

廃棄物最終処分場の遮水シート破損箇所への補修工法「スプレッド工法」の開発

宮本武司・大野文良・新宮康之

管理型最終処分場では二重の遮水シートにより浸出水の漏出防止が図られている。この遮水シートには各種の破損防止策が講じられているが、時にシート破損の発生が予想されるため、破損の有無や破損箇所の検知技術と、破損部補修技術が重要になっている。

このうち、廃棄物埋立て層が深い場合の破損部補修技術には、簡便で確実な方法がまだないという現状に鑑み、今回、地表から恒久性注入材を半径4 m程度の広範囲に注入し、電気式漏水検知システム（STライナスなど）による漏水部の範囲を確実に止水補修できる「スプレッド工法」を開発した。この工法によって所定の開発目標が達成できることを現場実験で確認したので、本報文では、その実験の概要を主体に報告する。

キーワード：廃棄物、最終処分場、遮水シート、破損、補修、注入、恒久性薬液、スプレッド工法

1. はじめに

近年、管理型最終処分場には高い信頼性が求められる傾向にあり、その信頼性向上策の一環として、漏水検知システムを設置し、遮水シート破損の有無や漏水（破損）箇所を常時監視する例が増えている。

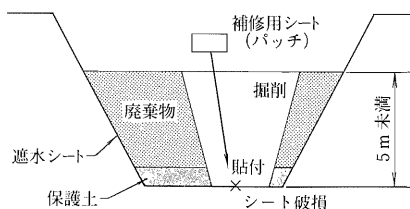
最終処分場では、上下を保護マットで保護された遮水シートを底面に敷き、さらにその上を厚さ50 cm程度の保護土等で被覆して、遮水シートの破損防止が図られているが、時には遮水シートが破損し、浸出水が処分場外に漏出することがあり得る。

このような遮水シートの破損事故は、廃棄物の埋立て開始初期に発生する例が多いとされ、埋立て深さが浅い場合には、破損部の補修技術が既に開発されており、相応の施工実績もある。

しかし、最終処分場の大規模化に伴い、埋立て層が深くなって遮水シートが破損した場合には、補修は困難になるのが現状である。そこで、地表から注入材を注入して遮水シート破損部を補修する方法「スプレッド工法（広範囲薬液注入補修工法）」を開発し、現場実験で所定の目標が達成できることを確認した。

2. 現状の補修技術の問題点と開発目標

現在、一般的な補修方法はシートパッチ法と呼ばれる方法で、破損箇所の廃棄物を掘り出した後、補修用シートを貼り合わせて補修する（図—1参照）。

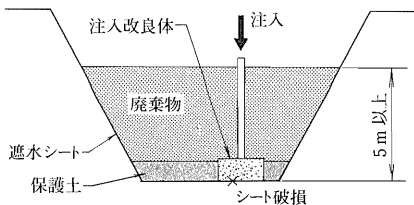


図—1 浅い場合の補修方法（シートパッチ法）

この方法には、破損箇所と補修結果を直接に目視確認できるという長所があるが、埋立て層が深い場合には適用が困難になるという難点がある。

そこで、埋立て層が深い場合には、廃棄物に打設した注入管を通し、遮水シート破損箇所に向けて注入材を注入し、低透水性の止水改良体を形成して漏水を止めるという止水材注入補修方法が提案されている（図—2参照）。

しかし、現状では、1個の注入改良体の半径は最大でも1 m程度であり、漏水検知システムの検知区画範囲（最小でも2 m×2 m程度）を全て補修するには、複数本の注入孔が必要となる。この



図—2 深い場合の補修方法（注入補修方法）

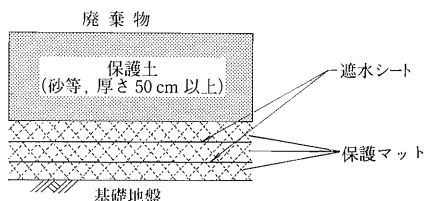
ため、補修に手間や時間を要すると共に、確実な補修効果を期待し難いのが現状である。

そこで、清水建設株式会社の有する漏水検知システム（ST ライナスや ST センサー）による検知区画を確実に補修できる工法を開発することとし、各種の施工誤差等も加味して、開発目標を以下のように設定した。

