2)]．

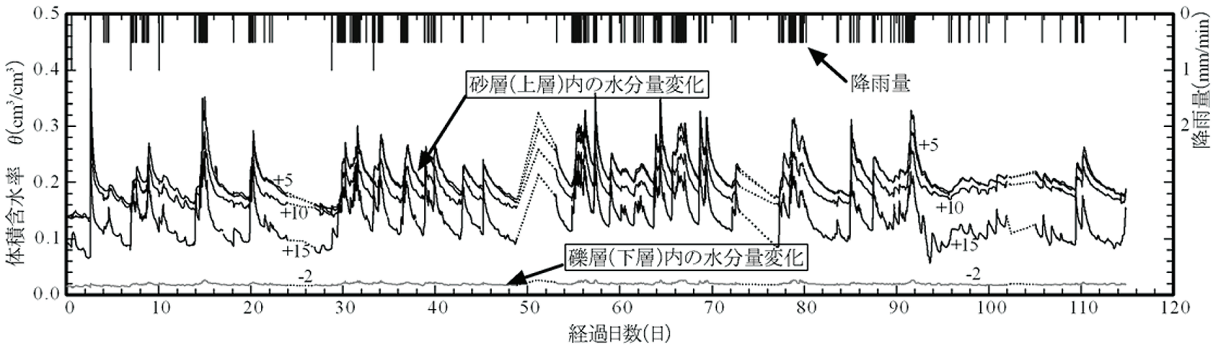


図1　傾斜したキャピラリー・バリア地盤で計測した雨水浸潤遮断

2. CBによる被覆層と底部排水層を備えた盛土による貯蔵保管工法の提案

がれき，植物，腐植土，焼却灰等の汚染された廃棄物･除去物の貯蔵保管にあたり，図2に示すように，盛土形式を採用することにより地下水の流入を防止し，かつCB地盤を盛土被覆に用いることにより雨水浸潤を遮断することができる．盛土の底部にCB地盤による排水層を設置すれば，万が一に盛土内に雨水が浸入しても，地下水に漏出させることなく集水し，盛土外に安全に排水できる二重のセーフティ構造となる．トンパック1段ないし2段積みを被覆する高さ2～3mの長列状の盛土とし，その幅は，使用する現地材料土の不飽和水分特性から決まる限界長に基づいて決定できる．おおよそ片幅10～15mが可

能と考える．当該盛土では砂と礫の自然材料のみを用いるため，1/4減期をはるかに上回る長期にわたり保管機能が維持される．このため，除去されるC_S固定態土壌に対し安定した長期貯蔵処理（非減容化）工法としても適用できる．

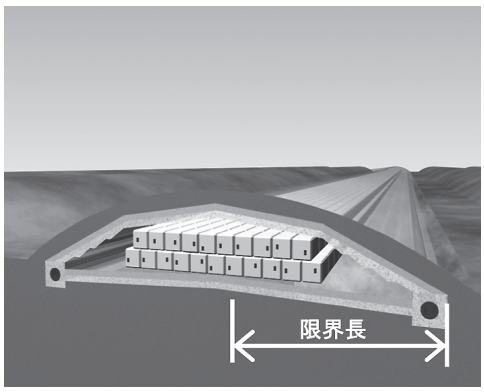


図2　CB機能を利用した貯蔵盛土（概念図）

3. 盛土規模を決定する限界長の推定

土中水が遮断・排水される長さ（限界長）は，盛土の規模，したがって貯蔵できる汚染廃棄物の容量を左右する（図2参照）．限界長は，入力条件として浸潤水の量，構造条件として境界面の傾斜角，材料条件として上部砂層の透水係数ならびに砂層と礫層の水分保持特性により決まる．この推定式が確定できれば，地形やサイトの広さ，必要とされている貯蔵量に対応した盛土規模と構造，あるいは材料の選定を行うことが可能となる．図3（a）は，この限界長の推定式を確定するために作製した室内土槽試験装置（水平長3m）である．図3（b）に，これまでに得られた実測値を推定値と比較する．実規模大レベルでの限界長の推定が可能となってきている[3)]．



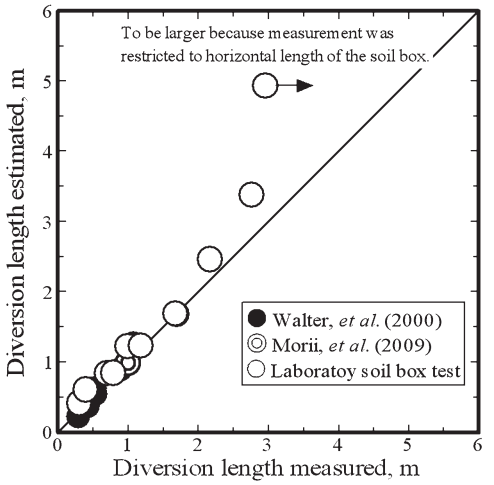


図3　限界長の推定

4. まとめ

土中水流動に対する優れた制御機能を持つ土のキャピラリー・バリアを利用して，汚染廃棄物の長期貯蔵保管工法の開発に取り組んだ．おおむね期待通りの機能を確認することができた．今後，適用に向け，除染技術実証事業等に応募を継続の予定である．

参考文献

1）Morii, T., Inoue, M., Komatsu, G., Kadoguchi, R. and Takeshita, Y.: Effective water harvesting using capillary Barrier of unsaturated soils, Procs. of the 5th Asia-Pacific Conference on Unsaturated Soils, 2, 857-860, 2011.

2）森井俊広・河合隆行・小林薫・松元和伸：底部CB排水層を備えた盛土による汚染廃棄物の貯蔵保管工法の提案，第1回環境放射能除染研究発表会要旨集，p.43，2012.

3）Morii, T., Kobayashi, K., Matsumoto, K., Suzuki, T. and Kawai, T.: Practical application of capillary barrier of soil into a shallow land waste repository, Proceedings of the 5th Japan-China Geotechnical Symposium, 2012.