

V-390 鉄骨鉄筋コンクリートラーメン高架橋の曲げひび割れ性状

東海旅客鉄道 正会員 平永 佐知子
 鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 忠朋
 鉄道総合技術研究所 正会員 谷村 幸裕

1. はじめに

鉄骨鉄筋コンクリート（以下SRC）構造は、鉄筋コンクリート構造等に比べ断面寸法を小さくできるなどの長所を有していることから、鉄道構造物におけるラーメン高架橋にも用いられている。しかしSRC構造は、鋼とコンクリートの付着強度が鉄筋とコンクリートのそれと比べて劣る等の要因により、発生するひび割れの幅が大きくなる傾向にあるので、その対策が課題となる場合もある。

ここでは、実際のSRCラーメン高架橋を対象にひび割れ調査を行ったところ、設計及び施工段階で適切な対策を施すことによりひび割れを制御できるとの結果を得たので、以下にその調査概要と結果を報告する。

2. ひび割れ調査の概要

調査対象構造物は、東海道本線岐阜駅付近高架化工事にて施工したラーメン高架橋（略称：R205）である（図-1参照）。このR205は二期に分けて施工したが、施工時期は一期施工が平成2年から3年にかけて、二期施工が平成6年であった。ひび割れ調査の実施時期は、一期施工部分が平成5年12月、二期施工部分が平成7年4月であった。調査は目視によりクラックスケールを用いて実施した。

3. 調査結果及び考察

3.1 調査結果及び考察（一期施工）

調査の結果、梁のスパン中央付近下面に曲げひび割れの発生が認められた。また、橋軸直角方向の梁よりも橋軸方向の梁の方が顕著であった。この橋軸方向の梁（図-1のL1,L2）における調査結果を表-1に示す。なお設計段階でのひび割れ検討は、SRC設計指針¹⁾に基づき鋼材に作用する引張応力度を制限する方法で行われていた。

ここで、SRC部材のひび割れ性状も鉄筋コンクリート（以下RC）部材と同様に鉄筋の配置間隔、かぶり、径等による影響を受けると考え³⁾、梁下面のコンクリート表面に最も近い鉄筋の配置に着目し、RC標準²⁾に準じて曲げひび割れ幅の検討を行った。まず死荷重作用時に全断面有効としたときのコンクリートの縁引張応力度は部材寸法の影響を考慮した設計曲げ強度を上回っていた（表-2）。そこで、次式で得られるひび割れ幅の計算値と実測値の比較を行った。

$$\omega = k_s \cdot \{4c + 0.7(c_s - \phi)\} \cdot \{\sigma_{se}/E_s + \epsilon_r'\} \quad \text{式(1)}$$

ここに ω : コンクリートの曲げひび割れ幅の算定値、 k_s : 鋼材の

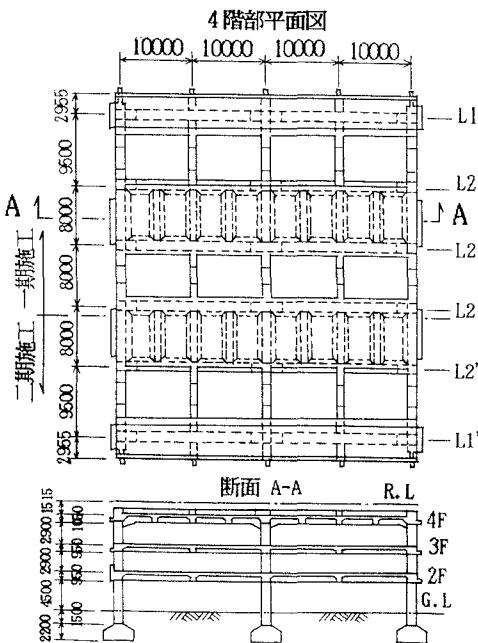


図-1 R205一般図

表-1 ひび割れ幅の実測値と計算値
(一期施工)

	実測値			計算値 (mm)
	度数 ^{*1} (箇所)	平均値 ^{*2} (mm)	最大値 (mm)	
L1-4F	8	0.150	0.15	0.298
L1-3F	13.5	0.134	0.30	0.269
L1-4F	3.5	0.150	0.15	0.278
L2-4F	10.7	0.145	0.20	0.297
L2-3F	12.7	0.099	0.20	0.275
L2-2F	3.3	0.113	0.15	0.209

