

V-33

ラーメン高架橋における地中梁の有無が構造特性に及ぼす影響

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 ○ 山崎 聡

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 大庭 光商

1.はじめに

近年ラーメン高架橋におけるスパンの長大化が進んでいる。

本稿では、線路方向スパンが 15m の単線ラーメン高架橋（図-1、表-1）における線路直角方向の地中梁の有無が構造特性に及ぼす影響について、耐震に関する試設計を行い考察する。

2.当該地区の地質・地盤

当該地区は仙台平野の中央部に位置する沖積低地に相当し、地質は右の図-2 の柱状図のとおりである。

地上から G.L.-1m までは粘性土層、それから G.L.-10m 付近までは砂質土層と砂礫層の互層である。N 値は、砂質土層では 4 程度だが、砂礫層ではいずれも 30 以上あり、50 以上は G.L.-12.5m で確認されている。

また液状化に関する検討を行った結果、中～粗砂で構成される第 4 層（砂質土層）において液状化抵抗率が 1 以下となることがわかった。そのため液状化状態においては、土質定数を低減して検討する必要がある（低減係数=0.0）。

当該地区の地盤種別は、表層地盤のせん断弾性波速度に基づいて算出した固有周期より、G3（普通地盤）に相当する。

3.解析内容および結果

高架橋における地中梁の有無による構造特性の相違について、高架橋の耐震設計において一般的に用いられている非線形スペクトル法により応答値を算出することで比較検討した。非線形スペクトル法とは、静的非線形解析から得られる等価固有周期および降伏震度を用いて、対象となる地盤・構造物・地震動に準じた非線形スペクトルにより応答塑性率を求め、塑性率の制限値について照査する方法である。今回の解析には、静的非線形解析プログラム（SNAP；（財）鉄道総合研究所）を用いた。

解析ケースは線路直角方向の液状化状態のモデルを使用し、地中梁のあるもの（以下それぞれ Case-1、Case-2）をそれぞれ解析した。なお Case-1 の地中梁には、鋼・コンクリートの合成構造²⁾を採用した。

以下に解析結果を示す。解析時には各部材の基本寸法は変えることなく、各部材の主鉄筋や帯鉄筋の径や本数、間隔を変えて試行錯誤することで結果を導いた。図-3、4 は各ケースにおける荷重(P)-変位(δ)曲線を、表-2 には両ケースの検討結果を示す。なお各応答値については以下のように算出した。

(1) 降伏震度 K_{hy} 、降伏変位 δ_y

各ケースの解析から得られる荷重-変位曲線における最初の降伏点震度、変位。

(2) 等価固有周期 T_{eq}

$$T_{eq} = 2.0 \sqrt{\frac{W}{K}} = 2.0 \sqrt{\frac{\delta_y}{K_{hy}}}$$

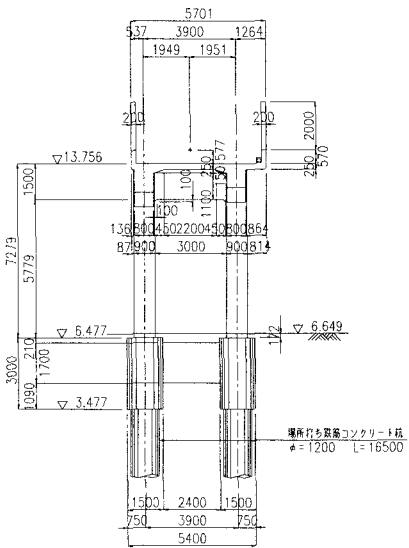


図-1 単線ラーメン高架橋一般図

表-1 高架橋の基本寸法

各部材	寸法
柱	900mm×900mm
上層梁	高さ1500mm, 幅800mm
地中梁	高さ1700mm, 幅800mm
杭	φ1200mm, 長さ16.5m

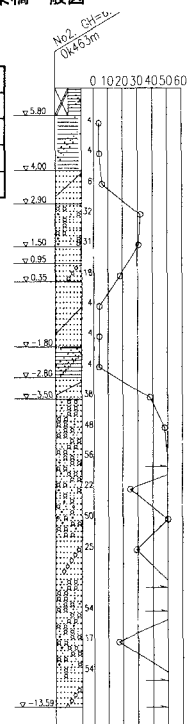


図-2 地質柱状図

(3) 応答塑性率 μ

所要降伏震度スペクトル図における、(1)(2)で得られた降伏震度と等価固有周期の交点。

(4) 最大応答変位 δ_{yL2} 、最大応答震度 K_{hyL2}

$$\delta_{yL2} = \delta_y \times \mu$$

K_{hyL2} : 荷重-変位曲線における $\delta = \delta_{yL2}$ 時の震度。

荷重-変位曲線図における着目点は、Case-1,2 いずれも構造モデルの上層梁と柱の交点とする。

●Case-1(図-3)

