

シールドとう道立坑部取付け口の補修方法について

NTT東海設備技術センタ
同上

正会員

柴田 元宏
此島 文隆

1. はじめに

NTTでは、都市部において通信の需要に対して柔軟に対処でき、地震等の災害時でも安定した通信を確保するためにとう道の構築を進めてきた。近年、とう道内のコンクリートの亀裂や腐食事例が各地において報告され、とう道の保全について検討されるようになったがその補修方法について確立されたものはない、従って今回、既設のとう道において補修を検討、実施した結果を報告するものである。

2. 今池とう道劣化状況について

今回対象となったとう道（今池地区）は、昭和57年の二次覆工施工後、経年とともに立坑・坑口周辺部においてコンクリート表層部分より層状に劣化が目立ち漏水が見られるようになった。（図-1参照）

従って、漏水の水質試験及び間詰めモルタル部分のコンクリートを試料に劣化部分の成分分析を行ったところ表-1のとおりであった。

劣化の原因については

- ・シールドマシン発進時周辺の地盤強化のための薬液剤が劣化に関与している。
- ・間詰め部分のモルタル充填が不十分であった。
- ・地山からの漏水をモルタル処理のみで対応したため漏水を防ぎ切れず薬液剤の進入を許してしまった。

以上3点が考えられる。

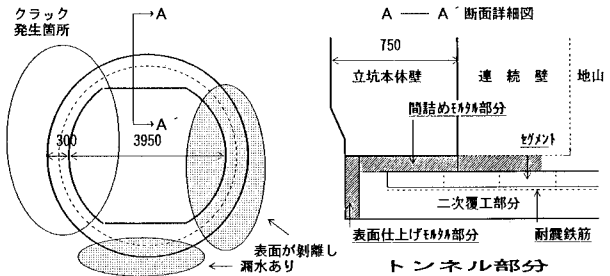


図-1 とう道開口部劣化状況概要図

現在NTTでは、硫酸塩を含む薬液注入剤等以下のとおり規制している。

- (1)薬液の硫酸塩濃度 3800ppm 以下。
- (2)薬液注入部のコンクリート水セメント比は40%以下。

また、従来とう道新設時に撤去していたエントランスパッキンを残置しこれにより止水効果の向上を図っている。

表-1 分析結果

試料	試験方法	分析結果
漏水	水質試験	SO_4^{2-} 濃度最大3490ppm/mg/l
コンクリート	成分分析	エトリンゲル $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO} \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ が検出された 石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	配合推定	W/C 約60%（空気量4%と仮定）
	コンクリート状況目視確認	坑口より概ね15cm以降について劣化部分及び充填不足による砂の混入が確認される

3. 補修工法の検討

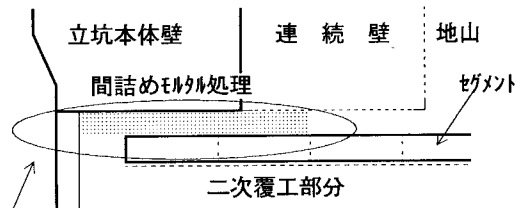
工法の検討にあたっては、立坑ととう道の取付け部分の構造が問題になった。この部分は地震時に軸応力が発生した場合、応力を開放させ立坑及びとう道の本体部分の破壊を避けるため柔構造として免震化を図っている（図-2参照）従って表面上での防水処理では地震時における出水等に対応が困難であるため補修工事の設計方針及び必要条件を以下のとおり設定した。

設計方針
免震機能を保ちつつ止水効果を有する構造



必要条件

- ・工期が比較的短く、経済的に施工できるものであること。
- ・安全に施工できるもの（工事の影響で地山からの出水により危険な状態にならない）
- ・工事後、再度補修することがないよう十分な耐久性があること。



この部分はセグメントと結合せず間詰めモルタル処理にて対応し地震時の応力を開放する構造となっている

図-2 取付け部構造概略図

なお、地震時のとう道と立坑の変位について次のように解析した。

応答変位法

地盤の水平方向の変位振幅について以下の条件より算出した
基本固有周期 $T = 1.07 \text{ sec}$
(当該地区の柱状図より)