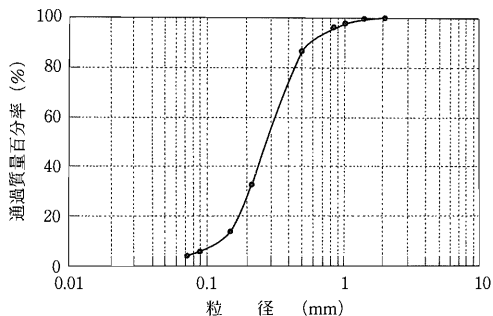
- ① 注入孔から半径 4 m の範囲の保護土と保護マット（不織布）を 1 回の注入で改良し、遮水シート破損部とその上部を改良体で覆えること。
- ② 注入後の改良体の透水係数を 1×10^{-8} m/s 以下に改良できること。
- ③ 改良効果（注入材）には、耐久性を期待できること。

3. 実験方法

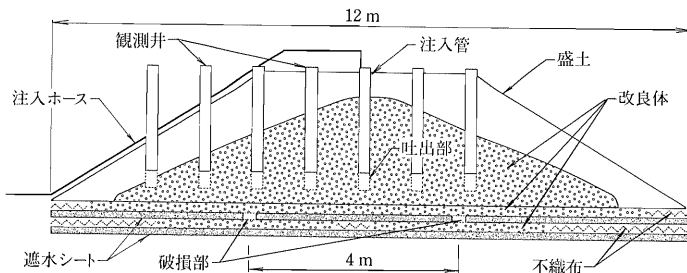
実際の処分場の二重遮水シート構造（図—3 参



図—3 二重遮水シート構造の例



図—4 盛土材の粒度分布



図—5 遮水シート破損部の注入補修実験概要

照）を模擬した実大規模の現場実験となるよう幅 12 m、長さ 15 m、高さ 3 m の盛土底面に、各 2 枚の遮水シートと不織布を交互に重ね、敷設した。

盛土材には、透水係数が $k = 7 \times 10^{-5}$ m/s で、図—4 に示す粒度分布の砂を使用した。

盛土中央には、先端の 30 cm をスクリーン（吐出孔）とした塩化ビニル製の注入管を埋設した（図—5 参照）。

注入管から 2 m 離れた 3 箇所破損部では、2 枚の内上側の遮水シートを 10 × 10 cm の寸法で切取った。注入材には、長期耐久性に優れる活性シリカ系の恒久性溶液型薬液を使用した。

4. 注入実験状況

写真—1 に実験場の全景を示す。配送された薬液（日本化学工業(株)製）は樹脂製タンクに保管し、そのまま注入に用いた。

薬液注入に際しては、とくに盛土の安定性確保に配慮する必要があったため、40～100 kPa 程度の低圧力領域でも簡便に精度よく注入圧力を制御できるよう、圧縮空気による所定の一定圧力で加圧注入する方式とした。

また、半径 4 m 以上の範囲を改良するために、23 m³ に及ぶ薬液を注入することとなり、盛土の変状状況を常時監視しながら上記の圧力範囲で、昼夜連続し 54 時間かけて注入した。



写真—1 実験場全景

注入期間中には、注入管から1 m 間隔に設置した6本の観測井で、薬液の浸透状況を観測した。

写真—2には、薬液注入後に行った改良体の掘出し（未固結土の除去）作業状況を示す。

写真—3には、掘出した注入改良体に対し行った人工トレーサ（臭化ナトリウム）溶液を用いた3週間の水張り試験の実施状況を示す。



写真—2 注入改良体の掘出し状況



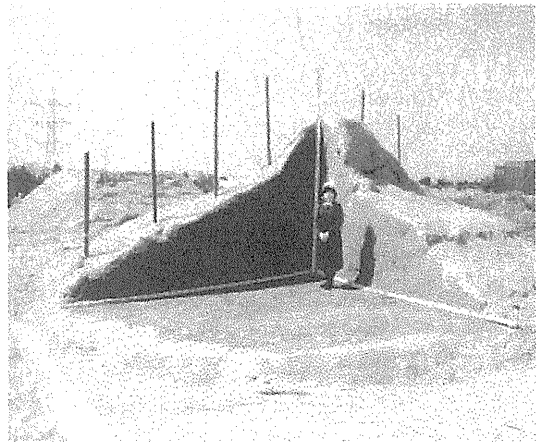
写真—3 人工トレーサ溶液の水張り試験状況

5. 実験結果

(1) 注入改良体の固化形状

写真—4、写真—5に示すとおり、注入改良体の固化形状は、注入管付近を頂上とする円錐状の山形をなしている。また、改良体の内部にも未改良部分や空洞等は見当たらず、ほぼ一様な固結状態にあった。

