

大阪大学工学部 学生員○三宅修司
日立造船(株) 正会員 脇田雄一
大阪大学大学院 学生員 池端文哉

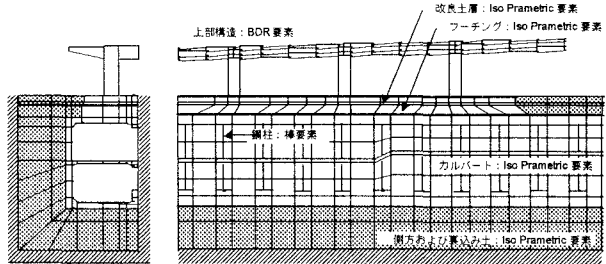
大阪府鳳土木事務所 正会員 北谷龍弥
大阪大学工学部 正会員 西村宣男
大阪大学工学部 正会員 亀井義典

1. まえがき

地下鉄御堂筋線北花田駅直上に建設された立体交差橋は直接基礎を有するラーメン構造で、地下鉄カルバートに与える影響を軽減する工夫が採用されている。橋梁・下部工・地下鉄カルバートおよび周辺地盤の全体解析により、構造物—地盤の相互作用を詳細に検討し安全性を確認した。

2. 有限要素解析モデル

解析モデルは、ハーフモデルを用い、橋軸直角方向の中央面に対称性の境界条件を与えた。また、各構造に対する要素の選定は橋梁本体をBDR要素、フーチング床版、均しコンクリート、改良土層、さらにカルバートを20節点アイソパラメトリック立体要素、鋼管柱を棒要素とした。解析モデルの全体の要素分割形状を図—1に示す。



図—1 全体要素分割図

3. 現地モデルの荷重ケース (図—2)

(1) 死荷重 D_b , D_t

第3回技術委員会(耐震検討)において求められた $W_f=3706\text{tf}$, $W_t=3900\text{tf}$ より

$D_b=3706\text{tf}/16\text{m(幅員)}/251\text{m(橋軸方向幅員)}=923\text{kgf/cm}^2$

$D_t=3900\text{tf}/(101.5\text{m}\times 2\times 2+13\text{m}\times 14)=6630\text{kgf/m}$

(2) 活荷重

道路橋示方書²⁾のL荷重(B活荷重)

$P_1=1200\text{kgf/m}^2$, $P_2=350\text{kgf/m}^2$

(3) 境界位置の断面力

弾性連続梁理論に基づき表—1のような境界位置の断面力を算出した。

4. 構造諸元

(1) 上部構造(橋梁本体)

寸法: 現地モデルを忠実に再現した。

弾性係数: $2.1\times 10^6(\text{kgf/cm}^2)$

(2) フーチング, 地下鉄カルバート

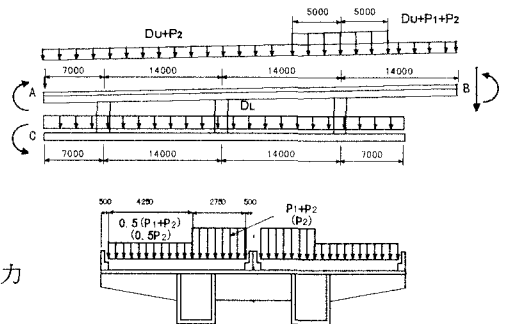
断面により鉄筋の配置および断面積が異なるため、それぞれについて弾性係数を算出した。

(3) 改良土層

北花田駅周辺の地盤に対するN値を基に砂層と粘土層それぞれについて変形係数を求めた。なお、本解析では駅北側のデータを採用した。

5. 考察

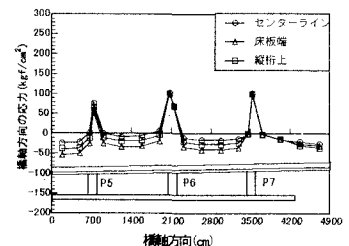
現地モデルの安全性の検討を数値解析により行ったところ以下の結果を得た。



図—2 現地モデルにおける荷重ケース

表—1 境界位置の断面力

境界位置	A		B		C	
荷重	曲げ $M(\text{tf}\cdot\text{m})$	せん断力 $S(\text{tf})$	曲げ $M(\text{tf}\cdot\text{m})$	せん断力 $S(\text{tf})$	曲げ $M(\text{tf}\cdot\text{m})$	せん断力 $S(\text{tf})$
	74	0	527	100	170	0



