

I - B142 多層鉄筋コンクリートラーメン橋脚の軸力変動を考慮した地震応答解析

日本道路公団 東京第三管理局	正 員 緒 方 紀 夫 *
同 上	正 員 金 子 恵 二 *
建設技術研究所 技術第四部	正 員 土 田 貴 之 **
同 上	正 員 後 藤 和 満 **
岩手大学 工学部	正 員 宮 本 裕 ***

1. はじめに

多層RCラーメン橋脚の橋軸直角方向は地震時の水平慣性力によって柱の軸力変動が大きくなり、この軸力の変動によって部材の曲げ耐力が変化し耐震性評価に影響を及ぼすと考えられる。本研究は大地震時の多層RCラーメン橋脚の軸力変動に着目し、①軸力変動による曲げモーメント-曲率($M-\phi$)関係の変化を考慮しない解析、②軸力変動による $M-\phi$ 関係の変化を考慮した解析を実施し、柱の軸力変動による $M-\phi$ 関係の変化が耐震性評価に及ぼす影響を地震応答解析によって検討するものである。

2. 対象橋脚と検討方法

対象橋脚は写真-1に示すように橋脚高33.0(m)、柱の間隔9.0(m)、橋脚の天端から上部構造の重心位置までの高さ6.5(m)の3層のRCラーメン橋脚である。本研究ではこの橋脚1基を対象として解析を行う。対象橋脚が負担する上部構造の重量は782.0(tf)とする。2次元骨組モデルを作成し以下の2つの解析条件で動的解析を行い軸力変動の影響を検討する。

解析①：軸力変動による $M-\phi$ 関係の変化を無視（死荷重状態の軸力）

解析②：軸力変動による $M-\phi$ 関係の変化を考慮

動的解析は柱および梁の材料非線形性を考慮した直接積分法を用い、入力地震波は兵庫県南部地震で観測された神戸海洋気象台水平N-S成分（最大加速度：818gal）を用いる。柱および梁の材料非線形性は「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様」の準用に関する資料（案）¹⁾に準じて算出し、復元力特性は剛性劣化型トリリニアを用いる。

3. 解析結果と考察

表-1に解析①および解析②から得られた最大応答値を示す。解析①の結果では、柱1本あたりの基部における軸力の最大変動量は±1870(tf)程度となる。この軸力変動は柱1本あたりの死荷重状態の軸力893(tf)に対して±210(%)に相当する。また、図-1、2に解析①と解析②の上部構造重心位置における応答加速度波形および応答変位波形を示す。図-1、2より軸力変動による $M-\phi$ 関係の変化が応答加速度および変位に与える影響は小さいことが明らかになった。図-3、4に解析①および解析②の右側の柱基部における $M-\phi$ 関係、図-5に解析②のN-M相関関係の履歴曲線を示す。なお、図-5のN-M相関関係は内側から、ひび割れ、降伏、終局時を示している。表-1および図-3より解析①の結果は柱基部において、曲げモーメントは降伏曲げ耐力を超過するものの終局曲げ耐力以下である。しかし、表-1および図-4、5より解析②の結果は、圧縮を伴う曲げモーメントによって部材はひび割れ耐力を超過する程度で降伏耐力に至っていないものの、引張を伴う曲げモーメントによって部材は終局耐力を超過するものとなった。これらの結果



写真-1 多層RCラーメン橋脚

keyword：多層鉄筋コンクリートラーメン橋脚，地震応答解析，軸力変動

* 〒192 東京都八王子市宇津木町 231 TEL 0426-91-1171 FAX 0426-91-8379
 ** 〒103 東京都中央区日本橋本町 4-9-11 TEL 03-3668-0451 FAX 03-5695-1885
 *** 〒020 岩手県盛岡市上田 4-3-5 TEL 019-621-6435 FAX 0196-21-6460

から本モデルにおいては軸力変動によるM-φ関係の変化が柱の耐震性評価に影響を与えることが明らかになった。なお梁に関しては軸力変動が最大応答断面力に与える影響は極めてわずかであることも確認された。

