

鉄道トンネルにおけるシールド直接切削発進・到達工法に関する調査

(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 井浦 智実
 (独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 瀧山 清美
 日本シビックコンサルタント(株) 正会員 ○小野 雄一郎

1. はじめに

現在、シールドの発進・到達工法として、土留め壁前面に地盤改良を行なった後、鏡切りを行い、シールドを発進・到達させる従来の工法の他に、仮壁を直接シールドで切削し、発進・到達する工法（以下「仮壁切削工法」という）の採用実績が増えている。仮壁切削工法は、従来の工法に比べ地盤改良の範囲が少なく、鏡切りによって地山を露出させないため、安全性および経済性の向上、工期短縮といったメリットがある。この工法には、様々な材料が使用されており、現在も新材料の開発が継続されていることから、その種類は増加傾向にある。しかしながら、施工条件に応じた各工法の適用範囲については統一的な基準が確立されていないのが現状である。

本調査は、鉄道シールドトンネルの施工条件における仮壁切削工法の適用性について、実績調査とコスト比較を行い、工法選定を行う際のひとつの参考となることを目的としたものである。

2. 仮壁切削工法の種類

現在、仮壁切削工法は、様々な技術開発が行なわれているが、鉄道シールドトンネルの施工条件や施工実績等を考慮すると、当面は表－1の工法が実施工に用いられる可能性が高いと考えられる。

よって、本調査においては、この3工法に着目することとする。

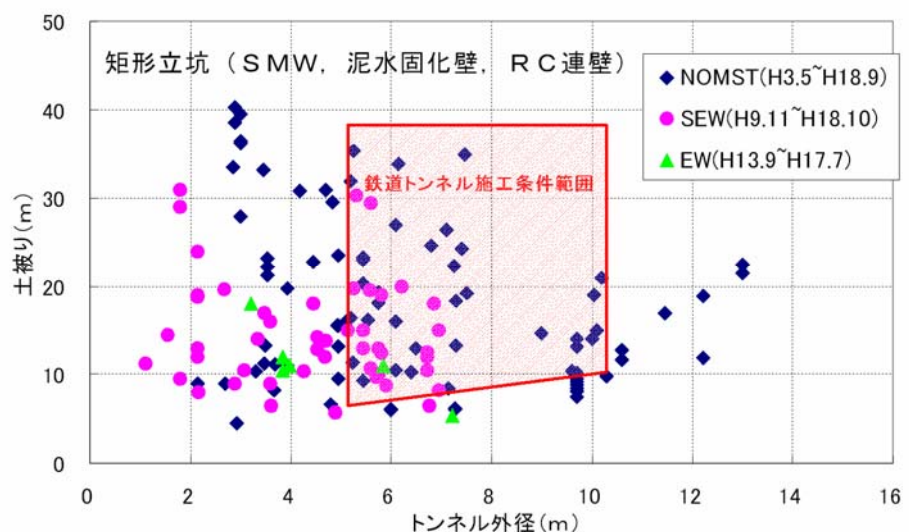
表－1 仮壁切削工法の種類

工 法		工法概要
仮壁切削工法	NOMST工法	炭素繊維筋(ロッド・格子筋)とコンクリートあるいはモルタルからなる部材をシールドで切削し発進・到達する。
	SEW工法	ガラス繊維補強硬質ウレタン製の部材をシールドで切削し発進・到達する。
	EW工法	鋼材を電食により溶解した土留めをシールドで切削し発進・到達する。

3. 仮壁切削工法の施工実績

仮壁切削工法の施工実績（鉄道トンネル以外も含む）のトンネル外径と土被りの関係を図－1に示す。

これによると、鉄道シールドトンネルの施工条件において、トンネル径7m程度の単線トンネルクラスでは、3工法を適用した実績があるものの、トンネル径10m程度の大口径である複線トンネルクラスではNOMSTの工法のみが適用されていることが分かる。



図－1 仮壁切削工法の施工実績

キーワード 鉄道、シールドトンネル、発進、到達、仮壁切削工法、NOMST工法、SEW工法、EW工法
 連絡先 〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 (独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 TEL 045-222-9083

4. 仮壁切削工法のコスト比較

単線トンネルのトンネル外径を7m、複線トンネルを10mとした場合の発進における仮壁切削工法の概算費用を図-2に示す。概算費用はNOMST工法とSEW工法は部材価格とし、EW工法は部材価格+電食し切削可能となるまでにかかる費用（電気代、設備費等）とした。なお、鉄道シールドトンネルの場合は立坑本体構築後に発進することが多いため、SMWと泥水固化壁は切削可能部材を開口径端支持とする両端半固定梁として、RC連壁は両端固定梁として断面力と変位を算出した。また、都市部での施工が多いため、変位量は50mm以下とした。

