

V-299

トンネル構造に使用されたコンクリートの現況分析

首都高速道路公団 正会員 松本洋一 小林 茂
同 上 飯古道則 牛越裕幸
日本コンサルタント(株) 江尻茂章

1. 目的

首都高速道路の建設中の路線は、環境保全の理由からトンネル構造を採用する箇所が増えている。本調査は、コンクリート構造物の耐久的な設計法を検討するための基礎資料を収集するという目的で、建設から33年間経過したトンネル構造物の内部壁面の非破壊による圧縮強度、採取したコンクリートによる中性化深さ、配合推定、化学分析、コンクリートへの付着物のX線回折および偏向顕微鏡観察による鉱物の同定を行ったものである。

2. 調査トンネルの経歴

トンネルの経歴を表1に示す。

表1 トンネルの経歴

3号渋谷線の渋谷～高樹町にある長さ103mのトンネルである。

①施工期間：昭和38年8月～39年8月

②施工後の期間：約33年

③自動車通行量：約3.4億万台(上り線のみ)

④調査箇所：上り線左側壁、渋谷側入口から10～20m(高さ3m)

3. 圧縮強度

圧縮強度は、シュミットハンマーNR型を用いて測定した。図1のとおり圧縮強度のばらつきも小さく、昭和38年の公団の設計基準強度240 kg/cm²を満足していた。

4. 配合推定

配合推定は、セメント協会法で行った。図2示すようにW/C=50±1%、単位骨材量=2,000±100kg/m³とばらつきが小さく、十分に管理されたコンクリートが施工されたものと考えられる。

5. 中性化深さ

中性化深さは、はつり箇所およびコアの側面について、フェノールフタレイン1%エタノール溶液を噴霧して測定した。図3に示すようにコアの中性化深さは、トンネルの距離が深くなる程小さく、はつりでは16m

までは減少するが、16m以降増加している。図4は岸谷式¹⁾にW/C=45～55%、中性化比率=1、年数=0～50年を代入して求めた曲線に結果を打点したもので、平均値はW/C=50%に比べて約0.5cm小さい。

6. 化学分析

6. 1 塩化物イオン(CI⁻)

塩化物イオンは、日本コンクリート工学協会法で行った。図5に示すようにJIS A 5308（レディーミクスト）キーワード 中性化深さ トンネル 化学分析

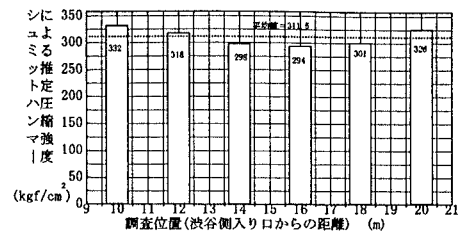


図1 調査位置と非破壊による圧縮強度との関係

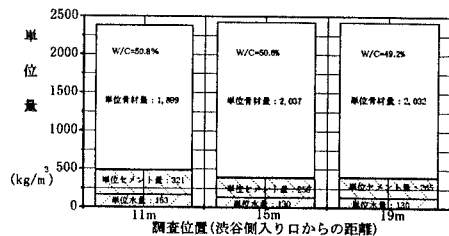


図2 調査位置とコンクリートの配合推定との関係

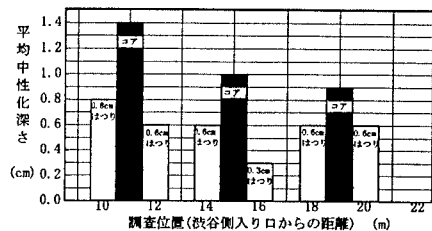


図3 調査位置と中性化深さとの関係

コンクリート）の規格値 0.30kg/m^3 を超える部分が認められた。また図6に示すように塩化物イオンは、表面が多く中心が最小値を示し、外部からの塩化物イオンの侵入を示している。

6. 2 三酸化硫黄 (SO_3)