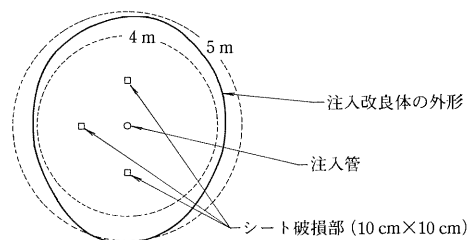
遮水シート上30 cmの位置で測定した注入改良体の平面形状は図—6に示すとおりで、全方向



写真—4 注入改良体の固結形状



写真—5 注入改良体の鉛直断面形状



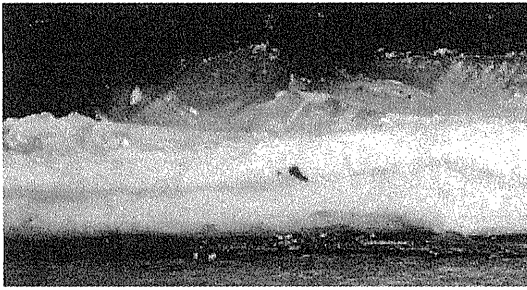
図—6 注入改良体の平面形状

で半径4 m以上の改良体を得られた。この改良面積を算定すると59.6 m²であり、これを等価な円半径に換算すると4.3 mであった。

(2) 注入改良体の遮水効果

水張り試験後には、遮水シート破損部の下側にある不織布を切取って採取し、薬液の固結状況を観察した。また、シート破損部からのトレーサ漏出状況把握のため、この不織布試料につき、ガスクロマトグラフィによるトレーサの定量分析を実施した。

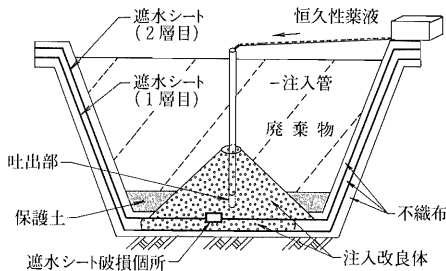
その結果、以下のことを確認できた。



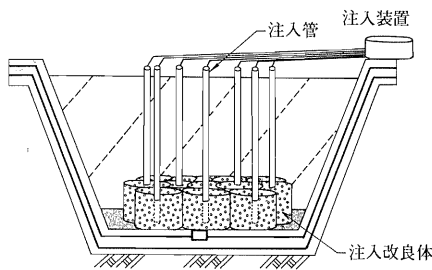
写真—6 不織布の固結状況

- ① 不織布は糊状を呈する薬液のゲルでよく充填されている（写真—6 参照）。また、破損部下側の不織布の改良半径は2 m 以上であった。
- ② 不織布からトレーサ物質が検出されることはなく、破損部を通した漏水は生じていない。

また、吐出孔から1, 2, 4 m 離れた不織布直上から採取した保護土の注入改良体の土質試験結果によれば、透水係数は $k=10^{-9}$ m/s オーダであり(1×10^{-8} m/s 以下)、一軸圧縮強さの平均は $q_u=126$ kN/m²であった。



(a) スプレッド工法の場合



(b) 従来工法の場合

図—7 廃棄物が深い場合の補修方法

6. おわりに

以上のように、今回の現場実験を通し、廃棄物最終処分場遮水シート破損部に対する新しい注入補修工法として、開発目標が十分に達成できることを確認できた。

一度の注入で半径4m 以上の範囲を改良可能な遮水シート破損部の補修工法が実現できれば、図—7に示すように、埋立て深さが深い場合にはとくに有利で実用的な補修方法として役立つといえる。

注入された薬液が広範囲に拡がり、2~3 m 程度離れた破損箇所にも浸透し不透水化できるという特長にちなみ、本工法を広範囲薬液注入補修工法「スプレッド工法」と命名した。

今後は、本工法の適用性、信頼性向上を図ると共に、この工法の特長を活かし施工実績の蓄積に努めて行く予定である。

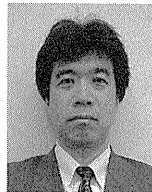
J C M A

[筆者紹介]

宮本 武司 (みやもと たけし)
清水建設株式会社
技術研究所



大野 文良 (おおの ふみよし)
清水建設株式会社
土木事業本部



新宮 康之 (しんぐう やすゆき)
清水建設株式会社
土木事業本部

