

四国旅客鉄道株式会社 正会員 ○菊地佳誉
 四国旅客鉄道株式会社 正会員 光中博彦
 中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 中野尊之

はじめに

小海架道橋新設工事は県道白鳥引田線のバイパス化に伴い高德線および国道 11 号との交差部に 1 層 1 径間のボックスカルバートを新設し、高德線讃岐白鳥・引田間 44k227m にある小海踏切(1 種)を除却する単独立体交差化工事である。本工事では、列車運行および国道に支障を及ぼさない施工法として鉄道および道路下の施工実績が多いアール・アンド・シー工法(ESA 工法併用)(以下 R&C 工法)で施工を行った。図-1 に函体の断面図を示す。本工事では軌道と国道の双方の安全性確保のために施工時の地盤変状を数値解析により把握していたが、函体推進時に予測と異なる地盤変状を確認したため、函体推進時の地盤変状について再検討を行った。本稿では、数値解析による地盤変状予測と施工結果、箱形ルーフの施工誤差を考慮した地盤変状予測について報告する。

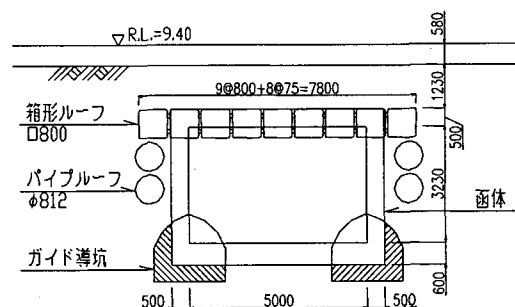


図-1 函体断面図

1. 地盤変状予測

1) 解析条件

地盤変状予測は鉄道部・国道部の2断面を対象とし、線路および国道下盛土に影響を与える箱形ルーフ推進、パイプルーフ推進、ガイド導坑掘進、函体推進の4つの施工段階について行った。解析モデルは、各施工段階の変状を比較的簡便に求めることができる2次元FEM解析により実施した。また、2次元解析の精度向上のために、2次元解析に3次元効果を簡易的に考慮する手法¹⁾を採用した。

2) 解析結果

図-2 に鉄道部施工基面の解析鉛直変位量を示す。変位は箱型ルーフ、ガイド導坑施工時に約 10mm、函体推進時に約 15mm 沈下しており、函体推進後の累積沈下量は約 40mm となる結果となった。実施工では解析結果をもとに通常よりも厳しい管理基準値を設けるとともに、24 時間体制で変状の監視を行い、変状が確認された場合は即座に対応できる体制を取ることとした。

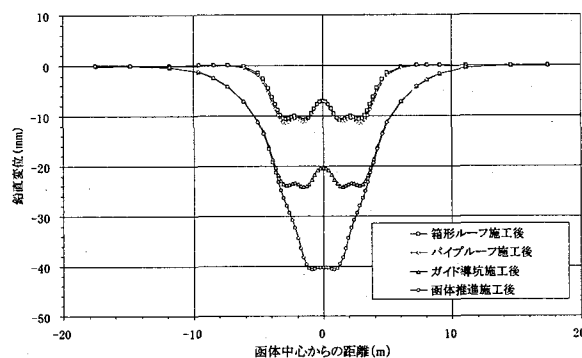


図-2 地表面の解析鉛直変位量（鉄道部）

2. 函体推進結果と評価

函体推進時の上部地盤の実測鉛直変位量を図-3 に示す。函体推進開始時からの解析鉛直変位量は約 15mm の沈下を予測していたが、実際には約 40mm 隆起する結果となった。

図-4 は函体推進に伴う盛土内構造物の変位量と、その上部地盤の鉛直変位量の測定結果を示している。R&C 工法は函体推進に伴い箱形ルーフが押し出されるために、函体先端位置が測点以前は箱形ルーフ天端高さ、測点以降は函体天端高さを盛土内構造物高さとして使用した。函体推進時の上部地盤の変位は盛土内構造物の変位と似た挙動を示しており、また、測点直下に函体先端が到達した時に上部地盤、盛土内構造物ともに隆起量が大きくなることが確認できた。これらの結果を踏まえると、箱形ルーフ・函体等の構造物の施工精

