

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○小原 和宏

東日本旅客鉄道(株) 正会員 鎌田 則夫

東日本旅客鉄道(株) 正会員 森山 智明

1. まえがき

連続立体交差に伴う鉄道高架橋の施工は、営業線に近接した条件下、線路を切り換えながら工事が行われる。そのため、狭い作業空間で施工すること、及び資材運搬用通路の確保など競合が生じる。そこで構造形式を一柱一杭式高架橋とした場合、地中梁の施工が省略でき、なおかつ工事用通路を確保できるため工期短縮が図れ、トータルコストの削減が可能である。ここでは、線路方向のみ地中梁を無くした場合の解析と工程並びに工事費について比較したものを報告する。

2. 解析モデル

(1) 構造物

在来線ラーメン高架橋（線路方向 $L=70\text{m}$ 、7径間、線路直角方向 $\ell=5\text{m}$ 、高さ $H=8.4\text{m}$ 、杭長 16m 、バラスト軌道、ゲルバータイプ）を用いて弾塑性解析を行った。部材寸法は表-1に示す。

(2) 地盤

地中梁の無い一柱一杭構造とした場合、地震時等の水平力を杭が受け持つことになるため、杭の変位応力が大きくなる。単独杭は、地表面付近の水平変位が大きく、弾性計算から求まる水平地盤反力度が大きくなり、地盤の有効抵抗土圧を越え易い。そこで、地盤の有効抵抗土圧（受働土圧）を越える範囲は、塑性域として有効抵抗土圧が作用するものとする。また、地層が高架橋内で変化しており、1～4径間と5～7径間の地盤バネを変えて計算する。

図-1に構造計算モデルを示す。

(3) 荷重

荷重の組み合わせは『死荷重』と『地震の影響』を考え『地震の影響』による水平力（水平震度 $=0.25$ ）を λ 倍させながら弾塑性解析した。

3. 計算結果および考察

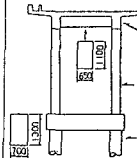
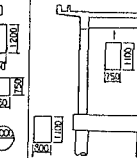
弾塑性解析を行う場合、部材の $M-\phi$ 曲線の特長として、バイリニア型の復元力特性を用いた。解析で曲率塑性率 μ_0 を求め、式(1)^[1]により変位塑性率 μ を計算する。

$$\mu = 0.878 \times (1.11)^{\mu_0} \quad (1)$$

通常の設計では、塑性率が4程度確保されているため、ここでは、“変位による塑性率4までを許容値と考える”と定義する。

図-2は、塑性ヒンジの発生を示す。○は許容値未達を、●は許容値に達したものを表

表-1 部材寸法

	現 状	線路方向地中梁無し
断面形状		
上層梁	縦 1200×650 横 1100×650	1300×800 (133%) 1100×750 (115%)
地中梁	線路方向 1300×700 線路直角 1300×700	(0%) 1100×800 (97%)
柱	750×750	900×900 (144%)
杭	φ1000	φ1200 (144%)

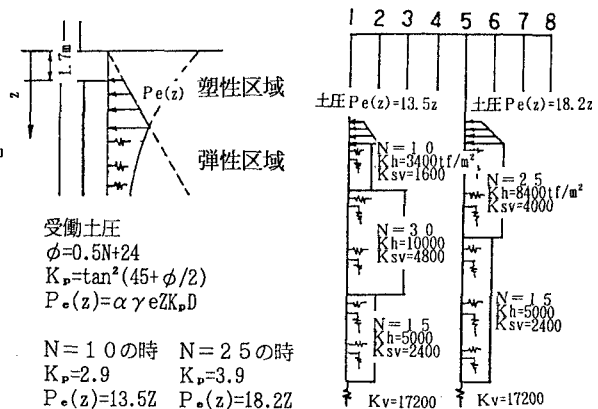


図-1 構造計算モデル

す。地中梁有りはすべての柱上端、下端にほぼ同時に塑性ヒンジが発生し、水平震度 $Kh=0.455$ ($Kh=0.25$ の $\lambda=1.82$ 倍)で許容値(塑性率4.0)を越える。

