

JES エLEMENTの止水方法の開発

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 ○福島 啓之

1. はじめに

線路下に横断構造物を構築する場合、経済性や安全性の面から非開削工法である JES 工法が採用されることが多い。JES 工法とは、力の伝達が可能な JES 継手（図-1）を有する鋼製エレメントを地中に挿入し本体利用することで、地下構造物を構築する工法である。線路下の横断延長が長い場合、運搬上の制約からエレメント同士を連結する必要があるため、エレメント連結部が生じる（写真-1）。使用開始後の調査において、この連結部から漏水が発生するケースが見られ、これまでの漏水対策に変わる新しい止水方法の開発に取り組んだ。

本開発では、新しい止水方法としてシーリング材を用いた止水方法を開発した。本稿ではシーリング材を選定する際に実施した基本性能確認試験と施工試験の結果について報告する。

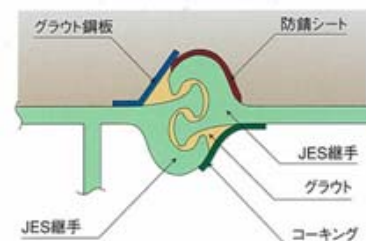


図-1 JES 継手構造



写真-1 連結部断面

2. 従来の止水材料

従来から使用されている水膨張性シーリング材は、100 件以上の JES 工法の実績の中で一般的に使用されている材料で、元来シールドセグメント用の止水材として開発された材料である。このシーリング材を使用したにもかかわらず、漏水が発生する原因を究明するためシーリング材の膨張試験を実施した。試験結果では、材料の表面積は約 3.8 倍に変化したものの、厚さ方向への変化量は 1.5 倍程度であった。水に浸漬しても厚さ方向の変化量が小さいことやけん引による材料の脱け出しが漏水の発生原因と推測した。

3. 止水材料の比較・検討

止水材料の検討フローを図-2に示す。今回の開発の中で用いた止水材料は、金属パテ材とシーリング材の 2 種類である。

金属パテ材は、材料の特性上、隙間を埋める用途として使われる場合が多く、連結部の隙間に金属パテ材を充填し止水するものである。エレメントけん引時に発生する引張強さは 14MPa 程度であり、金属パテ材の引張強さ 22~32MPa と比較して金属パテ材のみでも十分けん引可能な材料を選定した。引張強さを検証するため実施した引張試験（図-3）では、パテ材母材の破断や接着面からの剥離が見られ、引張強さが計算値に対して半分以下の結果となった。原因は、施工時や施工後の材料や接着面の養生管理が不十分であったためと推測した。現場での施工管理には十分な養生管理が必要であることが分かった。

一方、シーリング材はけん引時の連結部の

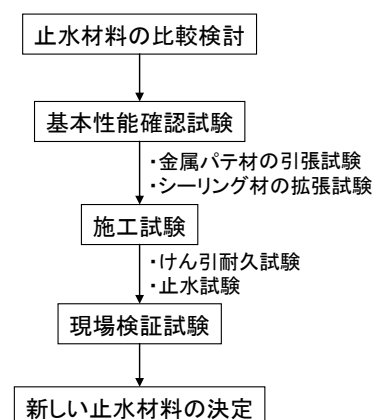


図-2 検討フロー

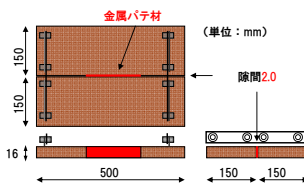


図-3 引張試験の概要図

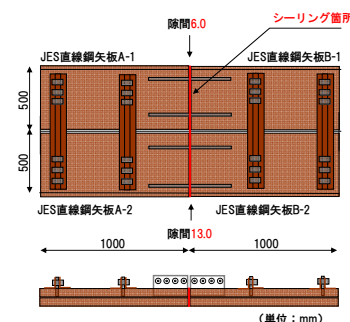


図-4 拡張試験の概要図

キーワード JES エLEMENT、止水材料

連絡先〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋一丁目1番1号 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 TEL 022-266-3713

隙間変動に追従可能な柔軟な材料を選定した。この材料は、建築物の目地等に使用され汎用性があり、作業工程が少なく特殊な技能も必要とせず施工性が良いというメリットがある。

