

株式会社エンジニアリング ○正会員 江口 聡

株式会社エンジニアリング 正会員 井口 光雄

京成電鉄株

加藤 誉夫

1. まえがき

地震時における構造物の応答は、地盤の固有周期と構造物の固有周期及び入力地震動に依存する。ここでは固有周期の異なる実際に設計された構造物として、2層1径間、2層3径間、2層4径間RCラーメン高架橋を対象とし、L2地震動を設計地震動とする静的非線形解析を行い、等価固有周期(T_{eq})の変化と構造物全体としての耐震性能の関係について考察をした。

2. 構造解析

(1) 構造物概要

本計算に用いた構造物モデルは図1(1)、(2)に示すような1、2および4径間の地中梁を有する2層RCラーメン高架橋である。柱高さはそれぞれ6m、7m、8m、基礎は径1.2m、長さ30mの杭基礎とし、橋軸直角方向に3本配置されている。

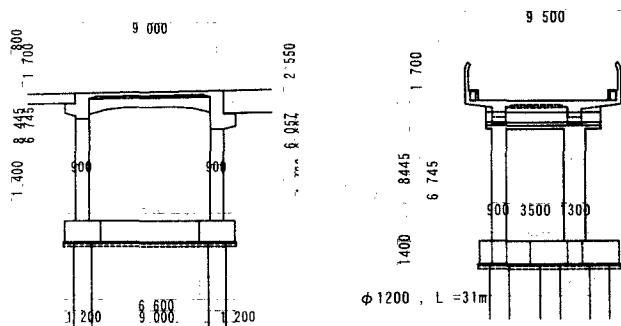


図1(1) 構造物モデル縦断面図(1径間の例)

図1(2) 構造物モデル横断面図(共通)



図2 柱状図

(2) 計算概要

今回の解析に用いた表層地盤は地盤種別G5地盤¹⁾である。検討ケースは、①液状化または応答変位を考慮した解析ケース、②液状化等を考慮しないケースの2つで計算を行った。液状化を検討する場合の地盤面は、耐震設計上の地盤面を基礎(フーチング)下端より5m下の位置を液状化時の地盤面

	橋軸直角方向		橋軸方向	
	通常	液状化	通常	液状化
2層1径間ラーメン	○	○	○	○
2層3径間ラーメン	○	○	○	○
2層4径間ラーメン	○	○	○	○

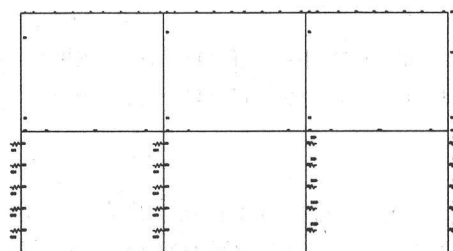
表1 解析ケース

非線形特性として柱下端は曲げに対して材端バネをトリリニヤ型のM- ϕ 関係を用いてモデル化した。等価塑性ヒンジ長 L_p は死荷重時の軸力より算出した値で ϕ 軸力変動を考慮した。梁部材は線形モデルとし、地盤はばねモデルとしバイリニヤ型の非線形性を考慮した。杭も柱同様M- ϕ 関係を用いてモデル化し部材長は1D程度に分割した。

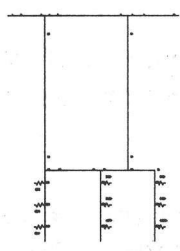
キーワード：プッシュオーバーアナリシス、液状化、応答変位、耐震設計

連絡先：〒104-0061 東京都中央区銀座1-2-1、株式会社エンジニアリング、TEL(03)3563-3128

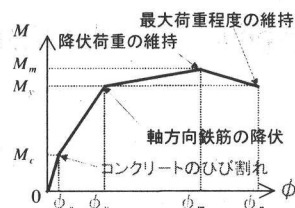
図3に解析モデル図を示す。



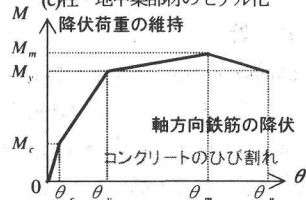
(a) 線路方向解析モデル



(b) 線路直角方向解析モデル



(c) 柱・地中梁部材のモデル化



(d) 杭・上層梁部材のモデル化

図3 解析モデル

3. 解析結果

図4に、線路直角方向のP～δ曲線及び1 径間、3 径間、4 径間RCラーメンの、液状化しない場合、液状化時のP～δ曲線を重ねて示す。これらから、次のようなことが言える。

