

2 4 年間都市内湾岸部で供用された鉄筋コンクリート壁高欄の特性試験

○首都高速道路公団

正会員 津田 誠

首都高速道路技術センター 正会員 青木 聡

1. はじめに

首都高速道路の鉄筋コンクリート構造物は、排気ガスや凍結防止剤(塩化カルシウム)によって厳しい状況にさらされている。建設後24年間経過した当該調査箇所は、埋立て地に位置しており、海岸部から飛散してくる塩分や路線上大型車混入率が高く、これによる影響が他路線より予測された。高速道路への入口の新設に伴い撤去された高欄を用い、コンクリートコアの採取を行って中性化の状況、圧縮強度およびコンクリートの化学分析等の試験調査した結果を報告する。なお、当該高欄は高架部に設置されており、南側に面し日当たりが良好で東京湾から約600mの距離にある。

2. 調査構造物

高欄断面を図1に、調査高欄の諸元を表1に示す。

表1 対象高欄の諸元

しゅん功年月	昭和52年7月
供用年月	昭和53年1月
設計基準強度	$\sigma_{CK}=300\text{kgf/cm}^2$
使用セメント	普通ポルトランドセメント
最大粗骨材寸法	25mm
スランプ	$8 \pm 2.5\text{cm}$
空気量	$4 \pm 1\%$
使用鉄筋径	D13, D19, D22
鉄筋かぶり厚	高欄の内側, 外側ともに30mm
配筋状態	主鉄筋, 帯鉄筋とも約100mm間隔
撤去年月	平成13年5月(舞浜入口設置のため)
撤去時の交通量	61,000台/日

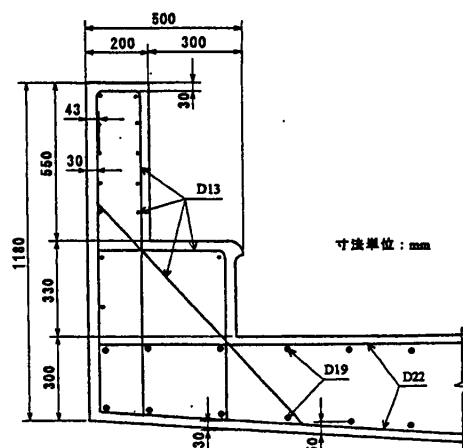


図1 対象高欄断面図

表2 配合推定結果

	千葉側 上段	東京側 中段	中央部 下段
表乾単位容積質量(kg/m^3)	2303	2239	2303
見掛け空気量(%)	4.8	7.3	5.0
単位水量(kg/m^3)	171	166	165
単位セメント量(kg/m^3)	307	271	283
表乾単位骨材量(kg/m^3)	1786	1762	1815
水セメント比(%)	56	61	58

3. 結果と考察

(1) 配合推定

表2に配合推定の結果を示す。東京側中段部の見掛け空気量が7.3%と多く、単位体積質量も軽かった。これらより、後述する中性化深さに対して特徴的な結果を得た。同一高欄で空気量や単位体積質量が異なっているの理由は施工時の締固めの差異と考えられる。

(1) 圧縮強度

表2に圧縮強度用供試体の試験結果を示す。中性化深さおよび配合推定結果が正常な千葉側上段コアの圧縮強度は設計基準強度を下回り、他のコアに比較しても低い値となった。

(2) 中性化深さ

図2から採取位置別の中性化深さは、どの箇所においても、配合推定により求めた水セメント比とそれに対する岸谷式の値とでは、若干小さめではあるが概ね一致した。値が小さい理由として、高欄表面に付着した排気ガス中に含まれる、 SO_x や NO_x が雨水と反応して酸になり高欄表面を侵食し、見掛けの中性化深さが小さくなったのではと思われる。図3から単

表3 圧縮強度試験結果

	圧縮強度 (N/mm^2)	水セメント比(%)
千葉側上段	26.6	56
東京側中段	31.3	61
中央部下段	31.5	58

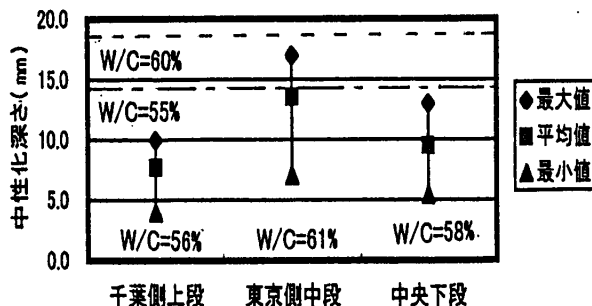


図2 採取位置別中性化深さ

位セメント量が少ないほど中性化深さが大きいという有意な相関関係が見られた。

(3) 炭酸カルシウムと水酸化カルシウムの含有率

図4にカルシウム化合物の示差熱分析結果を示す。いずれのコアも最縁端部第1層目の水酸化カルシウム含有率は本分析方法の検出限界以下であったため、含有率を0%とした。

前述の中性化深さ位置の前後においてそれぞれ炭酸カルシウム含有率と水酸化カルシウム含有率は急激な変化が見られた。これより、中性化とカルシウム化合物とに密接な関係があることが解った。

