

乾燥収縮が RC ラーメン高架橋の地震応答特性に及ぼす影響の一考察

JR 東日本研究開発センター 正会員 ○小林 薫

JR 東日本研究開発センター 正会員 鈴木 雄大

1. はじめに RC ラーメン高架橋は、場所打ちでコンクリートが施工されることが多い。RC ラーメン高架橋は一般に高次の不静定構造で、コンクリートの乾燥収縮の影響により不静定力が発生する。この不静定力の発生によって、部材には初期応力が導入される。ラーメン構造では、コンクリート材料自体の収縮特性、鉄筋量、基礎構造、地盤条件、ブロック長や径間数、環境条件等さまざまな条件によって、構造系に及ぼす乾燥収縮の影響が変化するものと思われる。

鉄道のコンクリート構造物に関する設計基準¹⁾では、不静定力の算定用として 150μ のコンクリート乾燥収縮ひずみを用いることになっている。これは、収縮によって実際の不静定力の大きさがコンクリートのクリープのために線形解析で求めた値よりもかなり小さくなること、また部材に用いられる軸方向鋼材によって収縮に伴う部材の軸方向変形は減少することを考慮して定められている。なお、設計基準で定められた乾燥収縮度を用いる場合はクリープの影響を加算してはならないことになっている。 150μ にクリープの影響が加味されているからである。

最近の鉄道高架化工事では、RC ラーメン高架橋の構造計画として、従来採用されていた柱中心間隔がより長大化する傾向にある。例えば、従来は柱の中心間隔を 10m 程度としたラーメン高架橋の構造計画が一般的に用いられていたが、最近では柱中心間隔が 20m 程度となるような RC ラーメン高架橋も施工²⁾されている。一方で、コンクリート材料の収縮量に関しては、土木学会コンクリート標準示方書³⁾において、使用するコンクリートの収縮ひずみの試験値や既往の資料や実績をもとに定めるのが原則となり、これらのデータがない場合は乾燥収縮と自己収縮分を加味した 1200μ を収縮ひずみの最終値として照査に用いることとしている。この 1200μ はコンクリート材料自体の収縮量であり、軸方向鋼材の拘束の影響は含まれていない。

このように、RC ラーメン高架橋の柱間隔は、従来構造よりも長スパン化する傾向にあり、照査に用いるコンクリート材料の収縮量は大きな値を用いるようになっている。コンクリートの収縮により RC ラーメン高架橋が受ける影響としては、梁部材の変形にともない柱部材・梁部材に曲げモーメントが発生する。特に、端部柱部材はコンクリートの収縮の影響を強く受けることになる。柱部材に初期曲げモーメントが導入されたあとに外力が作用した場合、端部柱から比較的早く降伏荷重に達することになる。このため、構造系全体を考えると降伏点の低下などへの影響が考えられる。この影響は、地震動作用時の最大応答変位の増加や場合によっては残留変位の増大等などへの懸念がある。

そこで、本文では、設定した高架橋モデルにおいて、構造系に作用させる収縮の影響度を変化させて初期不静定力を導入し、その後、地震応答解析を実施することで収縮が RC ラーメン高架橋の地震時応答特性に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 検討対象 RC ラーメン高架橋の概要 本検討において、検討対象とした 7 径間の高架構造の一般形状を例として図-1 に示す。本高架構造は、起点側、終点側ともにゲルバー桁による接続形式を想定した。柱間隔は 10m を標準とし、線路方向を 3~7 径間に設定し、線路直角方向 1 径間の複線構造とした。フーチング上端からスラブ上端までの高さを約 8.0m 程度とした。柱断面は、800mm×800mm で、軸方向鉄筋量は D32 が 24 本配置とし、このときの高架構造モデルの降伏震度は 0.38 となっている。

3. 解析的検討の概要 本解析では、線材モデルを用いて解析を行った。解析手順としては、上層梁に任意の収縮量を与えて初期応力を計算したあとに、地震波が作用して動的解析が行われるようにした。

キーワード RC ラーメン高架橋, 収縮量, 地震応答解析

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所 TEL 048-651-2552

表-1 に、本解析で設定した構造モデルの径間数と収縮度を示す。図-2 に、解析に用いた地震波を示す。地震波は、鉄道の耐震標準³⁾で普通地盤の地表面地震動として定義されている G3 地盤の地震動を用いた。G3 地盤の地震波は、地盤の卓越周期 0.25～0.5 秒に対応した地震動で、地表面設計地震動の弾性加速度応答スペクトルで周期 0.3～1.0 秒間で 1800gal の応答にフィッティングした地震動となっている。

