

T型RC橋脚の地震時挙動に関する一考察

ハザマ技術研究所 正会員 浦野和彦*

ハザマ技術設計部 正会員 足立有史**

ハザマ技術設計部 正会員 三原正哉**

1. はじめに

都市部の高架橋に見られるT型RC橋脚については、振動台を用いた動的載荷実験¹⁾から、ロッキング振動による応答や橋脚上端でのモーメント発生等のT型橋脚特有の地震時挙動が報告されている。また、T型橋脚に常時から偏心荷重が作用する場合には、さらに複雑な地震時挙動が起きると考えられる。

本報は、通常の設計では考慮されていないT型RC橋脚のロッキング振動に着目し、非線形地震応答解析を用いた発生断面力や応答変位等の地震時挙動に関する検討について報告するものである。

2. 解析概要

2. 1 解析対象橋脚

検討は、**図-1**に示すようなT型RC橋脚を対象として、橋軸直角方向に偏心荷重を考慮する場合も想定した。解析橋脚の諸元を**表-1**に示すが、ロッキング振動の考慮、固有周期 T や偏心量 e を橋脚高さ H で割った値 e/H をパラメータとする6種類の橋脚を解析対象とした。ここで、表中の諸元は一般的な都市部の単柱高架橋を想定して設定した。また、ロッキングを考慮しないモデルとは、上部工及び橋脚張り出し部の荷重を中央の1質点に集中させたものである。

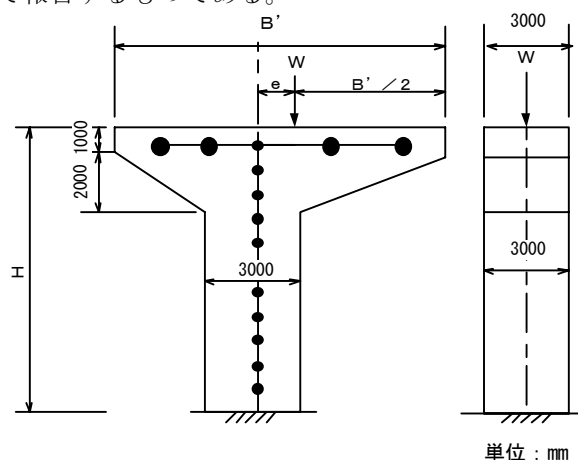


図-1 解析橋脚概要

2. 2 解析モデルと解析手法

橋脚を**図-1**に示すような梁-質点系モデルでモデル化し、橋脚下端は固定とした。また、橋脚柱のモーメント- M -曲率 ϕ の履歴特性は剛性低下型トリリニアモデル(武田モデル)を用い、上部工及び橋脚張り出し部の荷重を初期条件として考慮した。ここで、履歴特性におけるひびわれ、鉄筋降伏、終局点は道路橋示方書²⁾に基づき算定し、橋脚の減衰定数は5%とした。

地震応答解析は Newmark- β 法による直接積分法により、計算時間は25秒、時間間隔は0.002秒とした。

2. 3 入力地震波

入力地震波としては、**表-2**に示すように、道路橋示方書の2種類の地震波を選定した。また、地震波Ⅱについては、弾性状態に近い、あまり橋脚の塑性化の進まない場合の比較も行うため、最大加速度を200Galに調整し、計3種類の波形に対して検討を実施した。

表-1 解析橋脚諸元

ケースNo.	①	②	③	④	⑤	⑥
ロッキング	無視	考慮		無視	考慮	
偏心量 e/H	0		0.1	0		0.1
固有周期 T (sec)	0.3			0.5		
橋脚高さ H (m)	10			15		
上部工重量 W (tf)	1000			1000		
断面寸法 幅×奥行 (m)	幅3.0×奥行3.0					
張出部幅 B' (m)	11			15		
軸方向鉄筋比 (%)	1.8 (2段D35)			2.2 (2段D38)		
帯鉄筋比 ρ_s (%)	1.03 (D22、間隔 $s=15m$ 、有効長 $d=100cm$)					