^{*1} 梁スパン中央付近のひび割れ発生数の平均値^{*2} 梁スパン中央付近のひび割れ幅の平均値

の付着性状を表す定数(異形鉄筋は1.0)、 c :引張鋼材のかぶり、 c_s :引張鋼材の中心間隔、 ϕ :引張鋼材の直径、 σ_{se} :鉄筋応力度の増加量、 E_s :鉄筋のヤング係数、 ε_r' :コンクリートの乾燥収縮等による曲げひび割れ幅の増加を考慮するためのひずみ量(ここでは 300×10^{-6} とした)

計算結果を表-1に示す。計算値はおよそ実測値よりも大きい値となっておりひび割れ幅を安全側に評価しているものの、最大で約0.3mmのひび割れが発生する可能性のあることを示している。

3.2 二期施工時の対策

3.1で示したひび割れ幅の実測値は、RC標準でいう外観に対するコンクリート表面の最大ひび割れ幅の制限値以内ではあったが、二期施工ではこのひび割れ幅をできる限り制御することを目的とし、梁下面における鉄筋の配置間隔を密にした(図-2)。ただし、施工時のコンクリート充填を考慮し、新たに追加した鉄筋は直径13mmとした。この二期施工の梁について、一期施工と同様に式(1)で算出したひび割れ幅の計算値を表-3に示す。表-1の結果と比べ、計算ひび割れ幅は小さい値となっている。また、当R205は支保工形式での施工を行ったが、施工時において支保工の存置期間を工事工程に支障しない範囲で長くし、コンクリートの乾燥収縮の進行度が大きい段階での荷重載荷を極力小さくなるようにした。

3.3 調査結果(二期施工)

調査結果を表-3に示す。発生したひび割れ幅は、いずれの梁においても計算値及び一期施工の調査結果に比べて小さくなつた。なおひび割れの発生数も減少しており、対策の効果が得られたものと考えられる。

4. おわりに

以上の結果から、SRCラーメン高架橋においてもRCラーメン高架橋と同様に、鉄筋の配置間隔等を考慮し適切に配筋すれば、ひび割れを制御できることがわかった。なお、施工時においてコンクリートの乾燥収縮の進行度が大きい段階での荷重載荷を極力抑えることも、ひび割れの制御に対して効果的である。こうした事柄は、SRC構造の合理的設計法を確立するための基礎資料として有効であると考えられる。

- 参考文献：1)日本国有鉄道 構造物設計事務所：鉄骨鉄筋コンクリート構造物設計指針、昭和62年2月
 2)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、平成4年10月
 3)佐藤、渡辺、伊藤：鉄骨鉄筋コンクリート梁の曲げひびわれ性状、土木学会第49回年次学術講演会、平成6年9月

表-2 ひび割れ発生の検討

	σ_{ad}^{*1} (kgf/cm ²)	σ_{bd}^{*2} (kgf/cm ²)
L1-4F	77.8	23.3
L1-3F	52.1	24.1
L1-4F	68.7	24.1
L2-4F	80.0	23.3
L2-3F	57.8	24.1
L2-2F	85.8	24.1

*1 コンクリートの縁引張応力度

*2 部材寸法の影響を考慮した設計曲げ強度

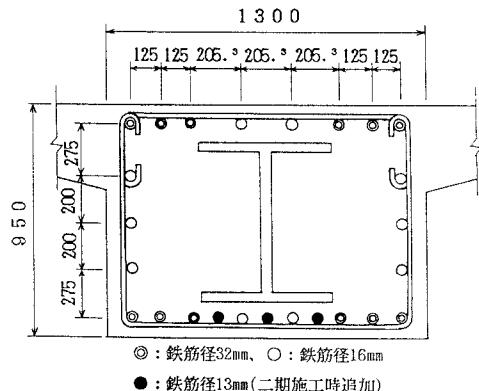


図-2 L2'-3F 梁断面

表-3 ひび割れ幅の実測値と計算値
(二期施工)

度数 ^{*1} (箇所)	実測値		計算値 (mm)
	平均値 ^{*2} (mm)	最大値 (mm)	
L1'-4F	1.5	0.117	0.235
L1'-3F	1	0.080	0.212
L1'-4F	0.5	0.040	0.218
L2'-4F	4	0.079	0.234
L2'-3F	2.5	0.052	0.217
L2'-2F	1	0.100	0.209

*1 梁パン中央付近のひび割れ発生数の平均値

*2 梁パン中央付近のひび割れ幅の平均値