エレメントけん引時の連結部の隙間変動は 2～3mm 程度であるため、隙間変動に追従できる材料であるかを確認する目的でシーリング材の拡張試験を実施した（図－4）。養生温度 10℃、シーリング施工 2 時間後に拡張試験を実施した。結果を表－ 1 に示す。隙間間隔を 170 ～200%程度まで拡張しても界面剥離や亀裂等が発生しなかった。したがってエレメント連結部の隙間変動に対してシーリング材の伸びおよび付着力の材料特性が十分満足することを確認できた。

4. 施工試験

（1）けん引耐久試験

図－5 にけん引耐久試験の試験体概要図を示す。けん引試験は、けん引後の止水材料の剥離および付着状態を確認する目的で実施した。砂質土を主とした地盤を造成し、その地盤上をけん引する方法とした。試験では、試験体の上面に土被り重量を想定した 20kN の土のうを載せ、けん引速度 3m/分、けん引距離を 40m とした。写真－2 に 1 成分のもののけん引試験結果を示す。連結隙間より土砂が混入し、隙間変動も 1mm 程度発生した。材料が固まらず、半生状態であったために、土砂が混入したものと思われる。一方、弾力性がある 2 成分の材料では、材料の一部剥がれは見られたが、連結隙間からの土砂の混入等は発生しなかった。

（2）止水試験

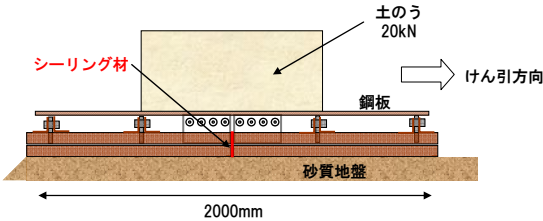
図－6 に止水試験の概要図を示す。止水試験は、けん引耐久試験後にシーリング材の 1 成分と 2 成分の材料を用いて実施した。試験では、上床エレメントよりも地下水位の高い地盤を想定し、試験体に水頭差 900mm（水压約 0.009MPa）とする鋼製箱（底なし）を載せ、漏水状況を 1 日観察した。1 成分のシーリング材は、水はり給水と同時に土砂混入付近から漏水したが、2 成分については漏水が発生せず止水効果を確認できた。

5. まとめ

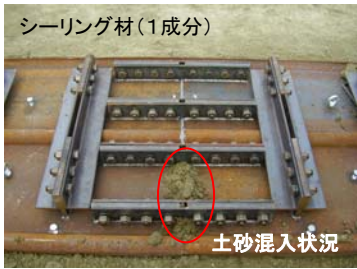
図－7 に新しい止水方法の施工基準を示す。本開発では材料の比較検討、基本性能確認試験および施工試験の他に現場検証試験を実施し、施工性やサイクルタイムを確認している。今回確立した止水方法は従来方法と比較し、コストが 70%と安価である。今後は社内における標準化に向けて実績を蓄積していく。

表－ 1 拡張試験結果

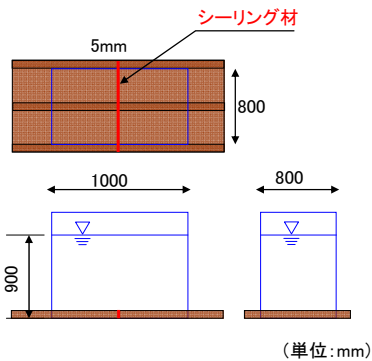
試験体	養生方法	隙間間隔	シーリングの状態	結果
シーリング材 1成分	10℃×2hr	5mm ⇒ 15mm 10mm ⇒ 20mm	灰色、半生の状態（固まらない） 硬化時間が遅い	隙間変動に対して 伸びおよび付着性があることを確認
シーリング材 2成分		6mm ⇒ 12mm 13mm ⇒ 22mm	白色、弾力がある状態 1成分タイプより硬い、 硬化時間が1成分タイプより早い	



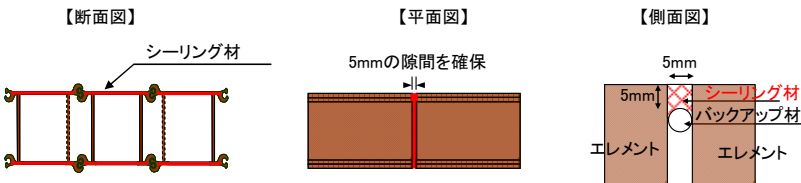
図－5 試験体の概要図



写真－2 けん引耐久試験の結果



図－6 止水試験の概要図



図－7 新しい止水方法の施工基準