

セグメントの耐久性評価試験

鉄道総合技術研究所 正会員 ○小松 治朗, 津野 究, 仲山 貴司, 牛田 貴士
安藤・間 福留 和人, 粥川 幸司

1. はじめに

鉄道のシールドトンネルの多くは供用開始から20~30年経過しており, 山岳トンネルや開削トンネルと同様な維持管理が重要視されはじめています. 一般的な鉄筋コンクリート構造物では, 鉄筋の腐食による部材の性能低下を測定する方法は「電食による腐食促進試験」が用いられているが, セグメントは継手を有する複雑な形状であるため, 一意的に適用することができない.

そこで本研究は, 「塩水噴霧による腐食促進試験」により, セグメント及び継手を同時に促進劣化させる方法を検証するとともに, 2点曲げ試験を実施したので, その結果を報告する.

2. 耐久性評価試験の手順

(1) 供試体

供試体は図-1のような2つのセグメント本体と継手から構成される. セグメント本体は鉄筋コンクリートであり, 普通PCで設計基準強度

(24N/mm²), W/C (50%) である. また, 継手のボルトボックスは, 下水道管シールドトンネル (外径 4.5m)

のものを準用した. 供試体は計3体作製した. 写真-1にセグメント供試体を示す.

(2) 塩水噴霧による腐食促進

図-2に塩水噴霧方法を示す. 供試体作製後, 28日水中養生した後, 2体は噴霧室内で塩水によって劣化させ, 1体は噴霧室外に置いて気中養生状態となるように設定した. 噴霧開始から約1カ月及び2カ月後に噴霧室内から取り出している. 写真-2に噴霧室を示す.

(3) 2点曲げ載荷試験

載荷自体は単調載荷とした. 支点間距離を1100mm, 載荷点離れ300mm確保した状態で行った. 写真-3に曲げ載荷試験状況を示す.

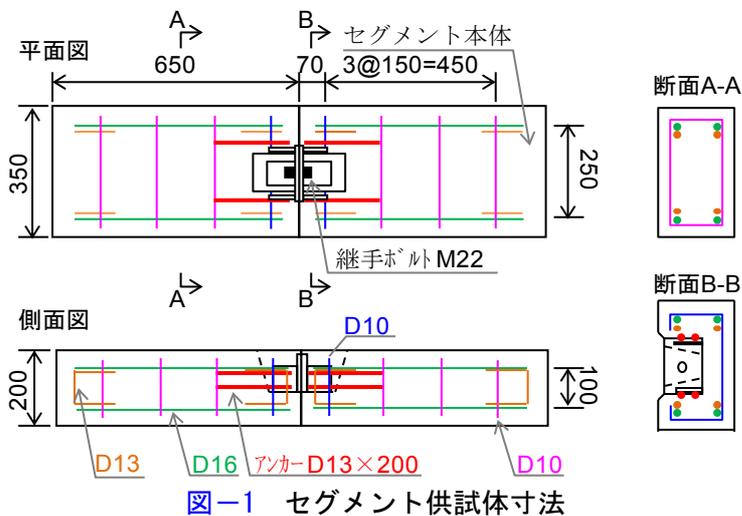


図-1 セグメント供試体寸法

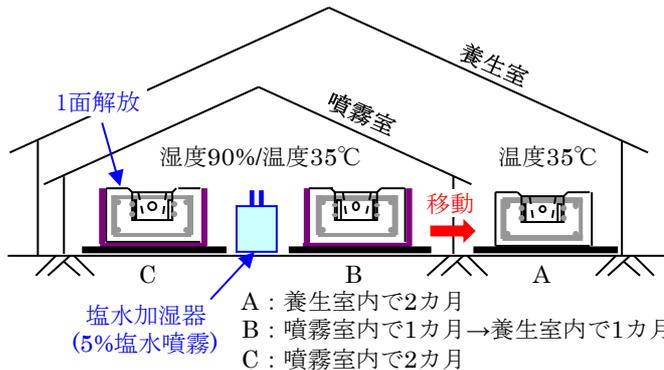


図-2 塩水噴霧方法

写真-1 セグメント供試体

写真-2 噴霧室

写真-3 曲げ載荷試験状況

キーワード シールドトンネル, 維持管理, 耐久性, 促進試験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 鉄道総合技術研究所 トンネル研究室 042-573-7266