表-2 解析橋脚諸元

地震波No.	I	II	III
地震波名	JMA神戸		開北橋
最大加速度 (Gal)	818	200	360

キーワード：T型橋脚、ロッキング、地震応答解析

* 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1

TEL 0298-58-8813

FAX 0298-58-8829

** 〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8

TEL 03-3405-4052

FAX 03-3405-8372

3. 解析結果

3. 1 発生断面力

表－3にロッキングを考慮した場合の橋脚上端と下端の発生モーメントの比較を示す。表より、全体的に見ると、ロッキングを考慮した場合には、橋脚下端の2割程度のモーメントが橋脚上端に発生していることがわかる。一方、橋脚下端の発生モーメントは、ロッキングを考慮しない場合と比べて減少している。

ケース⑤の JMA 神戸 818Gal を入力した場合に、全体での発生モーメントの最大値3210kgf/cm²を示しているが、この値は終局モーメントの約3割の値である。ここでは割愛したが、偏心を考慮した場合には降伏モーメントを**超える**値を示す場合もあった。また、軸力に関しては、鉛直地震波を入力していないこともあり、大きな違いは見られなかった。

3. 2 応答変位

表－4に橋脚の固有周期T=0.3 秒の場合の最大応答変位、表－5にT=0.5 秒の場合の最大応答変位を示す。

表より、ロッキング振動考慮の有無について比較すると、両者はほぼ同程度の値であり、ロッキング振動の最大変位への影響は小さいことがわかる。しかし、偏心が有る場合には、図－2の橋脚上端の水平変位時刻歴波形に示すように、偏心の無い場合とは異なり、偏心方向に残留変位を生じている。また、残留変位の発生とともに最大変位も大きくなっており、偏心の最大変位への影響が大きいことがわかる。

4. おわりに

今回の解析結果より、T型RC橋脚のロッキング振動と橋脚上端に発生するモーメントや応答変位との関係について、定性的に確認することができたと考えている。しかし、ロッキング振動と偏心荷重との関係や、上下動を含めた周波数特性や位相が異なる複数の地震波についての検討もさらに必要であると考ええる。

<参考文献>

- 1) 横井克則，島弘，水口裕之：T型RC橋脚における橋軸直角方向の地震力が作用したときの動的応答，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 15，1993
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編，1996

表－3 ロッキングを考慮した場合の発生モーメント

ケース No.	② T=0.3秒、偏心無			⑤ T=0.5秒、偏心無		
	橋脚上端 Mu	橋脚下端 ML	Mu/ML	橋脚上端 Mu	橋脚下端 ML	Mu/ML
JMA神戸 818Gal	2020	8970 (9240)	0.23	3210	10000 (10430)	0.32
JMA神戸 200Gal	520	3450 (3830)	0.15	960	5050 (5920)	0.19
開北橋	920	5480 (6300)	0.17	1700	9440 (9370)	0.18

* () 内はロッキングを無視した場合のモーメント

単位：tf・m

表－4 T=0.3 秒の場合の最大変位

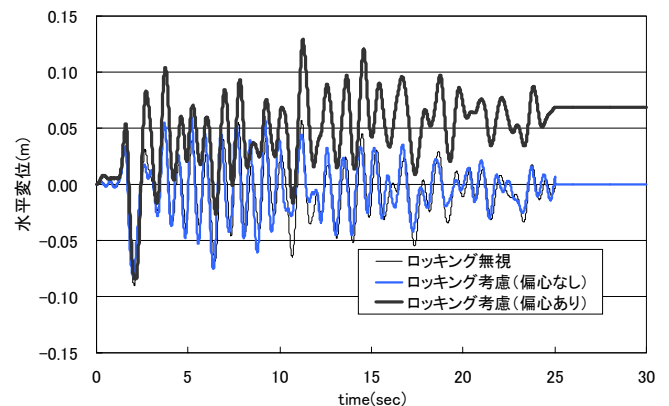
ケース No.	①	②	③
	ロッキング無視	ロッキング考慮	
		偏心無	偏心有 (e/H=0.1)
JMA神戸 818Gal	10.57	10	14.7
JMA神戸 200Gal	1.01	0.87	2.11
開北橋	2.18	1.92	2.89

単位：cm

表－5 T=0.5 秒の場合の最大変位

ケース No.	④	⑤	⑥
	ロッキング無視	ロッキング考慮	
		偏心無	偏心有 (e/H=0.1)
JMA神戸 818Gal	20.88	17.2	23.9
JMA神戸 200Gal	3.84	3.33	6.37
開北橋	8.2	9.03	12.88

単位：cm



図－2 水平変位時刻歴波形（橋脚上端）

T=0.5 秒、地震波Ⅲ（開北橋）