

制約条件の多い小断面ボックスカルバートにおける非開削工法の選定

シエール西日本コンサルタンツ(株) ○ (正) 紀伊昌幸* (正) 瀬戸智徳*
(正) 芝尾朋子**

1. はじめに

土被りの浅い鉄道直下のボックスカルバート施工は、全国に多くの実績があり、様々な施工法が行われている。今回、JR 北陸本線（呉羽～富山）において、雨水浸水対策として雨水幹線の増補管路ボックス（内空 1.5m×1.5m）のアンダーパスが計画された。（図 1）しかし、北陸新幹線建設工事との競合など様々な現場の制約条件により、列車運行の安全性と経済性が相反することが想定された。このため、推進時の地盤変位量を FEM 解析し、列車運行の安全性確保と工事費低減を考慮した非開削工法として「SFT 工法」の提案を行った。今回、非開削工法の提案にあたり、留意した事柄について報告する。

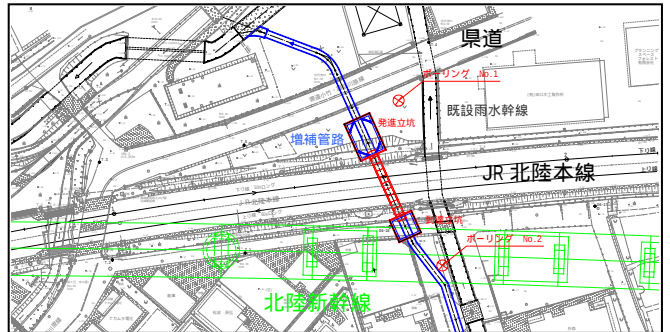


図 1. 位置図

2. 設計施工の検討概要

(1)設計施工上の問題点：ボックスカルバートは、線路下土被り約 0.6m の位置にある。土質状況は N 値 0 の軟弱粘土層・シルト質細砂などが存在し（図 2）、液状化対策を必要とする。当初、ボックスカルバートの施工は、開削工法および非開削工法を比較検討した結果、非開削工法で低土被りでの施工実績が多い「R&C 工法」を選定した。しかし、R&C 工法は箱形ルーフ（0.8m×0.8m）4 列となり、ボックス切羽掘削時の応力開放による軌道変状が問題となった。このため、FEM 解析による検証を行い、「箱形ルーフ推進時の沈下 3mm」と「ボックス推進時の沈下 12mm」の計 15mm（施工基面）を確認した。（図 3、図 5）

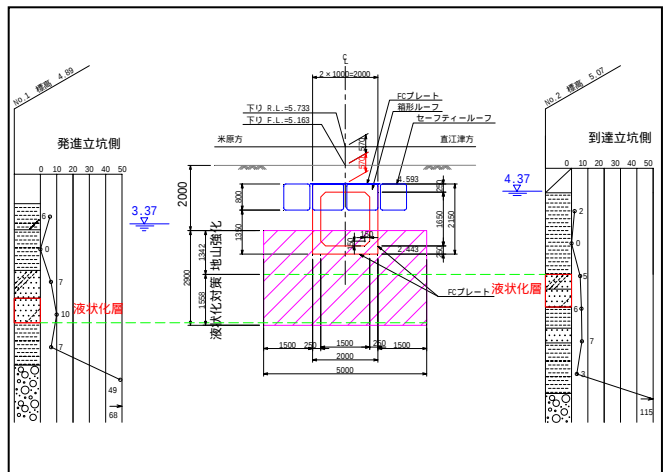


図 2. 土質状況

(2)その他の問題点：R&C 工法は、さらに次の問題点があった。発進・到達立抗構築のため線路下のバラスト内にタイロッドの設置が必要。新幹線建設工事と県道のため、施工ヤードが狭い。線路下推進時の線路閉鎖間隔は 2 時間程度となる。

3. SFT 工法の提案

(1)工法比較検討：上記の問題への対応とさらなる安全性の向上と経済性を考慮し、国内ではまだ事例の少ない「SFT (Simple and Face-Less Method of Construction of Tunnel) 工法」¹⁾を対象工法とし、再度比較検討を実施した。（表 1）

