

付着した窒素酸化物がRC道路橋の耐久性に及ぼす影響評価

東京大学大学院 学生会員 白勢 和道
 (財)首都高速道路技術センター 正会員 渡部 聡子
 東京大学生産技術研究所 フェロー会員 魚本 健人

1.背景と目的

コンクリート構造物は、メンテナンスフリーとして施工時の品質を維持し続けると考えられてきたが、早期劣化が発生している状況が数多く存在する。その中で道路橋は交通量の増大に伴う様々な外部の影響を受け、特に壁高欄のコンクリート表面は走行側表面の劣化が激しくなっている。壁高欄は厚さが薄い割には高さがあり、施工面の品質確保が困難であると同時に、路面凍結防止剤の散布・排気ガスによる酸性物質の降下など厳しい環境にある。本実験では、排気ガスに含まれる物質の一つである窒素酸化物による影響を、交通量が多く、排気ガスが多く存在する環境で長期供用された実構造物及びモルタル供試体を用いて評価・検討を行なった。

2.実験方法

実験対象を表1に示す。実構造物は交通量の多い首都高速湾岸線舞浜入口を増設する際に撤去され、外側が南側に面した壁高欄で、外観調査・中性化深さ・硝酸イオン(NO_3^-)濃度を測定した。モルタル供試体は実環境に近い状況での窒素酸化物のセメントへの影響を見る為、表2の方法で炭酸化試験を行ない、炭酸化させた供試体、させない供試体をそれぞれ3ヶ月間(12週)の硝酸水にpH5を基準にして、pH3, 5, 7の3種類、表2の方法で浸漬させ、浸漬促進試験を行なった。また供試体の重量及び外径増減率、圧縮強度、 NO_3^- 濃度を測定し、窒素酸化物による影響について考察した。

3.実験結果と考察

3.1 実構造物による測定

1) 観調査及び、中性化深さ

外観調査の結果、写真1のように走行側の表面は粗く、骨材が露出しており、ペーストが約4mm程度欠損していた。中性化深さは表4のように走行側表面の方が外側より小さい。しかし、表面欠損4mmも走行側の中性化部分と見なせば、中性化深さは走行側の方が大きい。通常は南側に面していた外側の中性化深さの方が大きい事から考えても走行側は外側より中性化が進行している事が推察できる。

表1 実験対象

実構造物	供試体
昭和53年施工 首都高速湾岸線 舞浜入口付近 壁高欄	モルタル W/C40・55・70% 5×10cm 円柱供試体 126パターン 378本

表2 炭酸化促進 酸性溶液浸漬試験方法

試験項目	方法
炭酸化促進試験	40 CO ₂ 濃度10% R.H60% 2週間
酸性浸漬試験	常時浸漬(温度20)
乾湿繰り返し試験	浸漬期間 :1日(温度20) 乾燥期間 :6日(温度20 ,湿度60%) 合計7日間 1サイクル

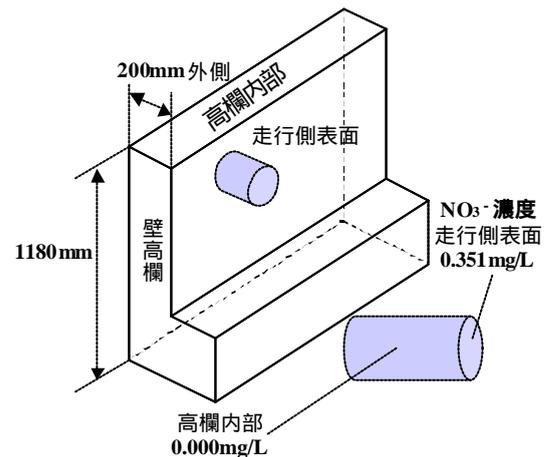


図1 壁高欄の見取り図及び NO_3^- 濃度

表3 高欄の中性化深さの変化

	中性化深さ(mm)			平均(mm)
	外側	走行側	高欄内部	
外側	14.14	14.20	15.20	14.51
走行側	13.28	11.00	12.95	12.41

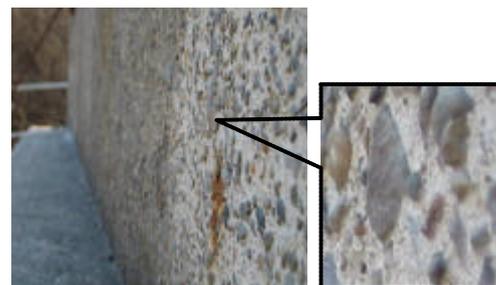


写真1 壁高欄走行側 表面及び拡大図

キーワード：コンクリート，RC道路橋，酸性劣化，硝酸イオン

連絡先：〒155-0033 東京都目黒区駒場4-6-1 Tel 03-5452-6098

2) NO₃⁻濃度

図1より高欄内部にはNO₃⁻が定量されなかったが、走行側表面部分にはNO₃⁻が検出された。このことからNO₃⁻が走行側表面部の欠損しており、中性化の一要因であると推察される。