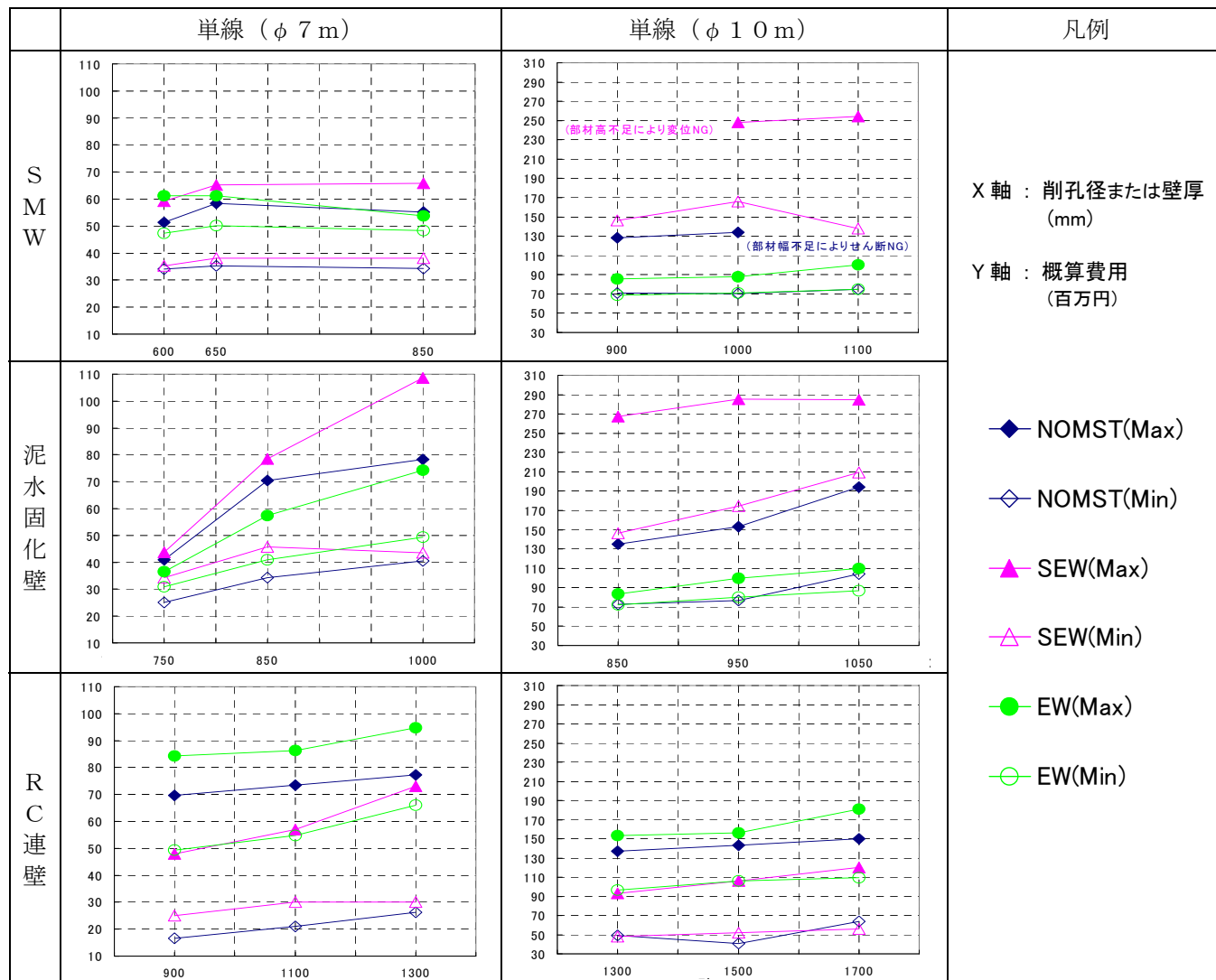


図-2 コスト比較（単線・複線，SMW・泥水固化壁・RC連壁）

5. まとめ

① SMWでは、単線の概算費用が3工法ともほぼ同等なのに対し、複線ではSEW工法のコストが突出している。これは、切削可能部材の材質が同じであってもSMWがRC連壁に比べ計算上変位量が大きくなるのに加え、他工法に比べ剛性が低いSEW工法の部材はさらに変位量が大きくなるため、断面係数を上げるか剛性が大きい材料を使用し変位量を抑える必要があることに起因するところが多い。

② 泥水固化壁では、概算工費がSMWと同じ傾向にあり、その理由もSMWと同じである。

③ RC連壁では、EW工法の概算工費が高い傾向にある。これは、SMWと泥水固化壁は部分電食で対応でき電食にかかる費用をかなり低減できるのに対して、RC連壁は全電食する必要があり電食に費用を要するためである。

以上を踏まえると、施工実績ではSEW工法とEW工法は複線トンネルクラス以上が無いが、コスト的にはSEW工法はRC連壁で、EW工法はSEWと泥水固化壁で、比較対象として十分であるといえる。ただし、3工法ともに設計条件によってはそれぞれに各種の付帯費用（専用カッタービット費、変位抑制支保工費、長期電食による損料等）が発生するため、実施設計においては、それらを概算費用にプラスして工法比較する必要がある。今後は、これらの付帯費用の詳細化や各工法の利点と問題点を整理し、工法比較の精度をより向上させることが課題である。