

所属 日本鉄道建設公団 東京支社 倉川 哲志

1. 経緯

日本の公共事業は高いとの批判の中、1997年4月、政府は「公共事業のコストを1999年度までに1割削減する。」との数値目標を設定した。日本鉄道建設公団では、コスト削減の様々な取り組みの一環として、シールドトンネルにおける二次覆工取り扱いの見直しを行った。二次覆工は多くの工期と工費を必要とするが、その主目的は曖昧であり、これまでもその必要性について色々な議論がなされ、様々な機関で二次覆工の取りやめが検討・実施されてきた。こうした流れを受け、みなとみらい21線でも二次覆工を取りやめた場合の問題に対し、技術的な検討を行った結果、全面的に二次覆工を省略することに決定した。

2. みなとみらい21線の概要

みなとみらい21線は、1975年の運輸政策審議会の第7号答申に基づき計画され、鉄道事業者である第3セクター「横浜高速鉄道(株)」の申し出により、運輸大臣からの指示を受け、日本鉄道建設公団東京支社が工事を進めている。当線は横浜駅を起点とし、みなとみらい21地区を経由して元町に至る4.1kmの路線である。計6駅と駅間を結ぶ5本のシールドトンネルを、全区間地下構造(GL-25m～-30m)で計画している。現在は駅部の開削工事を進めており、最初のトンネル部の掘削を1998年秋に控え、2001年の開業に向け工事を進めている。

3. 二次覆工取止めと他機関の動向

二次覆工の目的としては、セグメントの補強とともに、金具類の防食・防水・仕上げ・蛇行修正・耐震等が挙げられてきた。しかし、シールドトンネルの主要構造物はセグメントであり、二次覆工の剛性は断面計算に含まれていないのが一般的である。これまで二次覆工を施工してきた最大の理由は、漏水による腐食及びそれに起因するセグメント耐力の低下を防ぐためである。よって、みなとみらい21線では、二次覆工取りやめの基本的な判断基準として、「防水・防錆対策が十分に行われ、セグメント本体の耐力低下が起きないこと。」とした。

他機関の動向としても、二次覆工を取りやめる傾向にある。これは、シール材等の防水材料の性能そのものが向上してきたことや、セグメント製作精度の向上により漏水を最小限に防ぐことができるようになったため、「目的・設計方法の曖昧な二次覆工に多大な工費をかける必要が無くなった。」と、それぞれの機関が判断したことによると思われる。但し、セグメントタイプ・地質条件・地理的条件等を勘案すると、二次覆工が必要な箇所もあるため、二次覆工省略の判断は慎重に行わなければならない。

4. 二次覆工取りやめのための対策

みなとみらい21線のRCセグメント区間において、二次覆工を取りやめの主因となった検討項目と対策を示す。ここで対象としたRC区間は、以下のようなさまざまな施工条件の区間を含んでいる。

トンネルタイプ	土質条件(N値)	共用時作用水圧	地下水	地理的条件
単線並列 及び 複線	軟弱地盤(0～4) 土丹層(50以上)	2.0kgf/cm ² ～ 3.5kgf/cm ²	ほぼ全区間 海水	道路下、河川下、港湾下、 公有地下など

二次覆工を取りやめるための対策はひと通りではないが、今回は設計途中からの見直しであったため、「セグメントの桁高は変更せず、基本設計を踏襲すること。」とした。

二次覆工取りやめの対策

検 討 項 目		対 策
設 計	R Cセグメント の設計	- セグメント内面が空气中にさらされることから、コンクリート標準示方書の「腐食性環境」におけるはり部材のかぶりを適用し、かぶりを厚くした。(13mm→32mm) - 桁高 30cm を変更しないため、かぶりを厚くしたことに伴う有効断面積の不足については、鉄筋のランクアップにより対応した。
防 錆	ボルトボックス	- ボルトボックスを穴埋めする。または、露呈する金具類を防錆処理する。 - 地下水は海水であるが、上記のどちらの対策でも対応可能と判断しており、施工性・経済性の比較の上、最終決定する予定である。
防 水	シール材	- 施工性の良さから水膨張タイプとし、以下の設計により1条とした。 - シール材が水膨張前の状態で、設計水圧に対応できる設計を行っており、膨張後の長期的な耐圧性能は、設計水圧に対し大きな止水性を持つ。 - シール材の耐久性については、長期浸せき試験・促進試験等から、最低でもコンクリート構造物としての耐用年数は確保できる。 - 従来の回し貼り施工による漏水をなくすため、シール材を一体整形とした。 - 漏水したとしても、その絶対量は以前ほど多くないと考えられるため、目地コーキング等による導水で対応できる。
	裏込め注入材	裏込め注入は止水性に大きく関わるため、配合は耐海水性に優れたものと考えており、基本的に、同時注入することを考えている。

5. 経済効果

協議などの条件から、今回は内空断面を縮小することはできなかったが、セグメントの桁高を変更することなく二次覆工を取止めることができると判断した。この結果、二次覆工の材料費、工期短縮に伴う工事費が減となる。一方、上記記載の対策に伴う、セグメント価格が増となる。これらを考慮すると、トンネル覆工本体費に対してm当り約 20%の減となる。内空断面を縮小することができれば、更に工費を少なく押さえることができるため、今後の課題といえる。

6. 終わりに

設計上二次覆工の剛性を考慮していないといえども、二次覆工がセグメントの補強・防食・防水・耐震等に役立っているのは事実である。そのため、二次覆工を取りやめることで、二次覆工がある場合と比較すると、トンネル自体の性能は低下する。しかし、必要な対策を講じることにより、トンネルに必要とされる性能は確保できると判断した。またRC区間以外でも、コスト削減の流れの中でのさまざまな検討の結果、みなとみらい21線では全線にわたり二次覆工を取やめることにした。今後は、二次覆工の評価を取り込んだ形で、合理的な計画・設計手法を確立することが必要であると考えている。