3.2 モルタル供試体による実験

1) 外観調査及び中性化深さ

写真2は供試体55C3の浸漬12週を写したものである。左側の供試体全体写真では上端から骨材が露出し、実構造物と同様な表面欠損が生じている。右側の色の濃い部分は未中性化部分を示しており、炭酸化促進試験による中性化が発生している事が見てとれる。図2のように同一pHでは、W/Cが大きくなると、中性化深さが大きくなった。しかし、浸漬方法による中性化深さの増加は見られなかった。

2) 圧縮強度

pH3炭酸化促進有の場合における、W/Cによる圧縮強度変化を図3に示す。ここではW/Cの違いによる強度の変化が現れた。しかし、各浸漬期間における強度の変化はW/Cに関係なく同じ傾向を示しており、浸漬8週までは強度は増加傾向にあるが、12週になると大きく低下している。これは硝酸の長期間浸漬によって、表面部分が劣化・欠損した為、強度が低下したと推察できる。

3) NO₃⁻濃度

モルタル供試体55CのpH別のNO₃⁻濃度を図4に示す。図4より硝酸の浸漬期間が短いとNO₃⁻濃度はほとんど検出できない。しかし、浸漬期間が長くなれば、NO₃⁻濃度は増加する。一方で、図2からわかるようにNO₃⁻濃度が増加しても中性化の進行に及ぼす影響は少ない。これは内部に浸透しているNO₃⁻量がコンクリート中のCa(OH)₂中のCa⁺量より極めて小さい為だと考察できる。

4.まとめ

高欄の外観調査から、壁高欄走行側表面はペースト部分が欠損し、骨材が露出していた。

高欄の中性化深さ、NO₃⁻濃度から南側に面した高欄外側の中性化深さが大きくなると予想されたが、実際は走行側の中性化深さが大きく、走行側表面にはNO₃⁻も検出された。

モルタルの外観調査・NO₃⁻濃度から、実構造物と同様に表面部分が欠損し砂分が露出しており、NO₃⁻も検出された。

長期間浸漬をするとモルタルの中性化部分、未中性化部分ともにNO₃⁻が検出されたが、中性化への影響は小さい。

道路橋高欄の表面欠損の一要因としてNO_xの影響が考えられる。

参考文献

- 1) 河内博：酸性沈着物によるコンクリート構造物の劣化，材料と環境 p690 - p697(1995)
- 2) 小林一輔 宇野祐一 森弥広 酸性雨の影響を受けたコンクリート中の窒素含有量の分析 No.571/V36 p221-224



写真2 55C3の外観・中性化

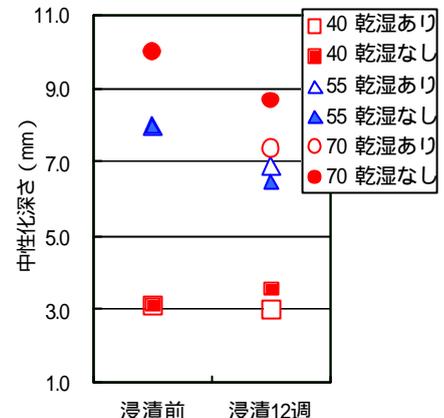


図2 浸漬期間における中性化深さ pH5 炭酸化促進有 W/C別

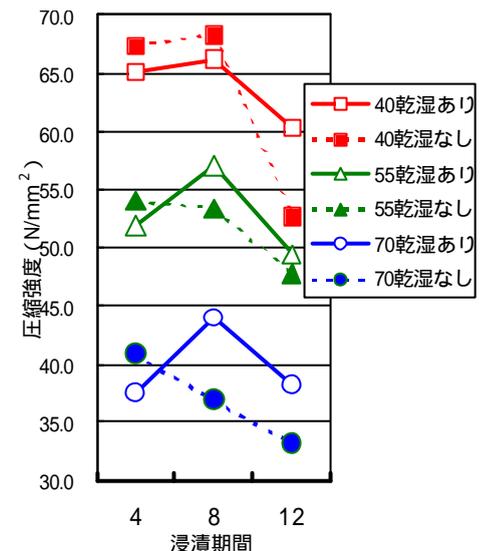


図3 浸漬させたコンクリートの圧縮強度 pH3 炭酸化促進有 W/C別

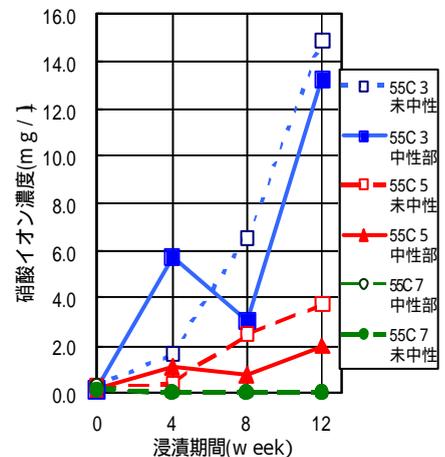


図4: モルタル内のNO₃⁻濃度 W/C55% 乾湿繰り返し無し