地中梁無しは、初め柱上端に塑性ヒンジが発生する。その後、杭は深さ2.0 mの位置で水平震度 $Kh=0.488$ ($Kh=0.25$ の $\lambda=1.95$ 倍)で許容値(塑性率4.0)を越える。

図-3は、変位と水平震度の関係を表したもので、水平震度に構造物質量を乗じると、囲まれた面積はエネルギー吸収量を表す。

弾塑性構造物が許容値(塑性率4)の塑性変位まで変形する間に吸収するエネルギーが弾性構造物のエネルギー吸収量と等価であれば、その弾塑性構造物は弾性構造物と同等の耐震性能を有すると考えられる。

よって、図-3より、弾性構造物の水平震度1.0に相当するエネルギー吸収量を確保するためには、地中梁有りの構造において曲げ降伏点震度を0.375まで上げること、また、地中梁無しの構造において0.41まで上げる必要があることが確認された。

図-4は、一般の高架橋と線間作業の伴う高架橋の工事費区分を示す。線間作業の伴う高架橋では、地中梁工事が工事費の約半分を占める場合もある。

表-2は、工期の比較を示す。地中梁無しの工期は、地中梁有りと比較すると、約1か月の短縮が図れる。

4. まとめ

1) 線路方向については、地中梁無しの構造においても耐震性能を十分もっている構造を設計できることが確認された。

2) 地中梁有り構造は水平震度0.375の曲げ降伏耐力であるが、地中梁なし構造の場合は0.41まで曲げ降伏耐力を上げることにより、耐震性能を確保できる。

3) 地中梁無し構造にすることにより、工期の短縮、及びコストダウンが図れる。

参考文献

〔1〕 松田 猛：弾塑性解析によるRCラーメン高架橋の検討，構造物設計資料No.81，日本鉄道施設協会

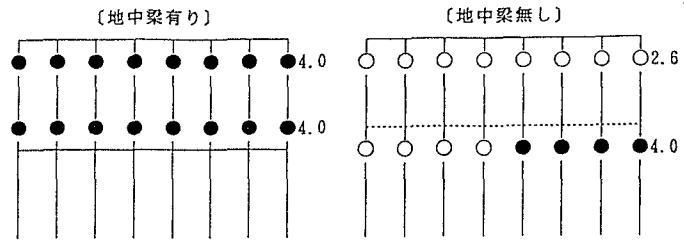


図-2 塑性ヒンジ発生位置

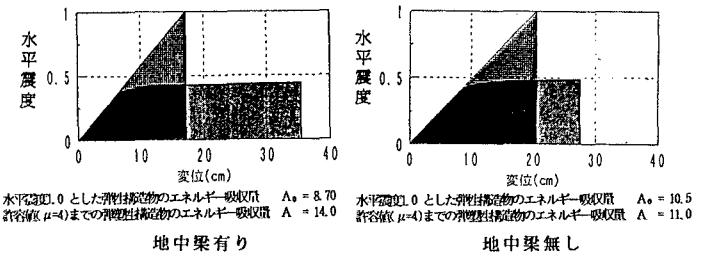


図-3 エネルギー吸収量

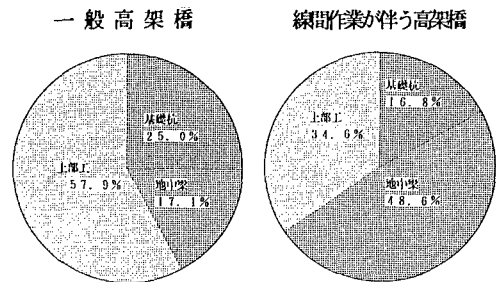


図-4 工事費区分比較

表-2 工期

工事種類	地中梁有り	地中梁無し
基礎杭	0.8ヶ月	
土留工、根堀、地中梁	3.4ヶ月	2.4ヶ月
柱	0.8ヶ月	
上部工	2.3ヶ月	