設計水平震度（表層地盤） $K_{0H} = 0.1$

地盤補正係数1.0 設計水平震度0.2

増幅係数2

単位震度応答速度 $S_v = 80 \text{ cm/sec}$

基層地盤の厚さ $H = 3500 \text{ cm}$

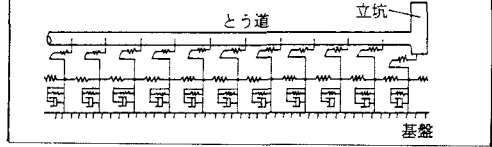
地表面からの深さ $x = 2750 \text{ cm}$

・算出結果

地盤水平方向の変位振幅 6 mm

時刻歴応答解析

モデル



とう道剛性 セグメント + リング 継ぎ目

立坑接続 自由

入力波 十勝沖地震波

・解析結果

とう道軸方向に最大 8 mm

∴今回設定する相対変位量として、軸方向変位 8 mm を考慮することとした。

4. 補修工法について

上記検討のうえ補修工事を実施した。以下に概要図を図-3に示す。

・補修工事のポイント

- (1)従来の免震構造を妨げることなく立坑本体ととう道との接合面のズレを防止するため鉄筋Aを配置し、発生した応力は表面部に逃がす構造とした。
- (2)出水時の水圧（ 3 kg/cm^2 と予測）に耐えかつ、セグメントの挙動 8 mm に対応するため、伸び率580%、引張強さ 180 kg/cm^2 のCRゴムを防水パッキンに採用した。また平常時の止水性の向上とエポキシ樹脂の付着性を増強させるため、ガラスクロスを経の上に配置した。
- (3)ヘルメットソカにかかる応力を分散させるため鉄筋Bを円周上に配置しヘルメットソカ相互間を結合した。

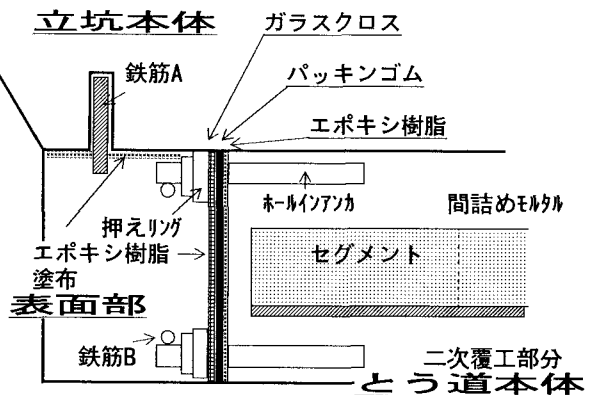


図-3 補修概要図

図-4により地震時の挙動想定図を示す。

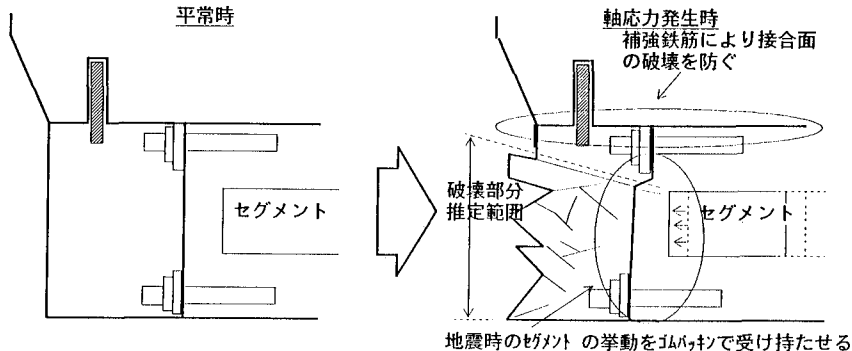


図-4 地震時の挙動想定図

5. 今後の検討課題

今回の補修工事について、完全止水を実施するにあたり、初期仕上げ（コンクリートはつり、エポキシ樹脂塗布）の時点で現在ある漏水をどうするかが問題になった。今回工事時期を地下水位の低い渇水期を選び、また漏水量が 0.05 cc/sec （ひび割れ長さ 1 cm あたり）と比較的少量であったため導水管を付けて対応したが、漏水量が多い場合については仮止水を実施する等が必要となり、今後補修工法の確立において検討すべき課題である。

【参考文献】 S62 藤橋、中野、吉武 シールドトンネルの免震化について土木学会第42回年次学術講演会資料