

地中梁を有さないラーメン高架橋の変位に関する一考察

(株)復建エンジニアリング 正会員 野沢 健次
 (株)復建エンジニアリング 正会員 井口 光雄

1. はじめに

連続立体交差に伴う鉄道高架橋の一般的な構造は、地中梁を有するラーメン構造であるが、営業線近接工事の場合は、線路を切り換えながら狭い作業空間で工事を行うため、地中梁を省略した構造が求められる。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、経済面においても優れているが、地中梁を有しない高架橋では、変位が大きくなり部材断面を大きくする必要がある。本報告では、同形状で地中梁を有する高架橋及び杭径、地盤種別を変化させたケースで比較検討を行い、変位に関する一考察を行った。

2. 解析条件

本検討は図 - 1 に示す RC ラーメン高架橋の線路直角方向を対象とした解析を行った。柱高さは 8.5m、基礎は 1.2m、長さ 21.0m の一柱一杭である。変位（水平）の着目震度としては、耐震標準における変位の検討（L1地震動）に使用される震度とした。設計水平震度は地盤種別により異なるため表 - 1 に示した。解析手法は静的非線形解析、変位増分法により行い、解析ツールは SNAP(VER.3.1)を使用した。検討ケースを 1.【地中梁の有無による検討(杭径 1200、G3地盤)】、2.【杭径を変化させた際の検討(G3地盤)】、3.【地盤種別を変化させた際の検討(杭径 1200)】の 3 項目に分け表 - 2、表 - 3、表 - 4 に示した。また、変位の算出に当たっては、上層梁（節点 11）の変位（水平）とした。但し、変位の算定にあたっては、隣接する高架橋を固定とし、当ラーメンのみ変位するものとした。

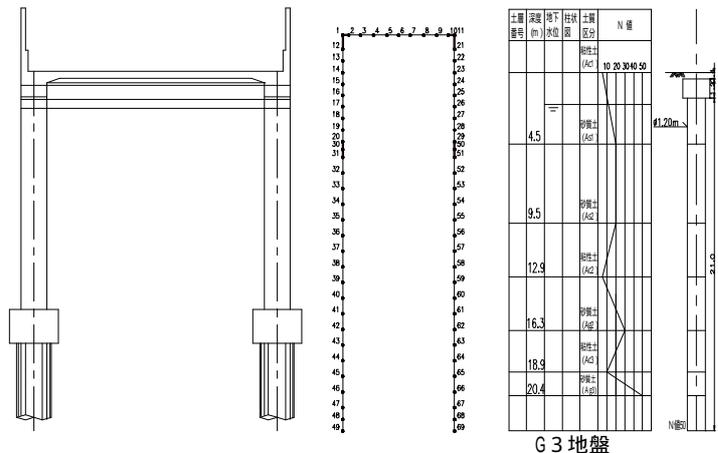


図 - 1 解析モデル

表 - 1 地盤種別毎の設計水平震度（L1地震動）

地盤種別	応答加速度 (gal)	設計水平震度
G1地盤	250	250/980=0.255
G2地盤	300	300/980=0.306
G3地盤	350	350/980=0.357

表 - 2 地中梁の有無による検討ケース

解析ケース	地中梁の有無	部材モデル化	地盤モデル化
	無し	非線形	非線形
	有り	非線形	非線形
	無し	線形	非線形
	有り	線形	非線形
	無し	非線形	線形
	有り	非線形	線形

3. 解析結果

地中梁の有無による検討結果

表 - 5 に示す通り、地中梁を有さないラーメンの方が線形・非線形に関わらず変位が 2 倍以上出ている事が分かり、変位を抑える際に地中梁を入れる事の有効性が確認できた。また、地盤の非線形による影響は当該地盤に関しては、解析ケース と、 との結果を比較しても、あまり影響を受けていない事

表 - 3 杭径の種類

解析ケース	杭径 (mm)
[1]	1000
[2]	1100
[3]	1200
[4]	1300
[5]	1500
[6]	1800

表 - 4 地盤種別の種類

解析ケース	地盤種別
1	G1地盤
2	G2地盤
3	G3地盤

キーワード：耐震設計、静的非線形解析、L1地震動、RC ラーメン高架橋

連絡先：東京都中央区日本橋堀留町 1-11-12 TK 堀留ビル (株)復建エンジニアリング 第 2 技術部 Tel.03-5652-8561 Fax.03-3660-9374

