

V-222

RCラーメン鉄道高架橋の健全度調査

鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 宮本 征夫

鉄道総合技術研究所 正会員 佐藤 勉

東海旅客鉄道（株） 正会員 宮内 政信

1. まえがき

鉄道における鉄筋コンクリート（以下RCと略記）高架橋の歴史は古く、最初のものとしては1919年に竣工した中央線東京－万世橋間のアーチおよび単純スラブ桁が知られる。現在では、経済性、設計の合理性等の観点から、一般にラーメン高架橋が多用され、新幹線、在来線用に標準設計も用意されている。近年、コンクリート構造物の耐久性に関する問題の提起がなされ、鉄道構造物においても、荷重の繰返し条件、環境条件等厳しい使われ方をしているものも少なくないことから、今回、J R・A線区において、建設後25年以上経過して供用中のRCラーメン高架橋をとりあげて、健全度に関する総合的な調査を行った。本稿は、これらの調査結果ならびに若干の考察結果を報告するものである。

2. 調査の概要

調査構造物は次の特色を持つ。すなわち、①RCラーメン高架橋はA線区全体のコンクリート構造物のうち延長Kmで約70%を占める構造形式である。②施工は1961-1964年に集中して行われているので、コンクリートの材令が品質に及ぼす影響はほぼ同一と見られる。③鉄筋はSS41（直径13mm以下、SR24相当）、SSD49（直径16mm以上、SD30A相当）が使用され、大都市付近では生コンクリートが用いられている。

調査高架橋として表-1に示す項目に着目して30橋を選定し、次の調査を行った。

- (1)外観調査：ひびわれ、ジャンカ等を目視観察し、展開図に記録する。主要なひびわれ幅を測定する。
- (2)かぶり：縦梁下面、中間スラブ下面、張り出しスラブ上下面をはつり出して鉄筋のかぶりを測定する。
- (3)中性化深さ：かぶり測定箇所のコンクリートの中性化深さをフェノールフタレン法により測定する。
- (4)鉄筋の腐食程度：はつり出した鉄筋の腐食状況を観察する。
- (5)コンクリートの品質：スラブ下面、縦梁下面、柱側面のシュミットハンマーによるコンクリートの圧縮強度ならびに横梁端部から採取したコアを用いた各種品質試験を行う。

- (6)鉄筋のひずみ：列車走行時の中間スラブ下面の線路直角方向鉄筋

および縦梁の線路方向鉄筋のひずみを測定する。

- (7)車両の輪重：列車走行時のレール面における輪重を測定する。

表-1 ラーメン高架橋の選定項目

構造	標準タイプ、異断面タイプ、壁式タイプ
地盤	普通地盤、軟弱地盤
変状	健全高架橋（顕著なひびわれ等のない健全な高架橋） 変状高架橋（鉄筋露出、剝離、顕著なひびわれ等の発生している箇所及び補修履歴のある高架橋）

3. 調査結果と考察

外観調査に見られるひびわれ等の部位別の変状発生数を図-1に示す。

ひびわれは縦梁より横梁に多い。鉄筋の露出等の施工不良は張出スラブに多く見られる。ジャンカ、エフロレッセンス等は比較的少ない。

耐久性については次のように言える。①鉄筋のかぶりについては（表-2）大部分は設計値を満足しているが、一部これを下まわるものがある。②中性化深さ（図-2）は岸谷式による計算値1.86cm（経年25年、W/C60%と仮定）以下が大部分であるが、D地区にはこれを超えるものがある。

③シュミットハンマーによるコンクリートの圧縮強度推定値（図-3）は、地区別にはD地区が、部位別には柱側面の値が小さい。④採取コアの品質分析結果（表-3）によると、圧縮強度はシュミットハンマーによる値より40-80%大きく