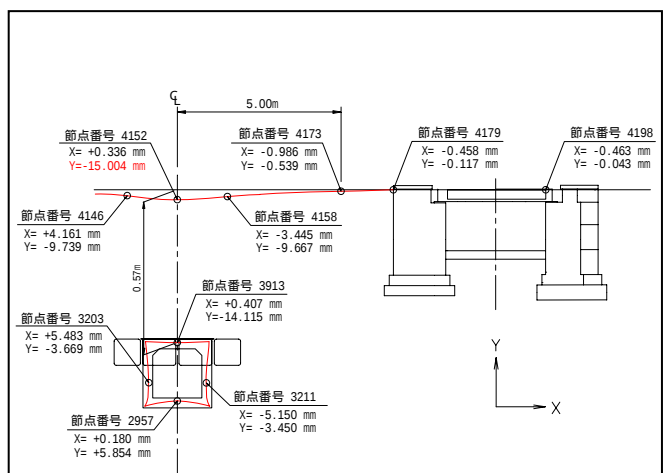


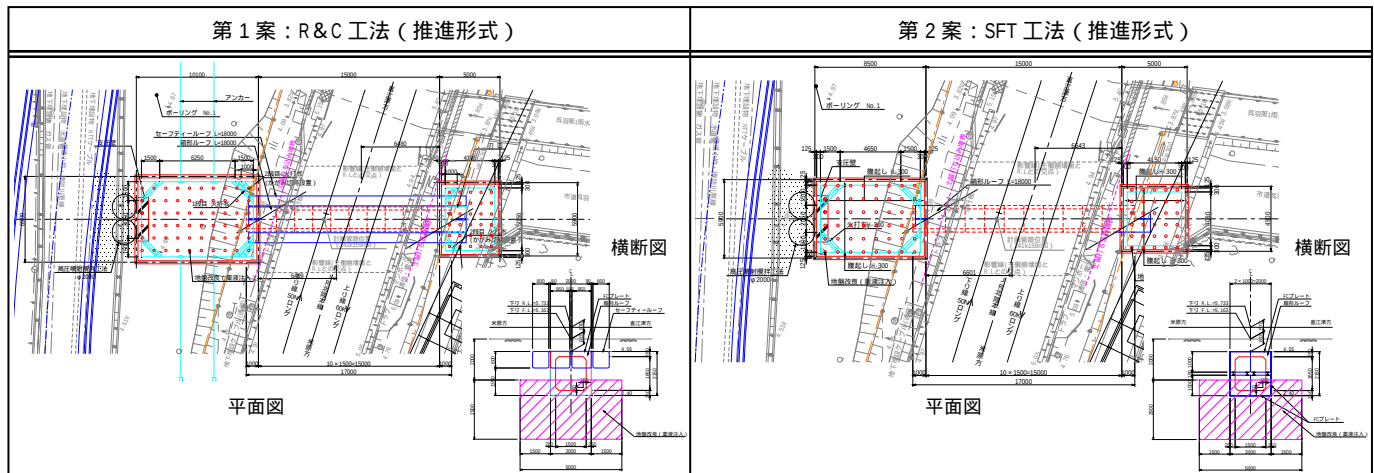
図 3. 推進完了時の FEM 解析結果（R&C 工法）

キーワード SFT 工法, R&C 工法, ボックスカルバート, FEM 解析

連絡先 * 〒920-0022 金沢市北安江 1-3-24 (ピア金沢 5F) kii@jinc.co.jp

** 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 (中央ビル 9F)

表1．工法比較検討



(2)SFT 工法の概要：SFT 工法の特徴は、箱形ルーフをボックスカルバートの外縁に合致する位置に、立抗より全周および全長貫通して設置する。さらに、箱形ルーフ全外周にFC プレートを設置し、推進時の摩擦抵抗と周辺地盤の縁切りを図る。これにより、ボックス推進時の切羽掘削が不要となり、軌道変状を抑える¹⁾。(図4)本設計は、ボックスカルバート断面から箱形ルーフ(1.0m×1.0m)4個を採用した。