が分かる。また、非線形解析（解析ケース、 ）による解析結果が、線形解析（解析ケース、 ）と比較すると、2倍程度の変位差を得た。この結果の大きな要因としては、ひび割れによる剛性低下の影響が大きく出ていると考えられ、地中梁の有無に関わらず同じ結果を得た。以上の結果を踏まえると変位が大きく出る構造に関しては、非線形解析の重要性が分かる。また、この変位より列車速度を逆算^{注1)}すると地中梁の有無により約90km/h程度の差が生じ、変位が大きく出る構造物では列車速度の制限も受ける事が分る。

杭径を変化させた際の検討結果

杭径を1.0m～1.8m^{注2)}に変化させた結果を表-6、図-2に示す。杭径を上げるに従って変位量はほぼ反比例関係を示し、変位の軽減が読み取れる。従って地中梁を有さないラーメンで杭径を決定する際には、変位量に十分注意する必要がある。

ただし、杭径を上げて、変位を抑える事により、上層梁及び柱の負担が大きくなり、鉄筋量及び断面形状が大きくなる可能性があるため、注意を要する。

地盤種別を変化させた際の検討

地盤種別をG1～G3になるように地盤定数を変化させ、その結果を表-7に示す。G1～G3地盤までの結果をみても、大きく変わる結果は得られなかった。これは、L1地震動時における震度においては地盤が降伏しなかったといえる。変位が地盤の影響を受けていない事がわかる。

注1) 列車速度の算定に関しては【耐震標準 7.12 変位の検討】より、折れ角の照査により算出した。折れ角の制限値は『 $\theta = 5.5 \times (300/V)$ 』である。列車速度を逆算すると、『 $V = 5.5 \times 300 \times 1000 / \theta$ 』 [V: 列車速度、 $\theta = \tan^{-1}(\delta/L)$: 変位量、L: ゲルバー桁長]となる。

注2) 鉄筋量は全ての径において同じとする。

8. おわりに

当初の予想通り地中梁を有さない高架橋での変位の方が地中梁を有する高架橋に対し約2倍程度の変位量がでた。今後、構造形式を決定する上で、変位に関する検討を行い、隣接高架橋の構造形式が異なる場合は、位相差に注意し、変位量が大きくならないような構造形式とする必要がある。

線形解析と非線形解析における変位の比較においても、2倍程度の変位量の差が生まれ、非線形解析の重要性が見られた。またこの差はひび割れによる剛性低下と考えられるが、今後他ラーメンの解析を増やし、同じような結果が得られるか確認したい。

杭径を変化させる事により、変位と杭径でほぼ反比例関係を示す事が分った。

今回の解析ではG1～G3地盤と比較的堅固な地盤での解析を行ったため、あまり大きな差が見られなかった。今後は、G4～G7地盤（液状化時含む）の解析を行い、変位の変化を確認したい。

表-5 地中梁の有無による検討結果

解析ケース	変位(mm)	列車速度km/h ^{注1)}
	173	81
	82	171
	74	190
	35	401
	162	87
	82	171

表-6 杭径を変化させた際の検討結果

解析ケース	変位(mm)	列車速度km/h ^{注1)}
[1]	218	64
[2]	190	74
[3]	173	81
[4]	159	88
[5]	136	103
[6]	110	128

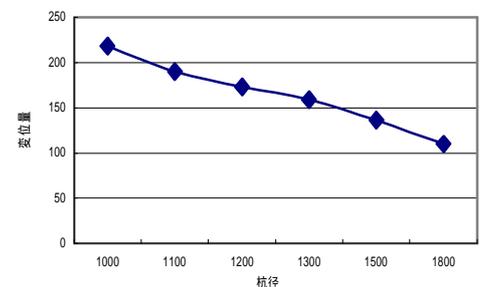


図-2 杭径 - 変位比較図

表-7 地盤種別を変化させた際の検討結果

解析ケース	変位(mm)	列車速度km/h ^{注1)}
1	173	81
2	174	81
3	180	78