3. 塩水噴霧による腐食促進結果

図-3 に塩化物イオン濃度の浸透深さのグラフを示す。図-3には、約1カ月、2カ月塩水噴霧した試験体から採取した測定データ、Fick 則によるフィッティング及び拡散係数を記載している。鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物¹⁾

(以下 RC 標準)では、塩化物イオン濃度の制限値が 1.2kg/m^3 とされている。今回行った試験結果では、噴霧期間1, 2カ月のケース共に深さ20mmで制限値を超える結果となっている。また著者らの事例調査によれば平均拡散係数は $59\text{mm}^2/\text{年}$ ²⁾ であるのに対して、本実験の拡散係数は約4~6倍であり、鉄筋位置で 1.2kg/m^3 となる期間は約17倍に促進されると換算できる。写真-4~6 に塩水噴霧無し、塩水噴霧によって劣化させた継手板の試験結果を示す。各ケース、供試体作製前、曲げ載荷試験後に解体した継手板の重量を図っており、腐食量を算出した。表-1 に各ケースの腐食量、腐食速度を示す。また、鉄道構造物等維持管理標準・同解説コンクリート構造物³⁾ (以下 RC 維持管理標準) から鉄筋腐食速度を算出したのでその結果も示す。表-1 より、腐食速度について一般的な速度に比べて約15~22倍速くなっている。以上より、今回行った塩水噴霧による劣化試験は、RC 標準、RC 維持管理標準に記載及び、事例調査結果と比べて劣化速度を大きく再現できる事が言える。

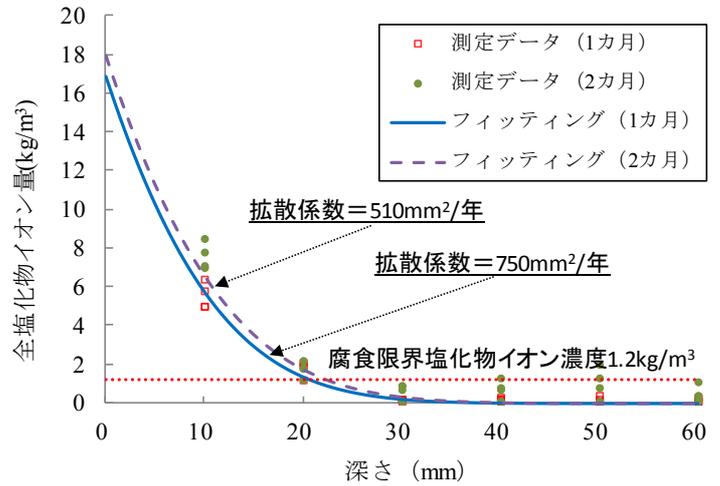


図-3 塩化物イオン濃度浸透深さ

表-1 鋼材腐食速度表

ケース	継手露出面積	腐食量	腐食速度
	mm ²	g	g/mm ² ・年
1カ月噴霧	3,418	14.3	0.034
2カ月噴霧		16.4	0.023
RC維持管理標準参照			0.002



写真-4 塩水噴霧無し



写真-5 約1カ月噴霧



写真-6 約2カ月噴霧

4. 2点曲げ載荷試験結果

曲げ載荷試験の状況を写真-7~8 に示す。本試験の写真-5~6 に示す腐食程度では、変形性能、終局耐力の差異がないことが明らかになった。

5. まとめ

以上の結果から、塩水噴霧による腐食促進の有効性を示すとともに、本試験の腐食



写真-7 試験状況①



写真-8 試験状況②

程度では、変形性能、終局耐力が低下しないことが明らかになった。今後は、2点曲げ載荷試験の性能規定の観点で整理するとともに、さらに長期間の試験を実施して劣化に伴う力学挙動の把握を行っていく。

参考文献

- 1) (公財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物，(財) 研友社，2004.4
- 2) 牛田，仲山，津野，焼田：鉄道開削トンネルの材料劣化に関する事例調査，第68回年次学術講演会概要集(投稿中) 2013
- 3) (公財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説コンクリート構造物，(財) 研友社，2007.1