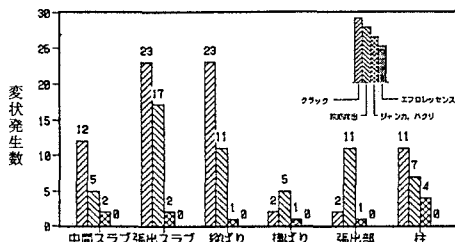


図-1 部位別の変状発生数

表-3 コンクリートの品質試験結果

調査項目	A地区	B地区	C地区	D地区
単位重量 (t/m^3)	2.35	2.40	2.31	2.28
圧縮強度 (kg/cm^2)	456 (248)	382 (215)	327 (197)	255 (184)
弾性係数 ($\times 10^{-4} kg/cm^2$)	3.07	2.62	2.36	1.89
中性化深さ (mm)	14.2	16.5	10.4	25.3
塩分含有率 (kg/cm^3)	0.330	0.088	0.110	0.154
配合				
セメント	10.9	11.2	10.2	11.0
骨材	82.5	82.0	83.0	81.0
水	6.6	6.8	6.8	8.1

※ () 内の数字はシュミットハンマーによる圧縮強度

表-2 鉄筋のかぶり調査結果 (単位: セット)

かぶり深さ 測定部位	設計 深さ	25mm 以下	25mm ~30mm	30mm ~40mm	40mm ~50mm	50mm 以上
床版スラブ下面	25mm	6	7	13	2	2
縦梁の下面	40mm	1	0	2	3	24

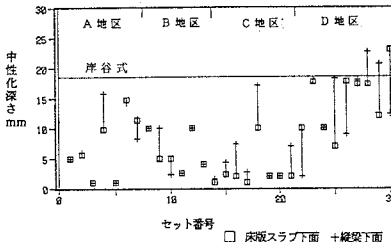


図-2 中性化深さの地区別変動

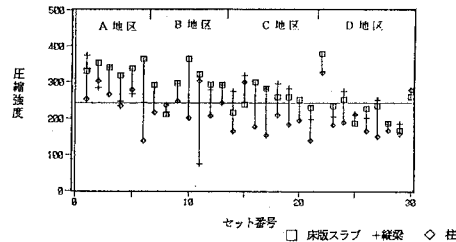


図-3 シュミットハンマーによるコンクリート圧縮強度推定値

なっているほか、D地区のコンクリートの品質が他地区より低下しているのが分かる。⑤鉄筋の腐食については、29セットの高架橋については建設当初の状態が保たれていたが、1セットについてスラブ下面および縦梁下面の鉄筋の表面が全体に腐食し

ていた。⑥張出スラブ上面の道床を除去してコンクリート面を露出させ、かつ鉄筋をはつり出して、ひびわれ、コンクリートの中性化、鉄筋の腐食を調べたところ、異常は見られなかった。

荷力の検討データとして、縦梁における死荷重と活荷重の組み合わせ時の鉄筋の発生応力度の想定値を図-4に示す。図-4で異径間ラーメンの場合に許容応力度を超えている。これは死荷重の増加の影響が標準ラーメンよりも顕著に現われるためと考えられる。スラブについては、縦梁で単純支持される連続梁として解析された壁式ラーメンを除いては許容応力度を超えていない。

耐疲労性については、縦梁の支間中央における軸方向鉄筋およびスラブの支間中央における線路直角方向の鉄筋について、100年間の実列車を走行させる場合の検討を行った。その結果、平均道床厚の場合、縦梁およびスラブの鉄筋の計算応力度は疲労による許容応力度以下となり、鉄筋の疲労安全度は確保されている。

4. まとめ

A線区のラーメン高架橋の健全度調査の結果、次のことが言える。①耐久性については、中性化の進行あるいは鉄筋の腐食を生じているものがあるものの全体とすると健全性が保たれている。②耐力については、道床厚が大きいところでは許容応力をわずかに超えているものの、実働応力比を考慮するとすべて許容応力度以下におさまり問題はない。③耐疲労性については現状では問題がない。

以上のことから、A線区のラーメン高架橋の健全度は現時点では大きな問題はないと考えられるが、中性化の進行や腐食が見られる一部の高架橋については監視の強化に努めるとともに、道床厚に代表される版上死荷重の増加については十分なチェックが必要と考えられる。

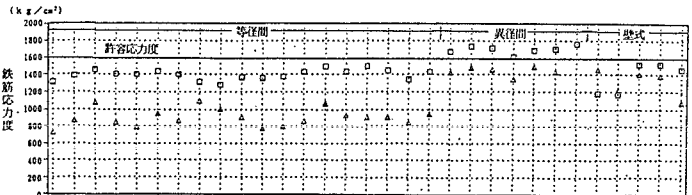


図-4 縦梁の想定鉄筋応力度と許容応力度の比較