図—3 床版上面橋軸方向応力

(1) 上部構造

図—3に示す床版上の橋軸方向の応力は橋脚上で引張橋脚間で圧縮となる。最大値は引張側で約100(kgf/cm²)、圧縮側で50(kgf/cm²)となる。また、図—4に示す橋軸直角方向の応力は何れの断面でも主桁上で極大値をとる。最大値は橋脚P7上で100(kgf/cm²)となり、許容値を十分確保している。

(2) フーチング

以下の手順で曲げ引張力が作用する主鉄筋方向断面の主鉄筋に対する応力を算出する。引張側断面に作用する断面力Fの算出する。

$$F = \frac{A}{2} \times E \varepsilon \quad (A=100cm \times h)$$

ここに、E:鉄筋コンクリートの換算弾性係数

$$\sigma_s = F / h2 / A_s$$

次に断面力から鉄筋の応力を算出する。フーチングは2方向スラブであるため、橋軸および橋軸直角方向の応力に対して安全性を検討する。コンクリートに関しては橋軸、橋軸直角方向ともに最大で約40(kgf/cm²)となり設計基準強度σ_{ck}=210(kgf/cm²)に対する許容曲げ応力度70(kgf/cm²)を十分に確保する結果となった。また、主鉄筋(SD30)については橋軸直角方向で最大で約700(kgf/cm²)の応力が発生するが、許容応力度1600(kgf/cm²)を十分に確保する。

(3) 改良土層

改良土層については、鉛直方向の応力に着目した。図—5に示すひずみより応力を算出した結果、±0.5(kgf/cm²)となり、試験値の強度(2.0kgf/cm²)を十分確保する結果となった。

(4) 地下鉄カルバート

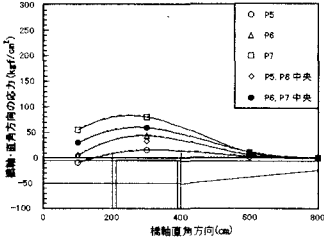
地下鉄カルバートについては、最も作用する荷重が大きいと考えられる、カルバート上面のコンクリートおよび鉄筋について安全性を検討する。ひずみの解析結果から応力を算出する。橋軸直角方向に対しては主鉄筋が配されているため、鉄筋についても算出した。コンクリートに関しては、フーチング同様、上下両層で最大約40(kgf/cm²)となり、許容曲げ応力度80(kgf/cm²)を十分に確保する。また、主鉄筋の応力に関しても、500(kgf/cm²)以内に収まっており、許容応力度1400(kgf/cm²)を十分に確保する結果となった。

6. まとめ

構造物—地盤相互作用を詳細に検討した結果、本立体交差橋梁と地下鉄カルバートのの安全性が確認された。また、柱直下の地下鉄駅舎に対する影響が直接基礎方式の問題点であるが、本工法では連続フーチングを支持梁下に用いることにより、期待通りの地下鉄駅舎への反力の分散が見られた。

参考文献

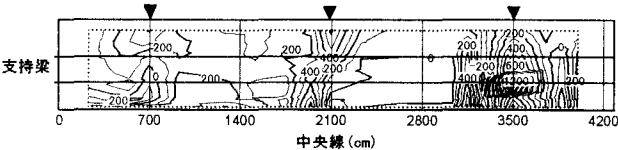
- 1) 小堀為雄・吉田博：有限要素法による構造解析プログラム，丸善出版，1980.12
- 2) 道路橋示方書：（社）日本道路協会，平成8年12月



図—4 床版上面橋軸直角方向応力

表—2 フーチングのひずみ

	上層	下層
橋軸直角方向 (μ)	-150 ~ 150	-200 ~ 200
橋軸方向 (μ)	-60 ~ 60	-60 ~ 60
鉛直方向 (μ)	-150 ~ 150	-150 ~ 150



図—5 改良土層の鉛直ひずみ

表—3 カルバート上部のひずみ

	上層	下層
橋軸直角方向 (μ)	-150 ~ 200	-150 ~ 150
橋軸方向 (μ)	-140 ~ 60	-140 ~ 60
鉛直方向 (μ)	-150 ~ 150	-150 ~ 150

表—4 カルバート上部の応力

	コンクリート 許容値=σ _{ck} /3=80 (kgf/cm ²) (圧縮)	主鉄筋 (SD30, D19) 許容値=1800~1400 (kgf/cm ²)	
		引張	圧縮
橋軸直角方向(kgf/cm ²)	40	430	320
橋軸方向	40		
鉛直方向	40		