

H-600JESエレメントの継手シーリング方法の開発

鈴木 唯夫*¹・千々岩 三夫*²

概 要

桁高 600mm の J E S エレメントを敷設するにあたり、労働安全衛生規則上、推進工法による内径 800mm 未満のずい道等の建設作業では、その坑内作業に対して制限があることから、これまで標準の桁高 850mm の J E S エレメント敷設工において、エレメント敷設後に実施していた継手シーリングについて無人化の要望があった。この要望を受け、桁高 600mm の J E S エレメントを敷設するにあたり、継手部のシーリング作業を無人で行える施工方法を、平成 16 年度よりジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社と共同で開発してきた。本報では、これまでに確認できた結果と課題について報告する。

キーワード：継手シーリング方法，無人化，ポリマーアスファルト系防水材吹付け

DEVELOPMENT OF JOINT SEALING FOR H-600JES ELEMENT

Tadao SUZUKI*¹ Mitsuo CHIDIWA*²

Abstract

The labor safety and sanitary rules impose specific requirements for work in a tunnel less than 800 mm in inner diameter constructed by the element pull method. There has been a demand for unmanned operation of joint sealing that is conducted after placement of JES elements whose standard girder height is 850 mm. Aimed at satisfying such demand, we have been developing, jointly with JR East Consultants Company since 2004, an unmanned technique for sealing joints in a project using JES elements 600 mm in girder height. This paper discusses the results obtained and problems.

Keywords: sealing of joints, unmanned operation, spraying of polymer asphalt water sealant

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

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

H-600 J E S エLEMENTの継手シーリング方法の開発

鈴木 唯夫*¹・千々岩 三夫*²

1. はじめに

昭和 50 年 4 月 7 日付、労働省基発第 204 号「下水道整備工事、電気通信施設建設工事等における労働災害の防止について」の通達により災害防止対策として、人力掘削により管路を敷設する推進工法によるずい道等の建設作業は、内径 800mm 以上のヒューム管、さや管を使用するようにと指導があることから、内径 800mm 未満では、坑内作業が制限されている。桁高 600mm の J E S エLEMENT を敷設するにあたり、敷設後の継手シーリングについても無人化の要望があり、平成 16 年度からジェイアール東日本コンサルタンツ（株）と共同で、継手シーリング方法の開発を行ってきた。

2. 開発の経緯

平成 16 年度では、ELEMENT 嵌合後にポリマーアスファルト系防水材料を吹付ける方法について、平成 17 年度では、改善を加えて鉛直 ELEMENT への対応と、別途、嵌合と同時にゴムシールを噛み合わせる方法について、それぞれ有効性の検証を行った。本報は、これまでに確認できた結果と課題について報告する。図-1 に開発の経緯を示す。

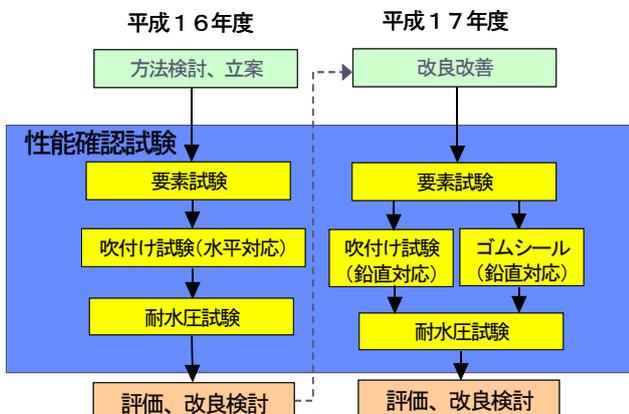


図-1 開発の経緯

3. 検討・立案

シーリング箇所は、形状保持材とELEMENTの壁にはさまれた狭い空間の中であり、その狭い空間でシーリングを行わなければならない。

シーリング材として、塗布タイプと水膨張性シール材、そして、吹付けタイプの性能確認試験を実施し、今回の無人化によるシーリング方法としては、吹付けタイプ（ポリマーアスファルト系吹付け塗膜防水材料 LIQUID BOOT）で行うこととした。

