

VI-90

小規模シールド工事の特性と合理化に向けた課題

建設省土木研究所 正会員 ○森 芳徳

正会員 大下武志

井谷雅司

1. まえがき

現在、都市内における地下利用が進み、シールド工法による下水管路施設等の整備が増加している。下水道事業においては、平成9年4月に政府が示した「公共工事コスト縮減に関する行動指針」¹⁾を踏まえ、「下水道事業におけるコスト縮減の取り組みについて」²⁾が公表され、下水道シールド工事のコスト縮減に向けた基準や計画・設計方法の見直し、技術開発の推進等が盛り込まれている。本稿では、今後、採用が一層増加すると予想される小規模シールド工事の合理化に向けて、現状や特性および今後の検討課題について報告する。

2. 小規模シールド工事の実態

図-1に小規模シールド工事（仕上がり内径3m以下）の使用目的別割合、図-2にシールド形式別割合を示す。シールドトンネルの使用目的別では、小規模シールド工事が上下水道工事に集中していることが確認できる。これは、道路、鉄道あるいは共同溝等を目的としたシールド工事の大部分が仕上がり内径3m以上であるためである。シールド形式別では、泥土圧式の61%が最も多く、次いで泥水式23%、土圧式10%となっている。泥土圧式および土圧式はいずれも土圧によって切羽の安定を図る方式であり、この2種類で70%以上を占める。これは、シールド設備を考えた場合、泥水式シールドに比べて土圧系シールドの設備が小規模であり、作業基地用地を確保しやすい等の要因があるためと考えられる。

3. 小規模シールド工事の特性

3. 1 規模別特性

表-1に小規模シールドと大規模シールドの規模別特性を示す。計画段階では、小規模シールドのほうが断面が小さいことから、限られた地下空間において線形の自由度が高い傾向がある。地上部への影響は、小規模シールドのほうが一般的に土被り比 H/D （シールド外径 D に対する土被り H の比）が大きくなり、掘進に伴う地盤変状などの地上部へ与える影響は小さくなると考えられるが、掘削深度が浅いため、水道管やガス管等の既設管やその他の地中構造物への影響が懸念

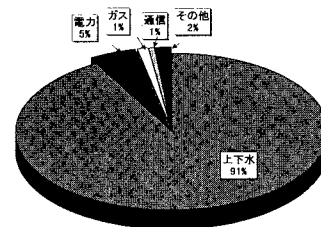


図-1 使用目的別割合（内径3m以下）

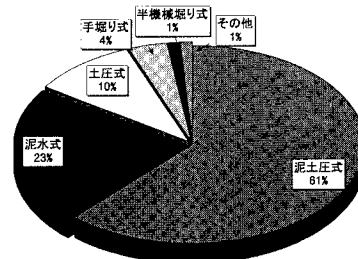


図-2 シールド形式別割合（内径3m以下）

表-1 シールド工事の規模別特性

項	目	小規模シールド	大規模シールド
計画	平面線形	自由度が多い	自由度が少ない
	用地問題	地上設定が少ない	地上設定が多い
	地上部への影響	小さい	大きい
設計	断面力算定法	（慣用法が多い）	（はりばねが多い）
	セグメント形式	鋼製セグメント	RCセグメント
セグメント形状	幅	1,000mm以下	幅幅使用可
	分割数	固定	自由度がある
	継手構造	ボルト締結多勢	選択枝多い
シールドマシン	掘進管理	マニュアル	自動化
	施工	自由度が少ない	自由度が多い

小規模シールド、下水道、合理化

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 建設省土木研究所 TEL. 0298-64-2211 FAX.0298-64-0564

される。設計段階では、小規模シールドの設計は従来通り慣用計算法を用いているのに対し、大規模シールドではセグメントおよびリング継手部の評価が可能である「はりーばね」モデルを用いた設計が増加している。セグメント形式は、小規模シールドでは鋼製セグメントの実績が多いのに対し、大規模シールドでは通常、鉄筋コンクリート（RC）セグメントが用いられており、トンネル接合部など特殊条件下においてのみ鋼製セグメントが用いられている。セグメント幅、分割数および継手構造に関しては、小規模シールドでは坑内作業空間の制約から「シールド工事中標準セグメント」³⁾に規定された幅（1,000mm 以下）や分割数が採用され、ボルト締結構造となっている。これに対し大規模シールドでは、工期短縮を目的としてセグメント幅の拡幅化（1,200mm や 1,500mm）や分割数の減といった対策を行ったり、継手構造もRCセグメントで桁高が高くなるため選択枝も多くなる。シールドマシンは、セグメント重量や作業空間の制約から、小規模シールドではセグメント組立装置を手動式としているのに対し、大規模シールドでは半自動または自動で組立てている。以上のように、小規模シールド工事に対して合理化案を策定するに際しては、大規模に対して自由度が少ないため、各項目ごとの制約条件を十分に考慮しながら合理化を検討する必要がある。

3. 2 コスト比率と合理化の重点

小規模シールドの効果的な合理化を検討するため、表-2 に示すようなシールド形式や仕上がり内径の異なる3タイプのモデルケースを設定し、直接工事費のコスト構造を分析した。図-3 に各ケースの工種別コスト

表-2 モデルケース

ケース	ケース1	ケース2	ケース3
施工条件			
施 工 延 長 (m)	1,000		
シールド形式	泥水式	土圧式	泥水式
セグメント形式	鋼 製		
仕上がり内径(mm)	1,650	2,400	3,150

比率を示す。最も構成比率が高いのは一次覆工で平均 48%程度、次いでセグメント費の 27%程度、二次覆工（コンクリート費を含む）の 12%程度となっている。このことから小規模シールド工事でも、セグメント構造の合理化や二次覆工省略等について重点的に検討することによって、コスト縮減に繋げられるものと考えられる。

4. 今後の課題

小規模シールド工事の合理化に向けて、現状および特性を調査・整理するとともに、工事費のコスト構造を分析した。今後は、

①セグメント構造の合理化によるコスト縮減効果の検討、②二次覆工の省略に伴う防食・防水に対する考え方の整理、③日進量、作業人員、機械設備に関する積算基準の見直しの検討、④シールドマシンの転用等の諸問題に対して詳細な検討を行い、効果的な合理化案を検討する予定である。

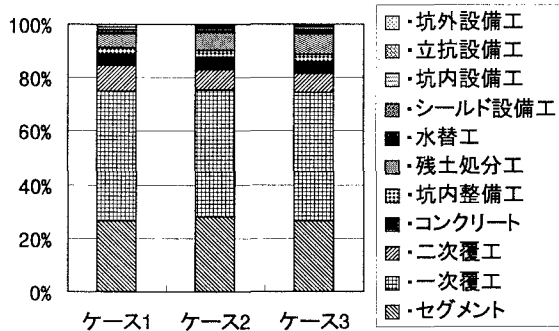


図-3 各ケースの工種別コスト比率

参考文献

- 1) 政府「公共工事コスト縮減対策関係閣僚会議」、公共工事コスト縮減に関する行動指針、平成9年4月
- 2) 建設省都市局下水道部、下水道事業におけるコスト縮減の取り組みについて、平成9年4月
- 3) (社)土木学会、(社)日本下水道協会、シールド工事中標準セグメント、平成2年4月