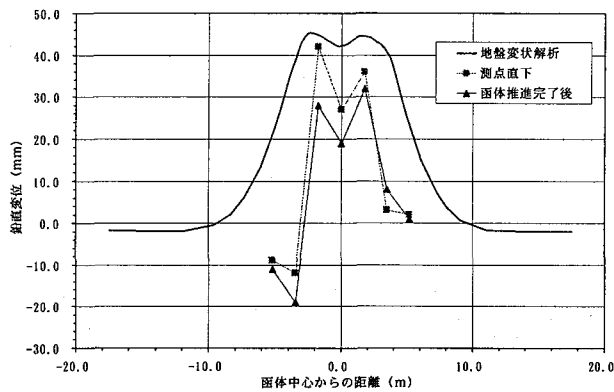


図-3 解析値と実測値の比較（鉄道部施工基面）

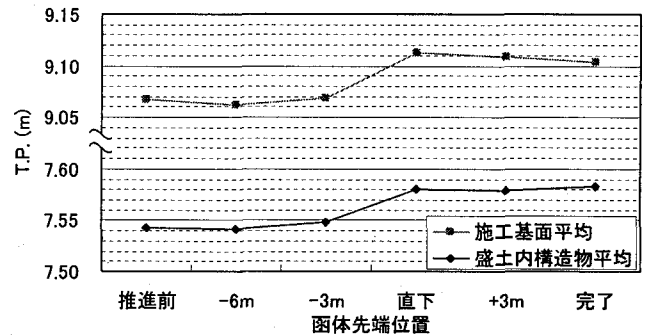


図-4 函体推進時の上部地盤高さ（鉄道部施工基面）

度が上部地盤の変状に与える影響が大きいと考えられるため、箱形ルーフの施工誤差を考慮した地盤変状予測を行った。

3. 箱形ルーフの施工誤差を考慮した地盤変状予測

図-5 は本工事における箱形ルーフの配置図と箱型ルーフ推進後の施工精度を示している。鉄道と国道の中間、推進距離 11m 付近で箱形ルーフ据付位置が最大 45mm 程度設計よりも低い結果となった。このように箱形ルーフ設置位置が設計より低い場合、函体の設置位置は既に決まっているため、函体推進時に函体が箱形ルーフ上部の FC プレートを押し上げ上部地盤隆起の原因となることが知られている。

一方、地盤変状予測では箱形ルーフの施工誤差を考慮していないため、函体推進時も地盤は沈下する結果となる。そこで、箱形ルーフの施工誤差が函体推進時の上部地盤にどの程度影響を与えるかを解析的に検討するために、現行の 2 次元解析モデルを使用し、箱形ルーフの施工誤差を強制変位として考慮し解析を行った。

図-3 に鉄道部施工基面（推進距離 11m）の解析値を実測値とあわせて示す。箱形ルーフの施工誤差を強制変位として考慮することで解析結果も隆起傾向となった。また、隆起量も最大で 45mm 程度であり箱形ルーフの施工誤差とほぼ等しい変位量となった。最大隆起量は解析値よりも実測値が小さく、実測値は函体中心から 3m 程度で鉛直変位量が収束しているのに対して、解析値は函体中心から 10m 程度で収束しており全体的に解析値が実測値を上回る結果となった。箱形ルーフ施工誤差以外の要素も上部地盤の変状に影響する可能性が考えられるが、2 次元モデルに強制変位を考慮した解析結果は、概ね妥当な結果であることが確認できた。

また、箱形ルーフの施工誤差と函体推進終了時の実測隆起量を比較すると、実測隆起量はルーフ施工誤差の 80% 程度である。このことから、土被りが 1.5m 程度で、箱形ルーフ据付位置が設計より低い場合は、ルーフ施工誤差の 80% 程度を隆起量として対策を講じることでより安全な施工が可能になると考える。

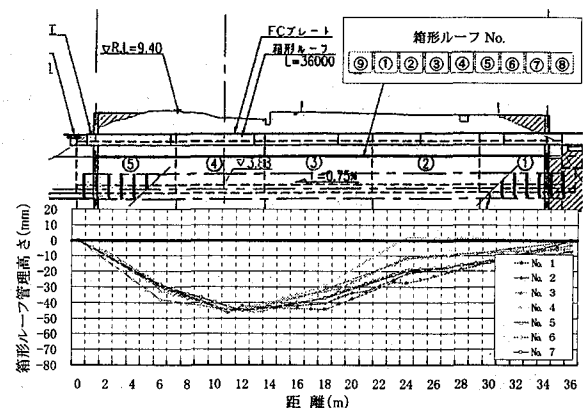


図-5 箱形ルーフ推進の施工精度

おわりに

土被りが浅く箱形ルーフに施工誤差がある場合は、函体推進時にその誤差が上部地盤の変状に大きな影響を与えることが確認できた。また、上部構造物を管理する観点からは箱形ルーフの施工精度を十分検討し対策を決定する必要がある。箱形ルーフに施工誤差が発生した場合は、本解析手法のように 2 次元解析にルーフ施工誤差分の強制変位を与えることは、上部地盤の変状傾向を知る手法として有効である。

【参考文献】1) 田口、香川：パイプルーフを施したトンネルの疑似三次元 FEM 解析について、土木学会第 44 回年次学術講演会、平成元年 10 月