吹付けシステムは、A剤とB剤の2液を同時に霧状にして、吹付けるスプレータイプでポリマーアスファルトの被膜を形成する。

LIQUID BOOT は、従来法面や土留め面などに防水被膜を形成するのに用いられ、広い範囲を吹付けるのに適した工法である。

このシステムを狭隘な空間（桁高 600mm と縦材と形状保持材間 185mm の内側）で、適用するためにさまざまな検討が必要であった。

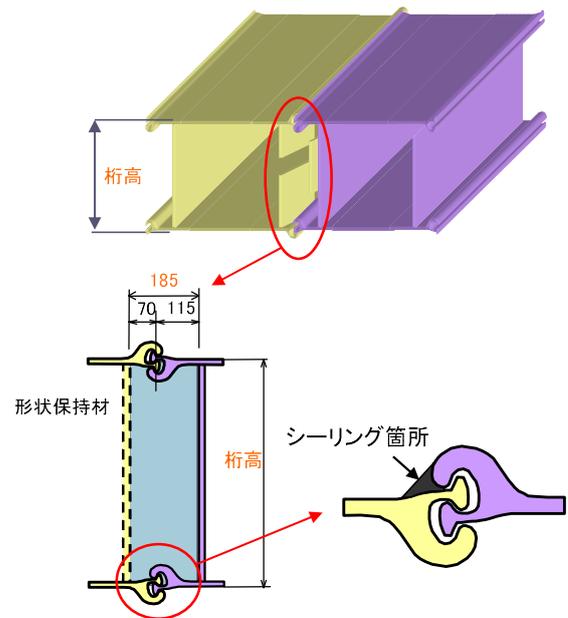


図-2 シーリング箇所

*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 グループリーダー

写真-1, 写真-2に吹付け施工例を示す。

LIQUID BOOT の特徴を以下に示す。

- ・スプレータイプの常温防水材料（2液同時吹付け混合タイプ）
- ・被膜の柔軟性が非常に大きい(伸び率 1300%, 復元率 90%)
- ・塗布面に対して付着力が高く, 初期硬化も早い(完全な硬化までは 30 時間必要)
- ・継ぎ目の無いシームレスな防水膜を形成
- ・無毒, 無臭, 簡易な設備で施工が容易

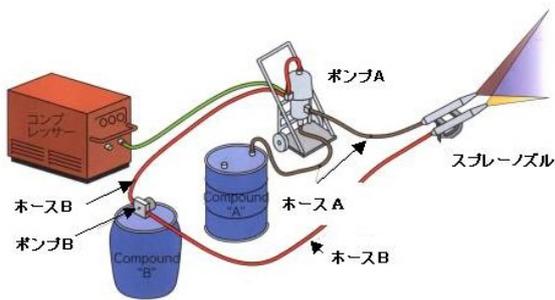


図-3 吹付けシステム



写真-1 下向きの吹付け



写真-2 横向きの吹付け

4. 水平部対応施工性試験 (H16 年度)

