

5

長距離施工における JES エlement 継手の防護方法の開発

鈴木 唯夫*1・千々岩 三夫*2

概 要

HEP&JES 工法において JES エlement の継手防護は、施工上重要な役割を担っている。しかし、現在使用されているダミー継手、鋼管防護、ワイヤー防護等の方法は、いずれも防護材を嵌合にともなって摺動させる方式であるため、長距離施工は困難である。

平成 15 年度より、長距離施工に対応した JES 継手防護の開発を実施しており、平成 17 年度には実施工段階に到達した。

本報告では、今回開発した継手防護方法の開発の経緯と適用性について紹介する。

キーワード：継手防護、ダミー継手、長距離施工

Development of a protection method for JES element joints in a long-distance installation

Tadao SUZUKI*1 Mitsuo CHIDIWA*2

Abstract

In projects using the HEP & JES method, protection of the joints of JES elements plays an important role. However, with all the protection techniques conventionally used, such as dummy joints, steel pipe protection and wire protection, the protecting material is slid into place while the element joints are being coupled. With these techniques, therefore, it is difficult to carry out a long-distance project.

Since 2003 we have been developing a method for protecting the JES joint, which is suitable for long-distance projects. In FY2005 this method was ready for practical application.

This paper discusses the development history of the joint protection method and its applicability.

Keywords: joint protection, dummy joint, long-distance installation

*1 Construction Technology Group, Engineering Technology Center, Engineering Division

*2 Manager, Construction Technology Group, Engineering Technology Center, Engineering Division

長距離施工における JES エlement 継手の防護方法の開発

鈴木 唯夫*1・千々岩 三夫*2

1. はじめに

HEP&JES 工法におけるElementの継手防護は、Element敷設にともなう継手嵌合空間の確保と嵌合時の円滑性および嵌合後の継手グラウト充填の品質確保上重要な役割を果たすものである。

長距離施工では、摺動させない固定式の継手防護方法の開発が必要であり、今回新たに提案した固定式継手防護方法の実効性を性能確認試験、試験施工から検証する。

2. 従来の JES 継手防護

今回新たに JES 継手の防護方法を開発するにあたり、コストを抑えた長距離対応の防護方法を考案する。これまでに考案した JES 継手の防護方法については、表-1、表-2に示す様に、可動式、固定式、その他の3種類に大別される。

可動式は、前もって JES 継手の嵌合空間を確保し、継手の嵌合にともない到達部で引き抜かれて回収するタイプである。特徴としては、土砂の流入をある程度抑えることはできるが、何らかの原因により、動かなくなった場合の対処に多くの時間を要する短所がある。

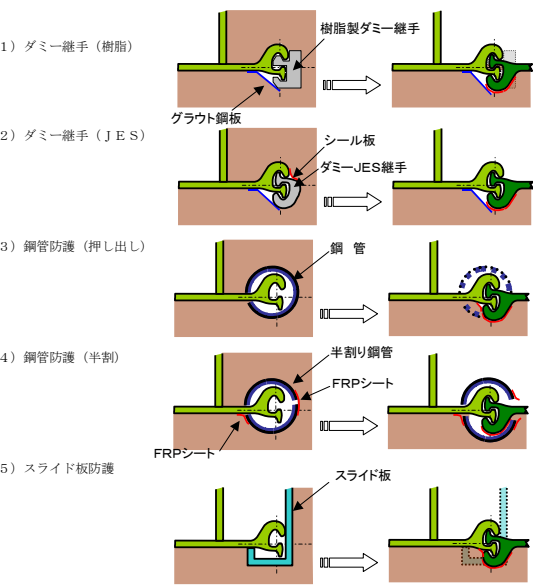
固定式は、前もって JES 継手を防護し、嵌合にともない切り裂いて行くタイプのため、土中にその断片が残ることになる。また、土中において切り裂く状態の確認ができない点が短所である。

その他は、先行する JES 継手の防護はせずに、嵌合側の継手に止水用のタフシートなどを貼付け、継手内にある土砂を水压やロープなどで撤去するタイプである。水压やロープなどを利用するため、確実な土砂のシールおよび土砂の除去は、期待できない。