三酸化硫黄は、JIS R 5202（セメントの化学分析方法）にしたがって分析した。三酸化硫黄は、図7のように昭和38年当時のセメントの三酸化硫黄の分析値と同等かやや大きい。

6. 3 三酸化窒素 (NO_3)

三酸化窒素は、日本コンクリート工学協会の可溶性塩素の分析方法に準じて抽出し、イオンクロマトグラフィで分析した。図8のように微量ながら12mまで減少し、14m以降増加している。

塩化物イオンは、以前の結果²⁾と同等、三酸化硫黄および三酸化窒素が共に以前の結果よりも小さい。

7. 付着物のX線回折および偏向顕微鏡観察

(1) X線回折では、骨材からの雲母および長石類、セメントからのせっこう、自動車の排ガスからのカーボンが同定された。

(2) 偏向顕微鏡観察では、セメントからの水合物およびせっこう、自動車の排ガスからのカーボンが同定された。

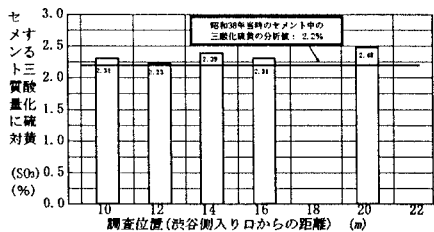


図7 調査位置と三酸化硫黄との関係

8. まとめ

トンネル構造物の高さ3m付近のコンクリートは、約33年間に約3.4億万台の自動車の通過にもかかわらず、中性化深さが中性化式よりも約0.5cm小さく、以前に行った三酸化硫黄および三酸化窒素の結果よりも小さいが、塩化物イオンは同等の結果となった。塩化物イオンは、冬季に散布される凍結防止材が飛散したのち壁面に付着したもので、トンネルという降雨に当たらない条件で残存したものの推察される。中性化、三酸化硫黄および三酸化窒素が小さいのは、調査箇所の高さが以前の1mに対して3mと高いため、空気より重い自動車の排ガスは低い位置に存在すると考えられるので、この結果になったものと推察される。

9. 参考文献…1) 岸谷孝一、中性化速度式、コンクリート構造物の耐久性シリーズ「中性化」、技報堂出版、1990年、p36

2) 植木博、都市内高速道路の鉄筋コンクリート高欄の現況、土木学会第45回学術講演会概要集、平成2年9月、pp472、473

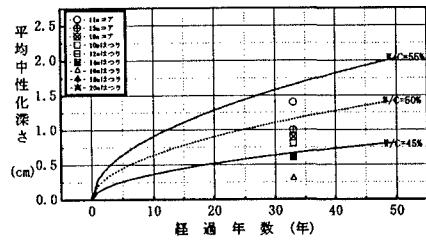


図4 材齢と中性化深さとの関係

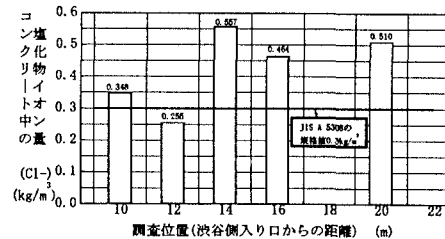


図5 調査位置と塩化物イオンとの関係

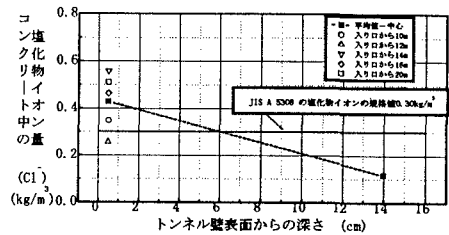


図6 表面からの深さと塩化物イオンとの関係

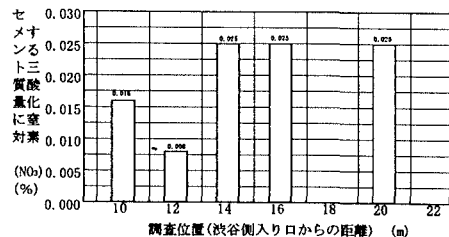


図8 調査位置と三酸化窒素との関係