4. 1 吹付け条件

吹付け条件として, 以下の項目を検討した。

- 1) 吹付け距離と吹付け角度
- 2) ノズルの噴射角と流量
- 3) 吐出圧力
- 4) けん引速度

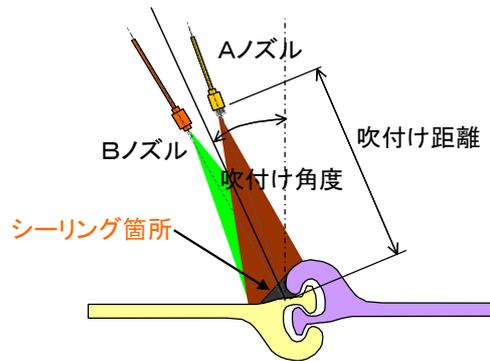


図-4 吹付け条件

4. 2 試験概要

要素試験として, 最適な吹付け状態を把握するために, 吹付け条件を変化させ要素試験を実施した。

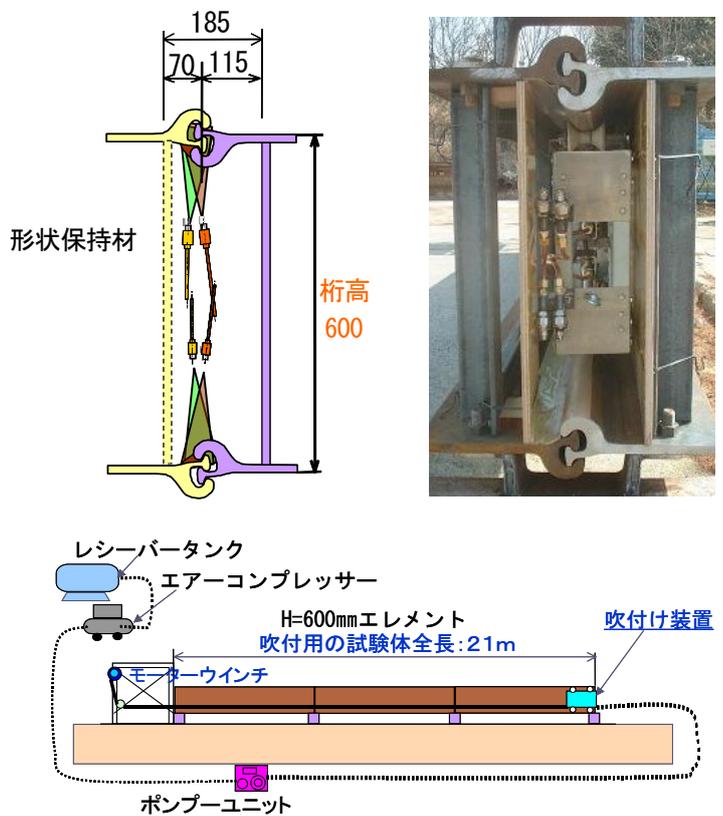


図-5 吹付け装置と試験装置

4.3 試験結果

上下の同時吹付けの試験では、吹付け時に上に吹いた材料が下に落ちたり、材料の供給不足で出来形にムラが発生し上下ともに良好な被膜を再現することが困難であった。そこで、上下片方ずつの吹付け方法としたが、吹付け被膜の状態は、凹み部への材料の充填にムラがあり、滑らかな仕上がりを実現できなかった(図-6参照)。

表-1 下向きの吹付け結果

部位	ノズル仕様 噴射角-流量	吹付け角 (度)	離隔距離 (mm)	圧力 (Mpa)	走行速度 (m/min)	材料使用量 (kg/m)
下部	A 25° -40 L/min	70度	240	0.6	17.8	1.1
	B 40° -10 L/min			0.2		0.29

表-2 上向きの吹付け結果

部位	ノズル仕様 噴射角-流量	吹付け角 (度)	離隔距離 (mm)	圧力 (Mpa)	走行速度 (m/min)	材料使用量 (kg/m)
上部	A 25° -40 L/min	70度	240	0.6	17.3	1.1
	B 40° -10 L/min			0.2		0.29

試験結果より問題点を、以下に示す。

- 1) 吹付け状態にムラがあるのは、凹み部を吹付けるために材料の反応位置、付着位置に差が生じ、出来形が山状に盛り上がった。
- 2) 走行速度、吹付け・吐出速度が均等でなく、良好な吹付け状態を実現することが難しい。
- 3) 吹付け角度を確保するためには形状保持材が支障する。
- 4) 凹み部を吹付けることで、材料を多く消費するため、片方ずつの吹付けとなった。

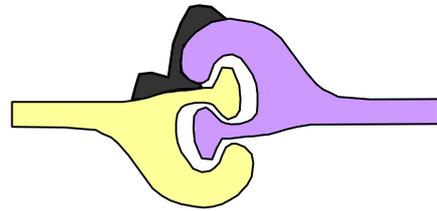


図-6 水平部被膜



写真-3 下向きの吹付け



写真-5 上向きの吹付け



写真-4 下向きの吹付け被膜



写真-6 上向きの吹付け被膜

5. 鉛直部対応施工性試験 (H17年度)

5.1 改善提案

- 1) 後行のJES継手に鋼板状のものを取り付け、シーリング箇所を凹から凸部とする。
- 2) 形状保持材は撤去しないで吹付けを行う。
- 3) 左右2箇所同時吹付けとする。

16年度のシーリング箇所は、凹み部であったので、17年度の吹付け箇所は、後行側JES継手にシーリング鋼板を取り付け嵌合し、シーリング鋼板を巻き込む形で、凸部を吹き付けることとした。

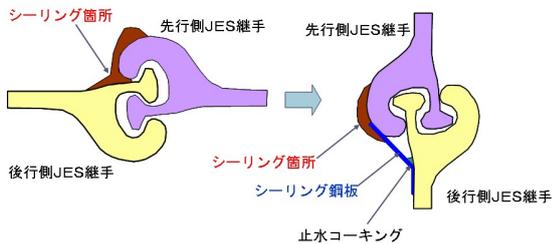


図-7 シーリング箇所の変更

5.2 試験概要

鉛直部対応の吹付け装置とシーリング箇所を図-7に示す。試験体にセットした状況を写真-7に示す。

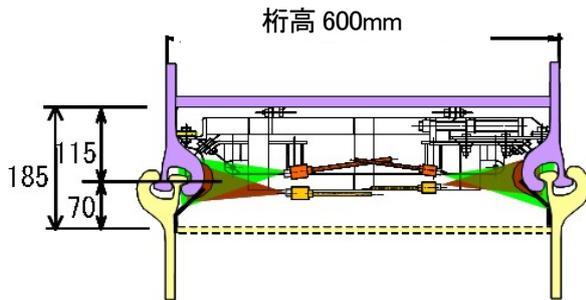


図-7 鉛直部シーリング箇所



写真-7 鉛直対応吹付け装置

5.3 試験結果

鉛直部では、同時吹付けとなったことで、けん引速度を 17.3m/min (水平部吹付け時) から 8.4m/min に落とし吐出圧力は、0.6MPa から 0.5MPa に下げて吹付けを行った。吹付け距離は水平部吹付け時と同じである (写真-8参照)。吹付け前の試験体を写真-9に示す。