以上のことから、長距離対応で土砂の流入防

表-1 従来の継手防護方法その1

【可動式】



概要	特徴	防護材の強度	適用限界距離	流入のシール性	流出のシール性	転用性	施工性	間隙の確保
樹脂製のダミー継手を予め取り付ける。 次のけん引掘進時に押し出しながら嵌合させる。	変形性状（圧縮率）とけん引力との関係でけん引距離が制約される。	△	×	○	○	○	○	○
樹脂製のダミー継手に替えて JES 継手を使用する。 このダミー JES 継手の主爪側にシール板を取り付けておく。	剛性が高いため、変形によるけん引距離の制約は受け難いが、遊間が少ないため継手部摩擦抵抗は増大する。	○	△	○	○	○	△	○
スリット加工をした鋼管で継手を覆う。 次のけん引掘進時に押し出しながら嵌合させる。 嵌合していく継手の副爪先端にシール板を取り付けておいて流入・流出防止とする。	延長全線にわたり予め取り付けるため、鋼管にけん引距離に応じた耐荷力が要求される。 拘束状態を想定した鋼管の引き抜き対策必要。	○	○	△	○	○	△	○
半割した鋼管の片側を FRP シートなどで接合したもの（継手）に覆い被せる。 次のけん引掘進時に接合部を割り裂きながら嵌合していく。	けん引距離の制約は受け難いが、地中側の半管は残置となる。 地山側半割り管と継手の摩擦抵抗低減措置が必要。	△	○	○	○	△	○	○
上下の継手を覆うようにスライド板を取り付ける。 掘進時にスライド板部までオーバーカットする。 次のけん引掘進時に到達側から同時にスライド板を引き抜く。	スライド板は側方土圧の影響も受けるため、摩擦抵抗は増大する。	○	○	△	○	○	△	○

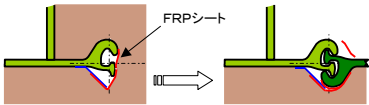
*1 エンジニアリング本部 技術センター 施工技術グループ

*2 エンジニアリング本部 技術センター 施工技術グループ リーダー

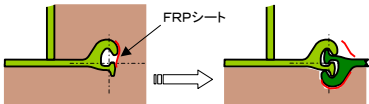
表－２ 従来の継手防護方法その２

【固定式】

１）シート防護（全体）

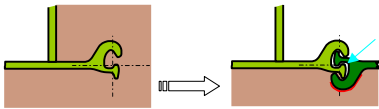


２）シート防護（一部）

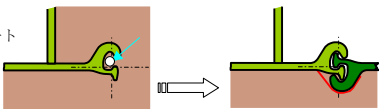


【その他】

１）水圧ジェット洗浄



２）ロープとFRPシート



概要	特徴	防護材の強度	適用限界距離	流入のシール性	流出のシール性	転用性	施工性	間隙の確保
FRP シートで「ア」鋼板と継手を覆う。 次のけん引掘進時に「カ」したシートの中央部を割り裂きながら嵌合していく。	嵌合状態によっては「カ」したシートの破片が嵌合空隙部に挟まる可能性がある。	×	○	○	○	×	○	△
FRP シートで主爪嵌合部だけを覆う。 次のけん引掘進時にシートを剥がしながら嵌合していく。	嵌合部に土砂の噛み込みを生じる。 嵌合後のシール機能はない。	×	○	×	×	×	○	×

概要	特徴	防護材の強度	適用限界距離	流入のシール性	流出のシール性	転用性	施工性	間隙の確保
先行する継手には何も施さず貫入させる。 次のけん引掘進時に水圧ジェットによって嵌合部を洗浄していく。	洗浄後の空隙部の残留物の有無の確認が困難である。 嵌合後のシール機能はない。	○	○	×	×	○	×	×
先行する継手にはロープを施し貫入させる。 次のけん引掘進時にロープを抜きながらシール用のFRPシートを貼り付けた継手を嵌合させるため内側の土砂の撤去は不可能である。	ロープにより、土砂の流入は減らすことはできるが、完全ではない また、シール用のFRPシートを貼り付けた継手を嵌合させるため内側の土砂の撤去は不可能である。	×	△	×	×	△	△	×

