

既設鉄道 RC 高架橋柱の部位による中性化のばらつきに関する一考察

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 ○松橋 宏治 鉄道総研 正会員 谷村 幸裕
 鉄道総研 正会員 曾我部 正道 JR 四国 正会員 宇野 匡和

1. はじめに

コンクリートの中性化は、構造物や部材・部位のおかれた環境条件や、材料品質の影響を受けることが知られており¹⁾、RC 構造物の耐久性照査にその影響が考慮されている²⁾。本論文では、既設鉄道 RC 高架橋の柱部材全体に対する極めて詳細な調査結果を基に、中性化の部位によるばらつきについて考察した。

2. 構造物調査

2.1 対象構造物

構造物調査は、図 1 に示す形状寸法を有する、建設後 40 年が経過した鉄道 RC ラーメン高架橋の柱を対象とした。対象構造物のコンクリートは、設計基準強度 $f_{ck}=24\text{N/mm}^2$ 、粗骨材最大寸法 $d_{max}=25\text{mm}$ を設計条件とし、配合は最大水セメント比 $W/C=50\%$ 、単位セメント量 $C=336\text{kg/m}^3$ であったことのみが明らかとなっている。また構造物の立地は、海岸線から数 km 離れた市街地で、構造物のおかれた環境条件としては一般の環境²⁾に区分される。また、併せて実施した調査の結果、対象構造物のコンクリート含有塩化物イオン量は $0.1\sim 0.3\text{kg/m}^3$ と小さく、鉄筋のかぶりも十分確保されていた。

2.2 調査方法

(1) 中性化深さ

中性化深さは、柱の表面を幅 300mm で全スパンに亘って施したはつり面に、フェノールフタレイン 1% 溶液を噴霧し、100mm 間隔でノギスにより測定した。この

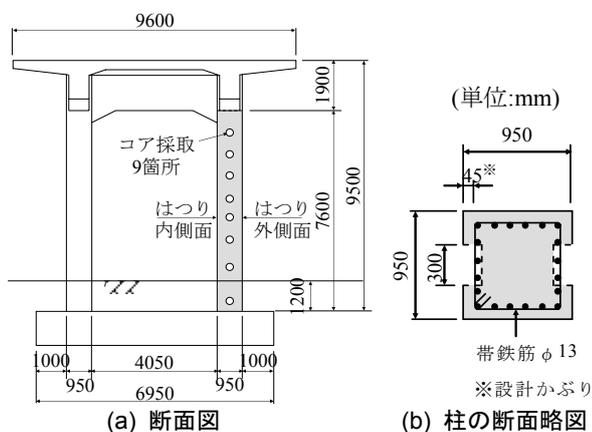


図 1 調査対象構造物の形状・寸法

方法により、図 1 に示すように高架橋の内側面と外側面の 2 面に対し測定した。

(2) コンクリートの圧縮強度

コンクリートの圧縮強度は、図 1 に示すように高さ方向に 500~600mm 間隔で採取したコア ($\phi 100\text{mm}$) の圧縮強度試験 (JIS A1107) により測定した。

3. 調査結果

表 1 に、各測定面における中性化深さの測定結果のまとめを示す。内外側面の中性化深さの最小値は 2.6 および 0.6mm、最大値は 26.7 および 27.2mm、平均値は 15.1 および 9.9mm で、最大値は内外側面で同等であるが最小値および平均値は内側面の方が大きかった。また、表 2 に、コアの圧縮強度試験結果のまとめを示す。

表 1 中性化深さ測定結果のまとめ(mm)

	内側面	外側面
最小値	2.3	0.6
最大値	26.7	26.2
平均値	15.1	9.9

表 2 コアの圧縮強度試験結果のまとめ

	圧縮強度 $f_c(\text{N/mm}^2)$	静弾性係数 $E_c(\text{kN/mm}^2)$
最大値	52.2	32.7
最小値	22.2	23.3
平均値	35.7	27.4
変動係数	0.23	0.12

4. 考察

(1) 高さ方向の中性化分布

図 2 に、中性化深さの柱高さ方向の分布について示す。図 2 より、柱下部の中性化深さが小さく、上部の打継目付近で大きくなる傾向が見られる。この傾向は、ドリル法を主体とした既往の研究³⁾の調査結果と同様で、高さ方向の材料品質の変化による影響と考えられる。ただし、図 2 では高さ 4000mm 付近で中性化深さの分布が不連続となっている箇所が見られるが、これは、作業効率の都合で下部でははつり作業に乾式コンクリートカッターを併用する方法に変更しており、はつり方法の違いが影響した可能性が考えられる。また、図 2(a)より内側面の地中部で中性化深さが急激に増加