4. 地震応答解析の概要 解析結果の一例を図-3、4 に示す。図-3 は上層位置での応答変位波形を、図-4 は 5 径間モデルでの端部柱部材の回転角と曲げモーメントの履歴図を例示したものである。収縮量を大きくすると上層位置での最大応答変位はそれほど大きな増加は見られないが、残留変位を見ると顕著な違いが生じているのがわかる。また、部材回転角と曲げモーメントの履歴においても、最大部材角はそれほど顕著な違いは見られないが、地震波の終わり付近での履歴特性に顕著な違いが見られ、それが残留変位量に影響しているものと想定される。

表-1 解析ケース

径間数	収縮量(μ)
3	0
	150
	250
5	0
	150
	250
7	0
	150
	250

5. まとめ

本検討結果のまとめを以下に示す。

- (1) 設定した収縮量の範囲では、最大応答変位、最大応答部材角に顕著な違いが見られなかった。
- (2) 設定した収縮量の範囲において、残留変位、地震動の終わり付近での部材回転角の履歴性状に違いが見られた。

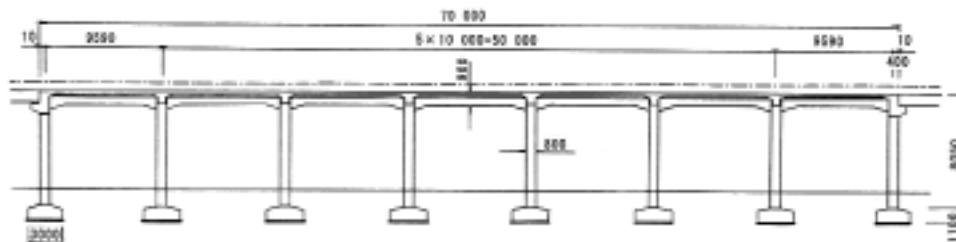


図-1 検討対象高架橋の一般形状(7径間の例)

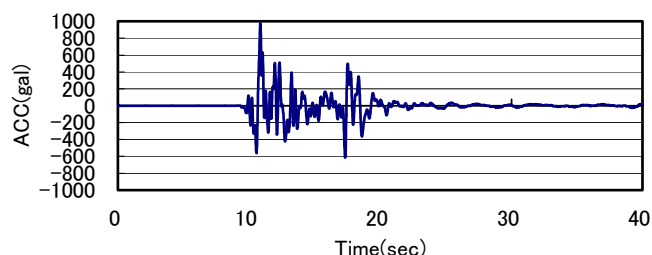


図-2 解析に用いた地震波形

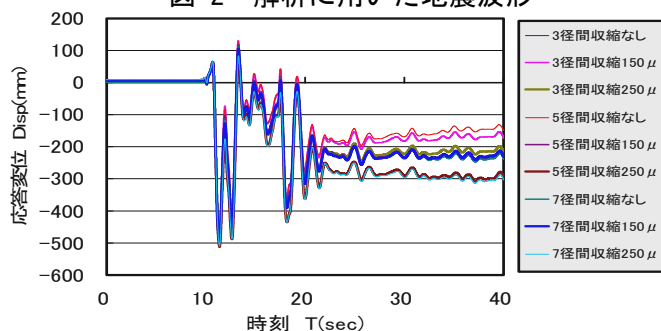


図-3 上層位置応答変位波形

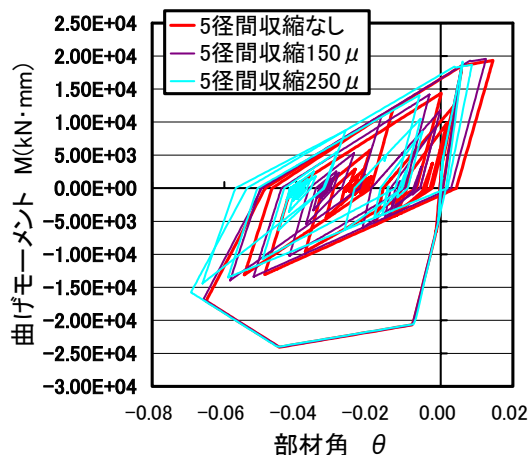


図-4 部材角と曲げモーメントの履歴(5径間の例)

参考文献

- 1) 国土交通省鉄道局監修、鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物、平成16年4月
- 2) 澁谷総一，池野誠司，菅原正美：河川改修に伴う鉄道橋りょう改築計画に関する一考察，土木学会東北支部講演会，2006.3
- 3) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・耐震設計編，丸善，1999.10