止(止水性)を重点項目とした固定式で JES 継手の新しい防護方法を考案する。

確認した。試験施工の結果から更に改良を加え、本年度は実施工の段階へとステップアップした。

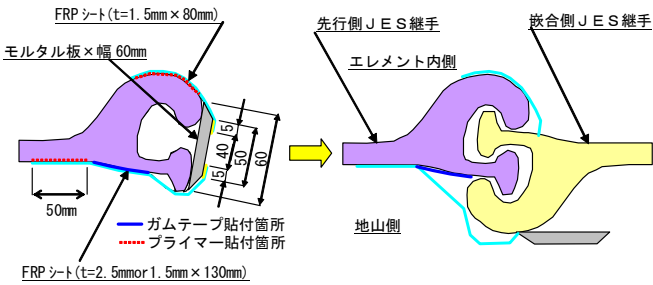
３． 開発の経緯

図－１に試験フローを示すように、長距離対応の継手防護の開発は、平成 15 年度より始まった。方策検討，提案，机上検討を経て，施工距離に依存しない固定式を具現化し要素試験を実施した。

平成 16 年度は，(株)ジェイテックと共同で 6 回の耐久性確認試験と，嵌合試験を実施し，評価・改良の結果，試験施工にてその実用性を

４． 継手防護の仕様

開発中の防護方法は，図－２に示すように紫外線硬化型 FRP シートと繊維補強モルタル板を複合使用したもので，防護材を割り裂くタイプである。



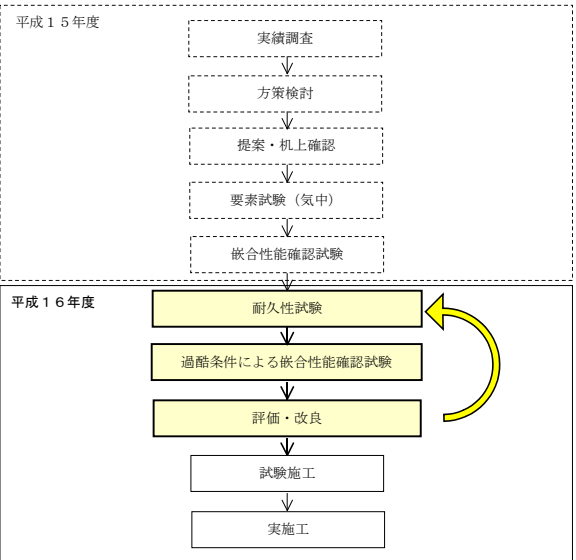
図－２ 継手防護の仕様

５． 性能確認試験

防護した JES 継手が先行して土中に貫入するときの耐久性と嵌合時の円滑性，嵌合後のシール性などを確認する。

５．１ 耐久性確認試験

80m の長距離を想定し，継手防護が土中に先行貫入する際の耐久性を確認する。防護した JES 継手を 10m の模擬土槽中に 8 回(延べ



図－１ 試験フロー

80m 分)繰り返しけん引貫入させ、継手防護の状況を確認した。

この時のけん引速度は、現状を考慮し 150mm/min とした。試験概要を図-3 に示す。

試験に使用する土砂は山砂と碎石(C-40)を 1:2 で混ぜた物とし、上載荷重として土槽の上にウェイト(24.5kN×4 台)を設置し、過酷な条件とした。

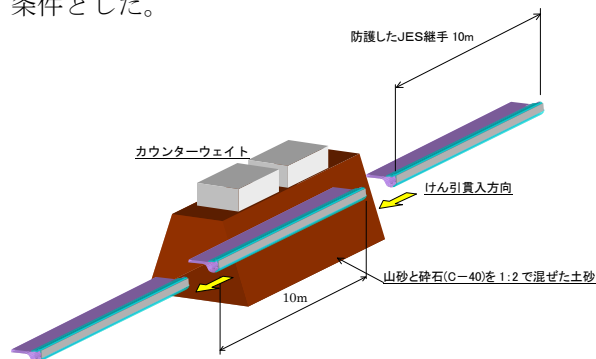


図-3 耐久性確認試験

5. 2 嵌合試験

耐久性確認試験と同様の地盤条件で、試験を実施した。図-4、写真-1 に嵌合試験概要を示す。

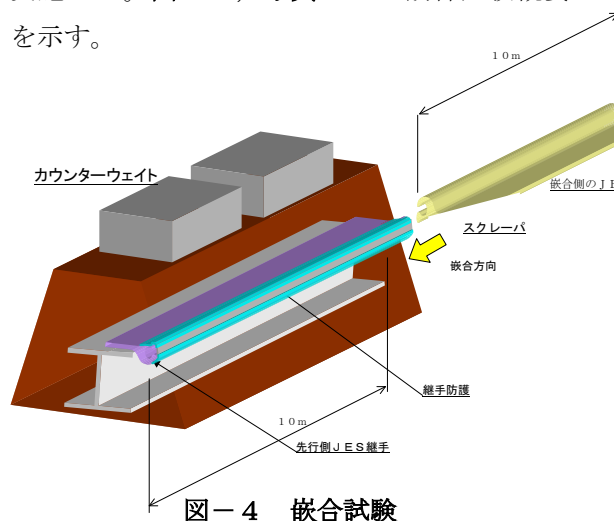


図-4 嵌合試験



写真-1 嵌合試験

表-3 試験機器一覧

使用機器	形式	台数	備考
連続けん引ジャッキ	HWJ-95-OCT	1	
ロードセル	TCPLP-5B	1	50kN用 引張り型
ストローク計	DP1000	1	ワイヤー式
スィベルジョイント		1	30kN用
動ひずみアンプ	DPM612B	1	
A/D変換器		1	
パソコン		1	