吹付け状況を写真-10に示す。隙間は、埋まっている状態で、若干先端部が山状にはなっているが、2箇所同時吹付けで、全長に渡りシーリング被膜を形成できることを確認した。

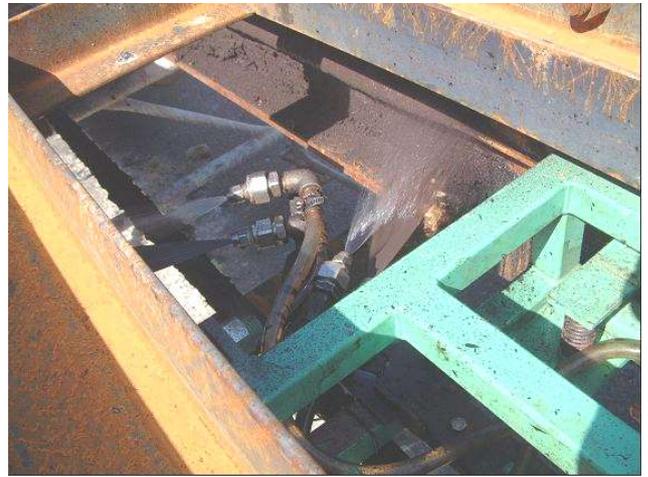


写真-8 同時吹付け状況



写真-9 吹付け前試験体



写真-10 同時吹付け状況

6. 耐水圧試験

耐水圧試験は、継手グラウトと同等の粘性の粘土溶液を作成し実施した。

試験結果は、注入圧 0.03MPa で被膜の薄い箇所から粘土溶液が漏れた。

注入圧 0.03MPa では、継手グラウト時、注入圧に耐えることが出来ないため、中埋めコンクリートを先行し、シーリング被膜を拘束後、継手グラウトを実施する手順にする必要がある。

7. ゴムシールによるシーリング方法

吹付けタイプでの検討と併行し、継手グラウト注入圧に耐え、より合理的な方法で性能確認を行った。採用した方法は、ゴムシールによるシーリング方法で、ゴムスポンジに摩擦抵抗の少ないアクリル系樹脂シートを巻きつけ、先行側 J E S 継手の副爪先端部に当たるように貼付け、嵌合と同時にシーリングが完了する方法である。

概要を図-8 に示す。

気中での嵌合試験では、ゴムシールのはがれもなく、嵌合することができた(写真-11 参照)。しかし、この後の試験施工で嵌合時にゴムシールの剥がれ、破損が発生した。

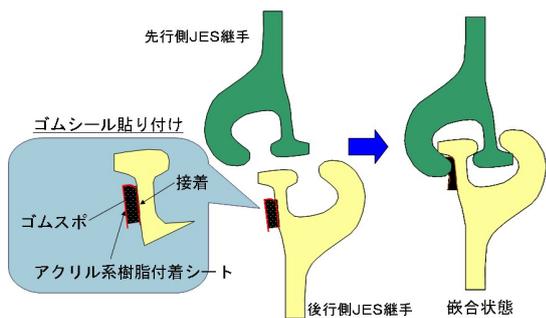


図-8 ゴムシールによるシーリング方法



写真-11 ゴムシールによる嵌合

平成 16, 17 年度の開発では、以下に示す問題を残した状態となった。

8. 考察

◆吹付けによるシーリング方法の問題点

- 1) 吹付けノズルの双方の噴射角の微調整にノウハウが必要である。
- 2) シーリング被膜は、部分的に継手グラウト注入圧に対する耐力がない箇所があったため、中埋めコンクリートを先行する必要がある。
- 3) シーリング被膜硬化時、水が発生するため凍結の恐れがある。
- 4) シーリング被膜のシール性の確認ができない。

◆ゴムシールによるシーリング方法の問題点

- 1) 実際の現場施工においてゴムシールがめくれ、剥れが生じた。
- 2) エレメント連結部は、縁が切れ連続性を欠く。
- 2) 継手グラウトに対するシール性の事前確認が困難で、坑内作業が必要となる。

9. まとめ

H-600 対応の継手シーリング方法は、まだ完成途上の段階で、今後標準の H-850 への適用も視野に入れ、これまでの結果に基づき、平成 18 年度は、

- 1) 無人化施工の実現
 - 2) シーリングの連続性と確実性の確保
 - 3) 継手グラウトに対する耐水圧の確保
- を目標に改善を行い、実施工において、無人でシーリングを行える施工方法の確立を目指す。

参考文献

- 1) 社団法人 日本下水道管渠推進技術協会：推進工事施工条件明示マニュアル，2 版 P90