キーワード 中性化、鉄道高架橋、既設構造物調査

連絡先 〒163-0730 東京都新宿区西新宿 2-7-1 パシフィックコンサルタンツ(株) 鉄道部 TEL 03-3344-0594

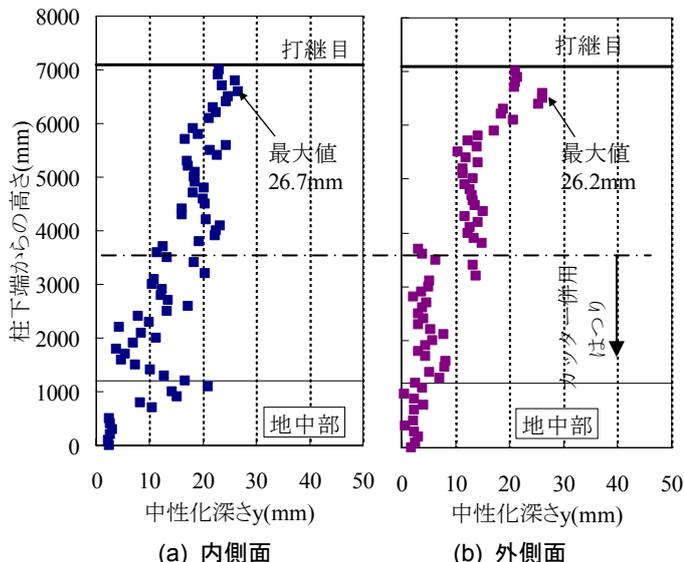


図 2 中性化深さの柱高さ方向分布

している原因については明らかに出来なかった。

図 3 には、コンクリート圧縮強度の柱高さ方向分布を示したが、柱下端で強度が最大となり、上部の打継目直下で最小値が得られている。これらの結果に基づき、図 4 に同一高さにおけるコンクリートの圧縮強度と中性化深さの関係を示した。図 4 より、両者の間にはほぼ線形に近い関係が認められ、内側面でより高い相関が見られる。

(2) 柱面の方向による相違

図 5 には、柱を高さ方向に 1000mm 間隔で区切り、その範囲毎の平均中性化深さを測定面別に示す。何れの柱高さの範囲においても、降雨の影響を受け難く、比較的乾燥しやすい環境と考えられる内側面の中性化深さが、外側面よりも大きくなっている。また、柱上部の高さ 6000 ~ 7000mm の範囲では両者に差はほとんど無いが、これは柱上部では外側面も張出しスラブにより降雨が遮られ、内側面の乾燥程度と差がなくなるためと考えられる。図 2(b)より、外側面の中性化深さは 5500mm 付近より上方で、内側面と同様に急激に増加しているが、下方ではほぼ一定値で推移しており、内側面とは異なる

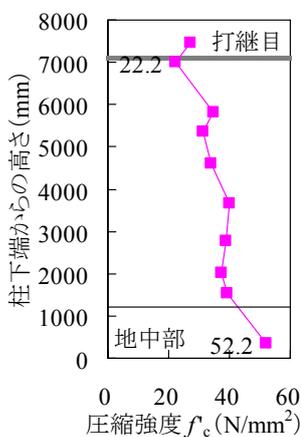


図 3 コンクリート圧縮強度の柱高さ方向分布

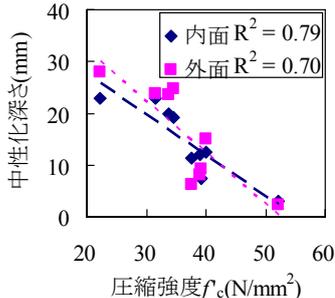


図 4 中性化深さとコンクリート圧縮強度との関係

る分布となっている。このことから、本調査の対象構造物において、柱下端から高さ 5500mm 付近より上方は、降雨による影響を受けにくい部位であると推察される。

次に、乾燥の程度が中性化速度に及ぼす影響について、図 6 に同一柱高さにおける内外側面の中性化深さの関係を示した。図 6 において、前述の理由により乾燥程度が同程度と考えられる高さ 6000 ~ 7000mm のデータと、地中部に位置する高さ 0 ~ 1000mm のデータを除外して、最小二乗法により線形回帰を行った。この結果、内面の中性化深さは外面に比べて平均で 1.61 倍大きい結果となった。

5. まとめ

以下に、本研究で得られた知見についてまとめる。

- (1) 柱高さ方向の中性化分布に及ぼす材料品質の影響について、柱の同一高さにおけるコンクリート強度と中性化深さを比較した結果、両者の間にはほぼ線形の関係が認められ、柱の内側面においてより高い相関が見られた。
- (2) 乾燥の程度が異なると考えられる柱の内外側面で中性化深さを比較した結果、比較的乾燥しやすい環境と考えられる柱内側面の中性化深さは、平均で外側面の 1.61 倍であった。

ただし、これらは限定された 1 部材に対する調査結果に基づくものであるため、より詳細には今後更にデータを蓄積する必要がある。

参考文献

- 1) 岸谷他: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, 1986.
- 2) 土木学会:2007 年制定コンクリート標準示方書 設計編, 2008.
- 3) 谷村他:鉄道 RC ラーメン高架橋の中性化に関する耐久性照査法の適用に関する研究, 土木学会論文集, No.760/V-63, pp147-157, 2004.5

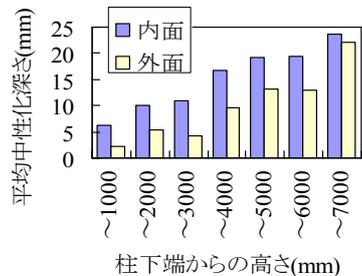


図 5 柱高さ毎の平均中性化深さ

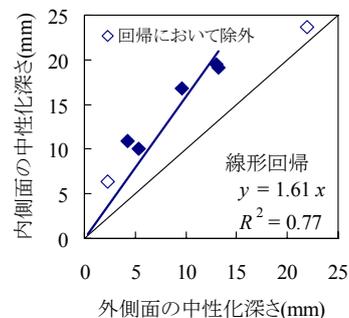


図 6 内外側面の中性化深さの比較