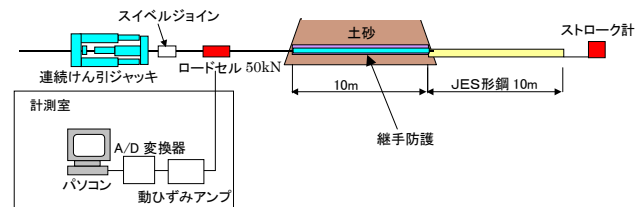


図-5 計測システム

また、試験において使用する機器、計測システムは表-3、図-5 に示すとおりである。

5. 3 試験結果

技術センターでの 5 回の試験経過から、継手防護の FRP シート寸法、モルタル板およびスクレーパなどの形状の改良・改善を行い、仕様を決定した(図-6 参照)。

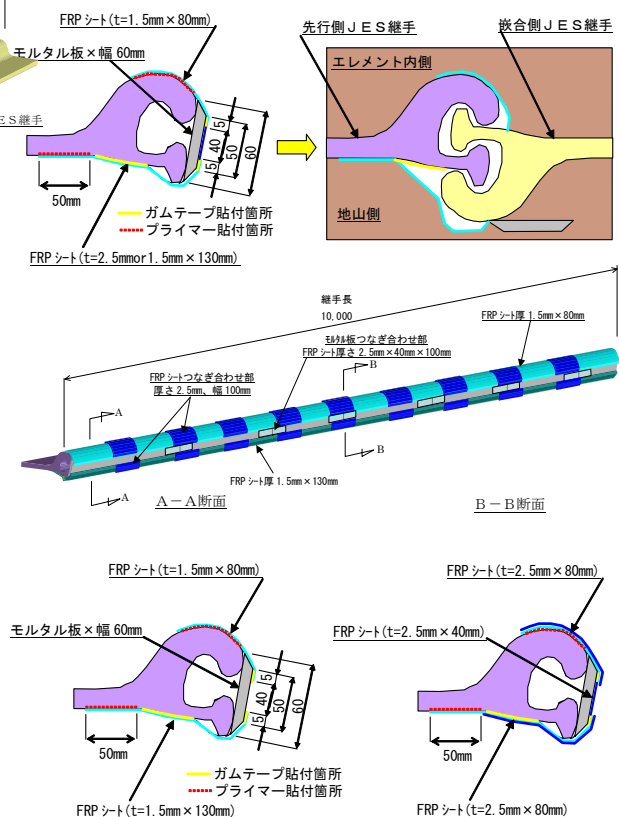


図-6 試験結果に基づく継手防護仕様

6. 試験施工

技術センターでは、要素試験、性能確認試験とフィールド試験を重ね実用性のある方法を絞り込んだ。

対象とする長距離施工に導入する前に、一般的施工延長の実現場で試験施工を実施し、次の段階の確認を行う事とした。

6. 1 試験施工

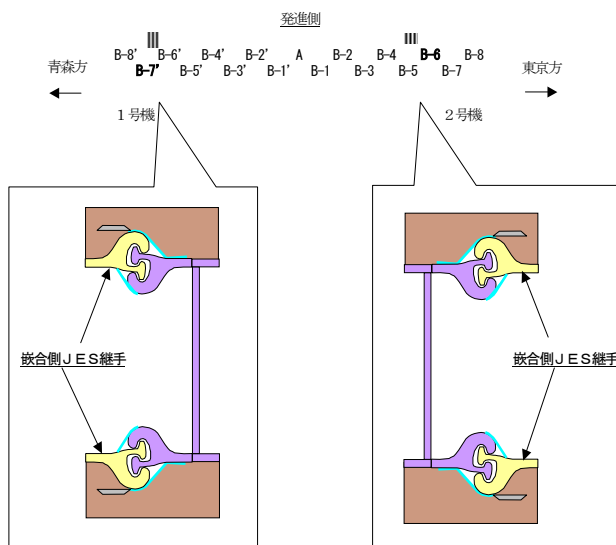
施工箇所は、水平部エレメントのうち、図一7に示す B-5 と B-6' のエレメントに考案した継手防護を施し、隣接嵌合する B-6、B-7 のけん引掘削状況を確認した。試験場所、期日は以下のとおりである。

- ・工事件名：片岡・矢板間木幡通りこ道橋新設工事
- ・施工場所：栃木県矢板市
- ・施工月日：平成 17 年 2 月 3～4 日(夜)
- ・エレメント長：16.5m(けん引長 14.85m)

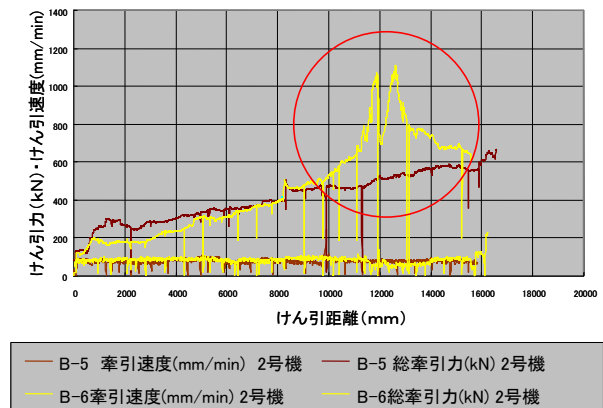
6. 2 試験施工結果

