

地盤切削機構刃口を有する函体推進工法の検討

JR 東日本 正会員 ○佐藤 舞衣子
JR 東日本 フェロー会員 桑原 清
鉄建建設 正会員 岩瀬 隆

1. 目的

非開削工法により線路下を横断する人道地下道や水路等の小断面ボックスカルバートを構築する場合は、エレメントをけん引する方法や、函体をけん引または推進する方法が採用されている。エレメントをけん引する方法の場合、人道地下道など小断面のボックスカルバートに対しては、部材厚が大きく不経済となることが指摘されていた。また、函体をけん引または推進する方法は、防護工施工時と本体構造物施工時の2回の掘進施工を伴うため、地表面（軌道）への影響が大きいという課題があった。そこで、本開発では、線路下を横断する小断面ボックスカルバートを経済的に施工するために、プレキャスト製のボックスカルバートに地盤切削 JES 工法¹⁾で使用されている地盤切削刃口を設置し、函体自体を掘進する工法（以下、地盤切削刃口推進工法）を検討した。

2. 地盤切削刃口推進工法の概要

本開発で製作した刃口形状を図-1に示す。地盤切削刃口推進工法では、函体自体を掘進させるため JES 工法²⁾におけるエレメントに比べ掘削による開放面が大きくなるため、地表面影響が増大することが懸念された。そこで、掘進中の切羽での応力開放による緩みを低減するため、地盤切削ワイヤー（ワイヤーソー）を刃口先端に設置し（図-1①）、地盤切削後、直ちに刃口ルーフ（図-1②）を挿入することとしている。これらの地盤切削機構は、実施工で運用されている地盤切削 JES 工法の刃口を基本としている。また、刃口の施工精度が直接ボックスカルバートの施工精度に影響すると考えられることから、刃口下面にテーパー（勾配）を設け（図-1③）、テーパー下部の地山のすき取り量を調整することで刃口姿勢を制御する方法を検討した。刃口姿勢制御方法の概念を図-2に示す。テーパー下部の土を掘り残すことで、刃口が地山に乗り上げ、刃口姿勢を上向きに修正することができ、テーパー下部の土をすき取ることで、上向きの作用を制御することができる。また、テーパー下部の土をすべてすき取ることで、刃口姿勢を下向きに修正することが可能である。

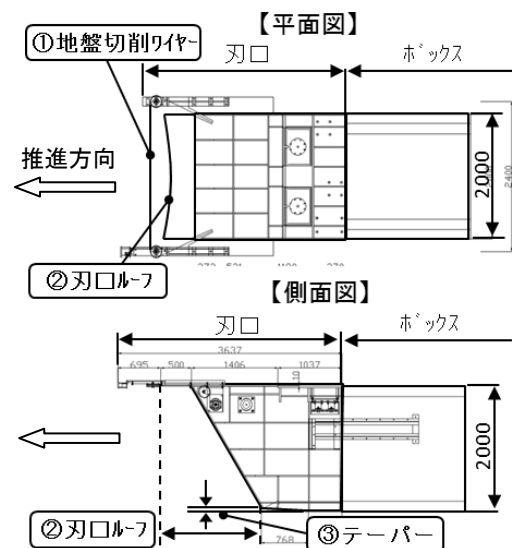


図-1 地盤切削刃口形状図

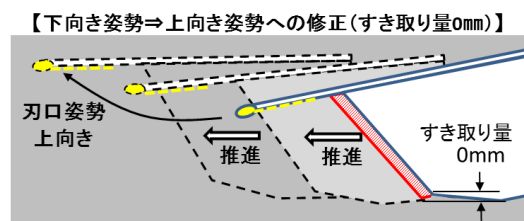


図-2 刃口姿勢制御方法の概念

3. 確認試験の概要

確認試験では、実際の人道地下道の 1/2 スケールの 2m×2m×1.8m のボックスカルバートを製作し、本工法の施工精度を確認することを目的とし、実施工を想定した掘進試験を実施した。確認試験は、土被り 1.0m、掘削対象土質は、良質な砂質土層とし、延長 11.4m の掘進試験を実施した。確認試験の試験フローを図-3に、試験概要を図-4に示す。刃口姿勢は、刃口の左右側面にレーザーセンサーを設置し、ボックスカルバート後方の発進立坑内からのレーザー照射により、リアルタイムで自動計測を実施した。また、施工中および施工完

キーワード 非開削工法, JES 工法, 地盤切削 JES 工法

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 TEL 03-3379-4353

了時のボックスの出来形高さはレベルにより計測を実施した。

4. 確認試験結果（刃口の施工精度および姿勢制御）

掘進距離における刃口左右の軌跡を図-5に示す。テーパー下部の土のすき取り量を調整することで、刃口の方角制御を実施した結果、基準値からの離隔の最大値は、刃口左側で10mm、刃口右側で20mmとなった。図-5に示す通り、すき取り量0mmでは、刃口姿勢が上向き傾向となり、テーパー下部の土をすき取ることで、掘進を進めていく中で徐々に方向修正を行い、下向き傾向が現れていることが分かる。刃口左側は、すき取り量0mmで概ね基準値に近い値で刃口高さを確保できたが、右側は、刃口の上昇力が若干不足し、掘進6.0m以降は、2.5mm/m程度の下降線を辿った。なお、一部の区間ですき取り量0mmであっても下向き傾向を示した区間があったため、図-5に示す①、②区間で刃口テーパー下面に矢板を挿入し姿勢制御を行っている。