- (1) 構造種別（径間数）の違いは、線路直角方向では差がなく降伏震度は0.9程度であり、1.15程度で最大値となり、急激に剛性低下する。
- (2) 線路方向構造種別の違いは降伏震度の違いとして現れている。それぞれ、0.55, 0.7, 1.00である。
- (3) 線路方向最大震度はそれぞれ0.63, 0.83, 1.25であり、塑性率はそれぞれ1.5, 2.0, 2.25である。

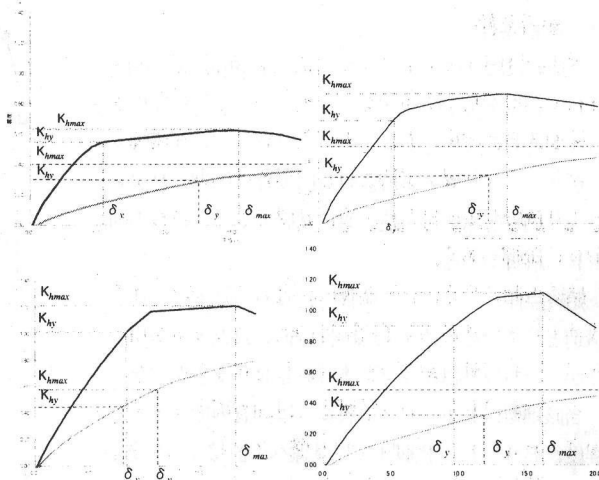


図4 P～δ曲線

- (4) 液状化時のP～δ曲線の勾配は液状化しない場合の1/3程度の勾配となるとともに顕著な降伏現象は見られない。

4. まとめ

RCラーメンを対象として、径間数の変化と等価固有周期の関係及び耐震性能の比較をP～δ曲線から比較してみた。橋軸方向では、降伏震度は異なるものの、降伏変位は径間数が増えるに従い大きくなるとともに塑性率も大きくなる。一方、液状化すると、降伏震度は下がり顕著な降伏挙動は示さず徐々に変形することがわかる。これらから、1 径間RCラーメンよりも他径間ラーメンが耐震性能的に優れていると判断できる。しかし、どの程度までの径間数が限界であるのかは今回の試算では求められてはいない。今後の課題として取り組みたい。

表2 特性値の比較

径間	解析方向	ケース	Teq	Khy	δy	μ	δmax	Khmax
1径間	線路方向	無視	0.572	0.550	5.5	1.50	8.25	0.631
	線路方向	液状化、応答変位	1.333	0.304	13.5	2.60	35.10	0.399
	線路直角	無視	0.861	0.840	11.4	1.25	14.25	0.940
3径間	線路方向	液状化、応答変位	0.937	0.520	12.6	1.90	23.94	0.630
	線路方向	無視	0.740	0.700	5.5	2.00	11.00	0.833
	線路方向	液状化、応答変位	0.851	0.586	10.6	1.50	15.90	0.674
4径間	線路直角	無視	0.766	0.880	10.5	1.80	18.90	0.820
	線路直角	液状化、応答変位	0.914	0.608	12.7	1.40	17.78	0.734
	線路方向	無視	0.607	1.000	8.2	2.25	18.45	1.250
4径間	線路方向	液状化、応答変位	0.864	0.467	8.7	1.50	13.05	0.670
	線路直角	無視	0.556	0.900	5.6	1.66	9.30	1.080
	線路直角	液状化、応答変位	1.293	0.457	12.4	2.50	31.00	0.490

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計、丸善、1999.10
- 2) 道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 橋梁および高架橋耐震設計照査の手引き