(1) けん引力とけん引速度

図一8に東京方(2号機)の B-6 のけん引力とけん引速度を示す。また、比較のため先行敷設された B-5 のデータも同様に示す。



図一7 施工位置と継手防護



図一8 けん引力とけん引速度

・東京方 B-6 けん引状況

継手防護を施した B-5 エレメントに B-6 エレメントを嵌合させけん引を行った。

けん引速度は平均 100mm/min で、けん引開始時から、けん引距離 8m 付近までは、先行エレメント(B-5)と同等か若干低いけん引力を示したが、けん引距離 10m 付近を過ぎたあたりから、徐々にけん引力が上がりだし最大 1,080kN まで上昇した。

そこでけん引を一時中断し、共引き防止用の補強および先行エレメント(B-5)のジョイント部の補強作業を行ってから再けん引を行った。けん引距離 13m 付近から、けん引力は徐々に低下し、到達時では、700kN まで下った。

・青森方 B-7 けん引状況

東京方と同様に、けん引速度は平均 100mm/min で、けん引開始時から、けん引距離 8m 付近までは、先行エレメント施工時と同等か若干低いけん引力を示した。その後、けん引力に大きな変動もなく、最終的に最大 700kN で到達した。

(2) 発生した事象と確認事項

B-6 では、

- ① 図一9に示す到達状況のように破断したモルタル板が上側下側両方の継手嵌合部に噛み込んだ。
- ② 継手部の抵抗が増し、けん引力が最大 1,080kN まで増加した。