表-1 最大応答値の比較

	着目部位	解析①：軸力変動による M-φ関係の変化を無視		解析②：軸力変動による M-φ関係の変化を考慮	
加速度 (gal)	上部構造重心位置	678	—	623	—
変位 (cm)	上部構造重心位置	22	—	22	—
曲げモーメント (tf・m)	左柱基部	圧縮を伴う曲げ	3100 降伏曲げ耐力超過	3942 ひび割れ曲げ耐力超過	
		引張を伴う曲げ	3128 降伏曲げ耐力超過	1963 終局曲げ耐力超過	
	右柱基部	圧縮を伴う曲げ	3107 降伏曲げ耐力超過	3719 ひび割れ曲げ耐力超過	
		引張を伴う曲げ	3130 降伏曲げ耐力超過	2064 終局曲げ耐力超過	
軸力 (tf)	左柱基部	圧縮側	2613 893+1720	2603 893+1710	
		引張側	-978 893-1871	-935 893-1828	
	右柱基部	圧縮側	2763 893+1870	2724 893+1831	
		引張側	-827 893-1720	-818 893-1711	

柱基部の死荷重状態の曲げ耐力、ひび割れ：M_c=947(tf)、降伏：M_y=3009(tf)、終局：M_u=3899(tf)

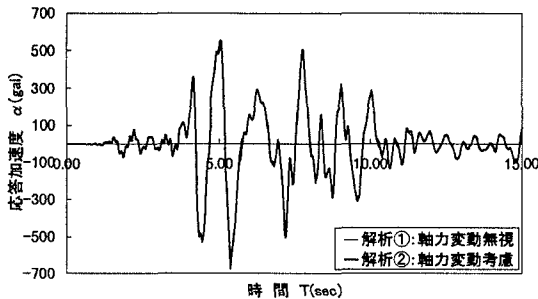


図-1 上部構造重心位置における加速度応答波形

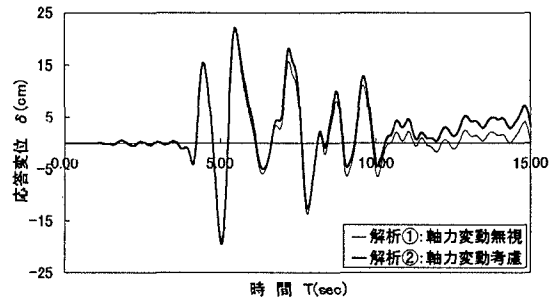


図-2 上部構造重心位置における変位応答波形

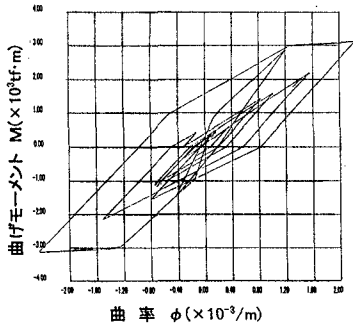


図-3 解析①右柱基部のM-φ関係

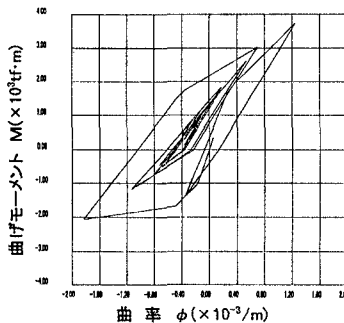


図-4 解析②右柱基部のM-φ関係

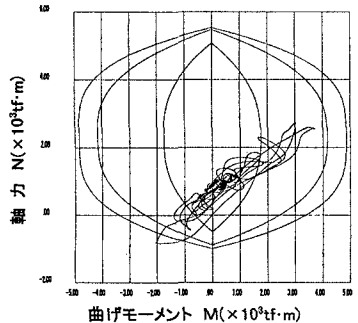


図-5 解析②右柱基部のN-M相関関係

4. まとめ

本研究で対象としたような橋脚高さの高い3層のRCラーメン橋脚では、大地震による水平慣性力の作用によって、柱基部の軸力が正負に死荷重状態の2倍程度変動し、この軸力変動によるM-φ関係の変化が耐震性評価に影響を与えることが明らかになった。このことから、多層RCラーメン橋脚の柱部材は何らかの方法によって軸力変動の影響を考慮して耐震性を評価することが望ましいと考えられる。また、本研究では軸力変動によるM-φ関係の変化を考慮しない解析と考慮した解析を実施し、いずれの解析においても応答加速度や応答変位に大差がないことを確認した。また、実構造では上部構造による橋軸直角方向の変位拘束の影響も大きいと、軸力変動を考慮した動的解析においては橋全体の構造系に配慮して上部構造による変位拘束などを適切に評価し解析に取り込むことが望ましいと考えられる。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会, 「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様」の準用に関する資料(案), 1995.7