変位 144mm でまず柱下端部が降伏した。その時の降伏震度は 0.377 だった。その後柱上端部、杭中央部の順に降伏した。また変位 296mm で杭が安定上の降伏点(引抜側)に達した。その後も杭で降伏が見られたが、どの部材においても損傷レベルが 3 に達することはない。

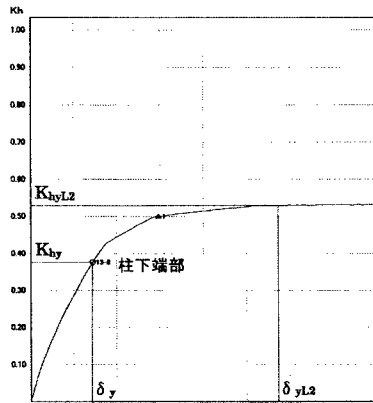


図-3 荷重-変位曲線図(地中梁あり)

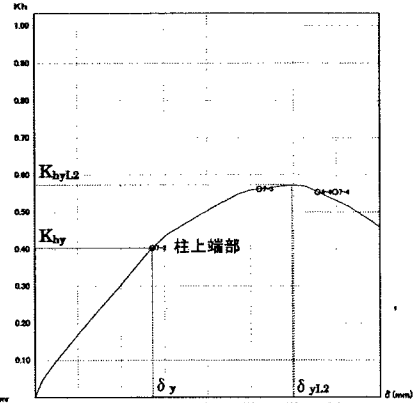


図-4 荷重-変位曲線図(地中梁なし)

表-2 検討結果

●Case-2(図-4)

Case-1 より固有周期が長くなるため、同程度の耐震性能を確保するためには応答塑性率は 2.2 と小さくなる。

変位 272mm でまず柱上端部が降伏した。その時の降伏震度は 0.404 だった。その後杭中央部で降伏した。そして柱上端部は、533mm で損傷レベルが 3 に、最大応答変位 598mm を超えた 656mm で 4 に達する。

今回の検討結果(表-2)では、地中梁がない場合でも鉄筋量を増やすことで、全ての部材において同一断面寸法で設計することが可能であることがわかった。しかしながら実施設計においては、地中梁が無くなることで降伏時の変位が大きくなるため、地盤条件をよく考慮して判断することが必要であると考えられる。

4.おわりに

今回単線ラーメン高架橋における地中梁の有無が構造物に及ぼす影響について、スパン 15m で試設計を行った。スパンの長大化はさらに進むことが予想されることから、今回の検討内容が今後の設計に役立てば幸いである。

【参考文献】

- (財)鉄道総合研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説耐震設計
- 山崎他：合成構造地中梁の耐震設計におけるモデル化、2003.3.8.土木学会東北支部

		Case-1	Case-2
地中梁の有無		あり	なし
構造物全体系	等価固有周期 T_{eq}	1.24 sec	1.64 sec
	降伏震度 K_{by}	0.377	0.404
	最大応答時震度 K_{hyL2}	0.530	0.572
	応答塑性率 μ	4.0	2.2
	降伏変位 δ_y	144 mm	272 mm
	最大応答変位 δ_{yL2}	576 mm	598 mm
	降伏箇所	柱下端部	柱上端部
部材断面	柱	寸法 mm	900 × 900
		圧縮側鉄筋	D29-4本(1段) D38-15本(2段)
		引張側鉄筋	D29-4本(1段) D38-15本(2段)
		側方鉄筋	D32-6本 D32-6本
		帯鉄筋	D19-1組 ctc100 D22-2組 ctc100
		損傷レベル/制限値	2 / 3 3 / 3
	梁	寸法 mm	B800 × H1500 B800 × H1500
		上側鉄筋	D32-9本(2段) D38-9本(2段)
		下側鉄筋	D32-9本(2段) D38-9本(2段)
		帯鉄筋	D19-2組 ctc125 D19-2組 ctc125
		損傷レベル/制限値	1 / 2 2 / 2
		径 mm	1200 1200
	杭	主鉄筋	D32-24本 D38-48本(東側)
		帯鉄筋	D16-1組 ctc150 D16-1組 ctc150
		損傷レベル/制限値	2 / 2 2 / 2
		寸法 mm	B800 × H1700
地中梁	鋼材厚 mm	12.7(錆しろ1.0)	
	損傷レベル/制限値	2 / 2	