5. まとめ

確認試験により、従来の地盤切削JES刃口（掘削断面2m×0.85m）のほぼ倍の掘削断面である今回の刃口においても、概ねテーパー下部のすき取り量調整による姿勢制御方法で一定の効果を得られた。しかしながら、図-5に示す通り、刃口右側については、すき取り量0mmにも関わらず降下傾向となり、施工目標値を超える結果となった。この要因として、地盤切削JES工法に比べ、今回の断面形状、土質条件下においては、テーパー量が不足したものと考えられる。したがって、テーパー量を増やし、刃口が乗り上げる地山量を増やすことで上向きの力は大きくなると考えられる。今後、刃口構造の改良による掘進精度の更なる向上を検討していく必要がある。また、図-6に示す通り、刃口とボックスの軌跡は同様の傾向を示すことが分かったが、ボックス高さの方が刃口高さよりも高い結果となった。この原因として、地山貫入の際、刃口は周辺地山に押し付けられるため前傾姿勢になりやすいが、ボックスは剛性が大きく、比較的水平和を保ち地山に貫入するため、差が生じたと考えられる。この差は、地表面（軌道）変位を生じさせる要因となることから、今後は、地山貫入時の刃口姿勢を一定（計画高さ）に保つことが可能な姿勢制御機構を開発し、施工精度の向上と本工法の深度化を図っていく。

参考文献 1), 2) JR 東日本土木関係設計マニュアル集 地下・トンネル構造物編 非開削工法設計施工マニュアル

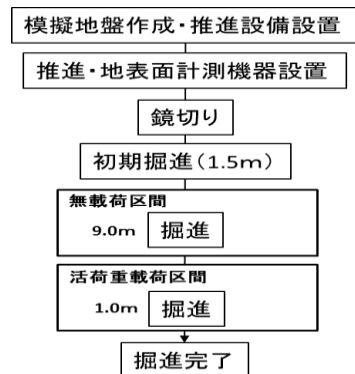


図-3 試験フロー

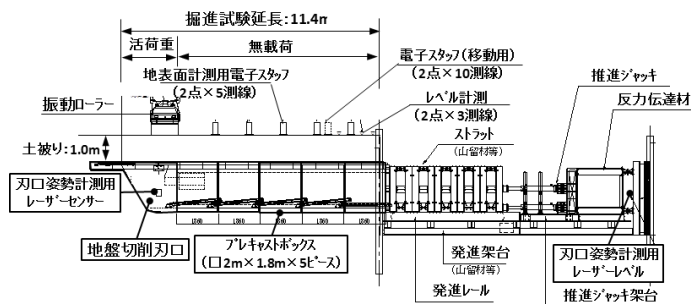


図-4 確認試験概要図

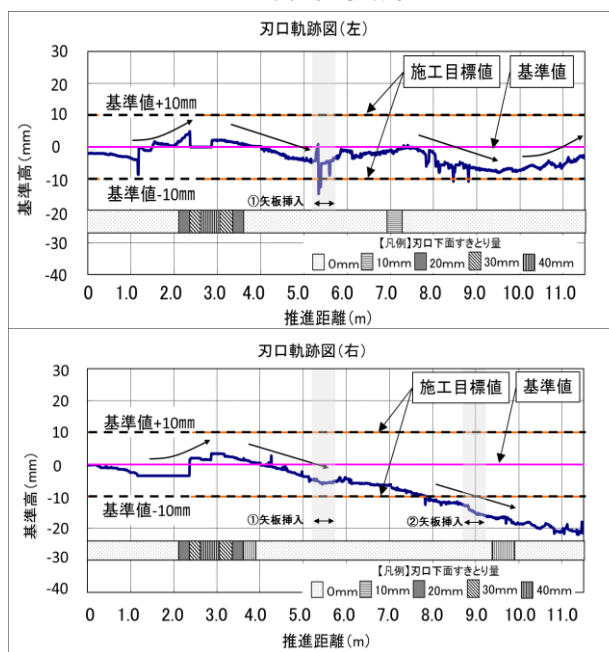


図-5 刃口軌跡図

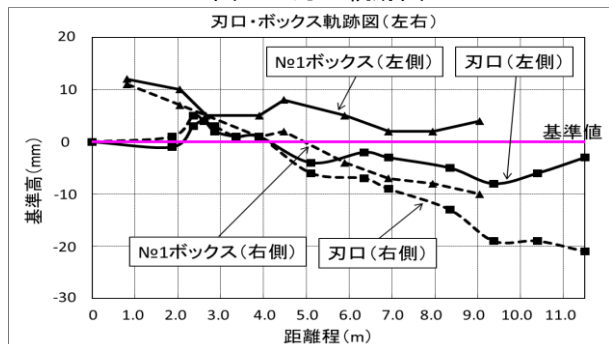


図-6 刃口・ボックス軌跡図