(4) 全塩化物イオン含有率

図5, 6に全塩化物イオン含有率の分析結果を示す。両方の図とも縁端部から1~2mmでは塩化物イオン含有率が増大しているなど傾向はほぼ同じである。しかし、東京側下段内側の塩化物イオン含有率の値は極端に大きく、さらにピーク位置が深部に移動している傾向が見られた。さらに、この移動している範囲と前述の中性化位置とがほぼ一致した。これは塩化物イオンが中性化領域から非中性化領域へとコンクリート内部の細孔を移動し、その結果それらが濃縮したものと考えられる。東京側下段部の内側の値が大きいのは車道に散布された凍結防止剤が通行車両によって高欄に跳ね上げられたためと思われる。

4. まとめ

①中性化深さは岸谷式よりは若干小さい値を示したが、どの水セメント比の場合でも概ね一致した。②圧縮強度は一部で設計基準強度より低い箇所があったが全般的には良好な強度であった。③コンクリート縁端部の中性化深さとそれぞれに対応する炭酸カルシウム含有率および水酸化カルシウム含有率とはほぼ整合していた。④塩化物イオンがコンクリート中の細孔を通り中性化領域から非中性化領域に移動し蓄積していることが判明した。

これらより、中性化とカルシウム化合物含有量および塩化物イオンの移動とに密接な関係があることが判明した。

今後は中性化と塩化物イオンの移動に着目して追加調査を行い、合わせて解析によりこれら現象をシミュレーションしていきたいと考えている。

5. 謝辞

本調査にあたりご協力いただいた株式会社太平洋コンサルタントの皆様に深く感謝いたします。

キーワード 高速道路 中性化 カルシウム化合物 塩化物イオン

連絡先 東京都江東区木場6-1-1 ☎ 03-3646-1238 FAX3647-2885

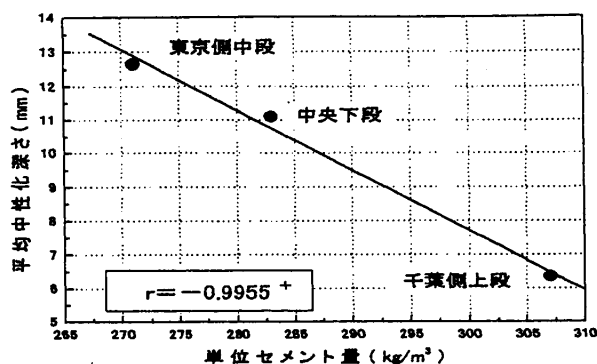


図3 中性化深さと単位セメント量

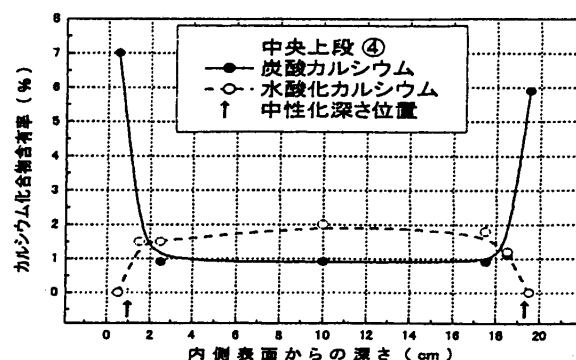


図4 カルシウム化合物含有量分布図

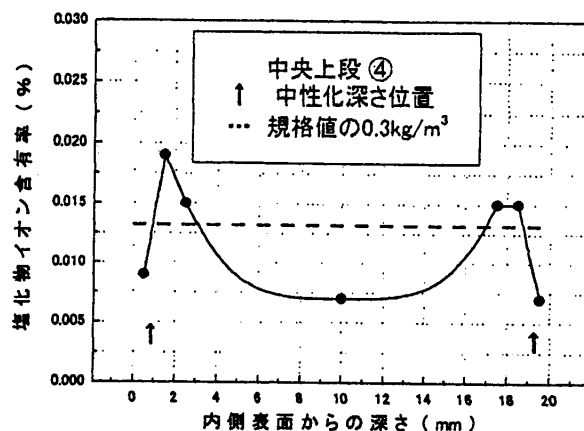


図5 塩化物イオン含有率分布図(中央上段)

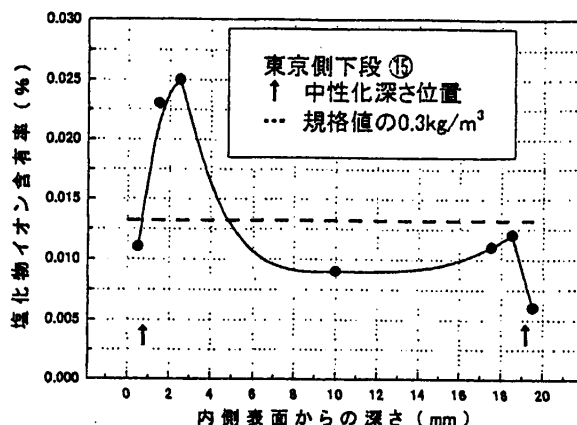


図6 塩化物イオン含有率分布図(東京側下段)