(3)SFT 工法の採用効果：SFT 工法の採用効果は、次のとおりとなった。FEM 解析の結果、「箱形ルーフ推進時の沈下 6mm」と「ボックス推進時の沈下 4mm」の計 10mm(施工基面)となり、課題のボックス推進時の沈下は、R&C 工法の 1/3(4mm/12mm)となった。(図5)

箱形ルーフが2列となるため、立抗規模の縮小により切梁方式となり、R&C 工法での線路下タイロッドとグラウンドアンカーが不要となり、工事費削減となった。

ボックスカルバートと箱形ルーフの断面は同断面のため、推進後の土砂撤去が不要となった。工期は、R&C 工法と比較し 0.5 ケ月短縮できた。

(4)SFT 工法の課題と対策：SFT 工法は、線路下の土被りが浅いため、箱形ルーフ推進時の人力掘削による軌道変状の課題が残る。このため、軌道変状対策として、レール吊桁を設置するとともに、ロングレール区間のため伸縮継目(EJ)を挿入し、レール張出防止の安全対策工を考慮した。

4．おわりに：SFT 工法は箱形ルーフ施工費の割合が多いため、小断面ボックスカルバートでは不経済と考えられていた。しかし、ボックス断面が歩道断面より小さく、制約条件の多い個所にて検討した結果、列車運行の安全性を確保し、経済性に優れた非開削工法の確認ができた。なお、設計提案にあたっては、ジェイアール総研エンジニアリング(株)西村昭彦氏ならびにアンダーパス技術協会事務局にご指導を頂いた。また、FEM 解析では、(株)新日本コンサルタント津田英人氏にご協力を頂いた。誌上を借りてお礼申し上げます。

<参考文献>1)丸田新市，建設機械「SFT 工法：トンネル内部での掘削を行わない，非開削の単独立体交差施工法」2005．12

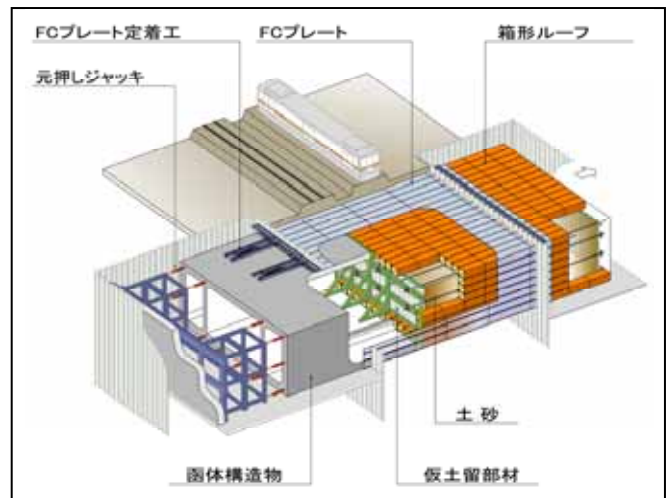
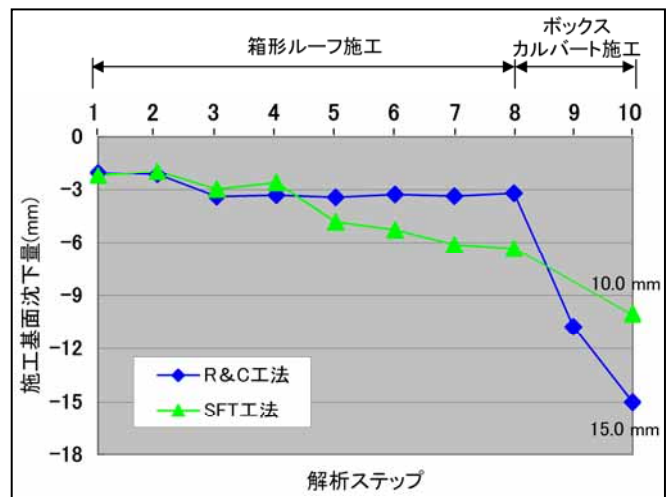
図4．SFT 工法の概要¹⁾

図5．FEM 解析結果 (R&C・SFT 工法の沈下量推移)