B-7では、

- ①けん引力の増加はみられなかったが、B-6と同様にモルタル板が上側継手嵌合部に噛み込んだ状態で到達した。

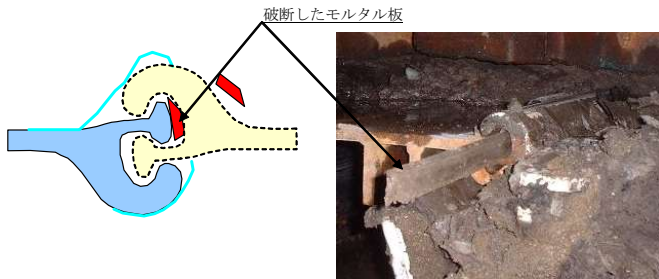


図-9 破断したモルタル板

(3) 発生要因と改善案

図-10に示すようにスクレーパの前方でモルタル板が縦方向に破断し、嵌合部に噛み込み、継手抵抗が増したために、けん引力が増加したと考える。

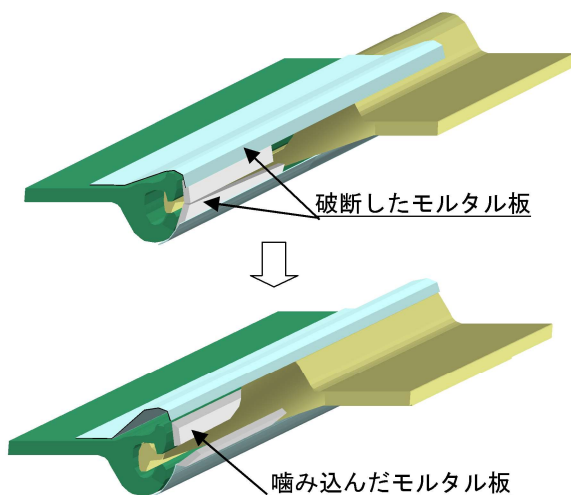


図-10 モルタル板の噛み込み

モルタル板が破断した要因として以下の事項を想定した。

- ①モルタル板の強度が低い。
- ②モルタル板のジョイント部でモルタル板同士の縁が切れる。

問題点はモルタル板がスクレーパ前方で破断したことにある。よって、モルタル板の補強と連続性に主眼を置き改善案を検討した。

- ①モルタル板の強化：タフシート被覆と強度に方向性のあるモルタル板の設置方向の変

更(縦仕様→横仕様：曲げ強度 32N/mm^2 で1.6倍の向上、図-11参照)。

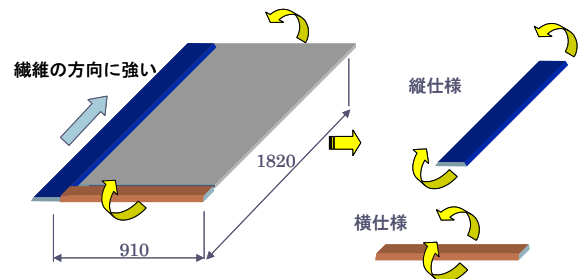


図-11 モルタル板の強度の方向性

- ②モルタル板ジョイント部の連続性：モルタル板裏面にジョイント用タフシート貼付。

図-12に継手防護の改善案を示す。

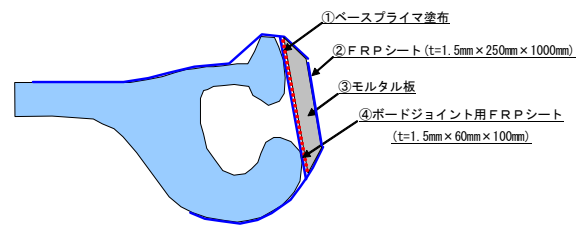


図-12 継手防護改善案

7. まとめ

試験施工の結果から、検討を行い、改良を加えた仕様で再度、技術センターで嵌合試験を実施し良好な結果を得た。

この仕様で実用化の有効性が認められ、現在、2ヶ所の現場に本継手防護が導入されている。

また、可動式では裏込め注入材、継手グラウト材の継手内への流入により、嵌合時に継手が拘束される問題に対して、固定式の本工法は、その機構上これらの問題は発生しない。

また、施工距離に依存しないため、

- ①長距離に限らず短、中距離の施工の場合
- ②到達側で継手防護材の回収ができない場合(元押し施工の場合等)
- ③礫地盤等で可動式継手防護材の拘束が懸念される場合

など、広範囲に渡る適用の拡大と、今後の普及展開が期待される。