

I-B8 主桁が剛結されたラーメン橋脚の動的解析における基礎バネの影響について

阪神高速道路公団 正員 徳永法夫
日本鉄塔工業 正員 小野寺吉政

1. まえがき

上層主桁と橋脚が剛結された立体ラーメン橋脚に対し、基礎の支持条件を固定および基礎バネを考慮した場合について橋軸方向の非線形動的解析を実施した。脚柱の応答モーメントに着目し基礎バネがラーメン橋脚の応答性状に及ぼす影響について考察を行ったので、ここに報告する。

2. 解析モデル

橋脚横梁に剛結される上層の2主桁および脚柱からなる立体ラーメン構造を左右2面の平面モデルに置換してレベル2*地震時の動的解析を実施した。検討対象は阪高速道路湾岸線の剛結ラーメン橋脚である。

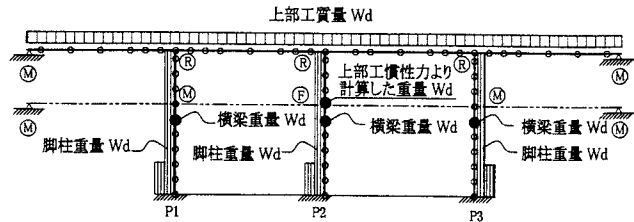


図-1 解析モデル概念図（基礎固定モデル）

解析モデルの概念図を図-1、解析条件を表-1、部材の要素特性¹⁾を図-2に示す。上層桁の死荷重は左右主桁に分配して载荷した。支承で支持される下層主桁は固定支承位置に作用する慣性力として考慮し主桁部材はモデル化していない。

節点は断面変化位置毎に1m以内に設定した。鋼桁および橋脚断面の要素特性は明らかに弾性範囲にとどまる部材は除き非線形要素とし、非線形特性は断面毎に設定した。基礎バネの要素特性は隣接のボーリングデータより道路橋示方書²⁾に従い算出した。基礎バネ考慮モデルではフーチング質量を考慮している。脚柱は軸力変動部材として図-3に示すM-N相関を設定した。

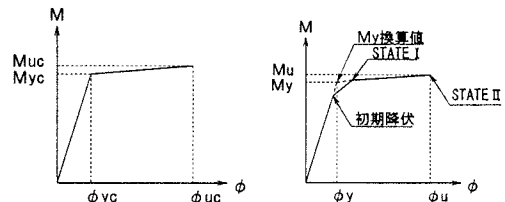
3. 解析結果

(1) 固有周期と入力波の卓越周期

解析モデルの固有周期を表-2に、入力波のフーリエスペクトルを図-4に示す。入力波の卓越周期は東神戸C H-4波で2.48 sec、ポートアイランド波で1.95 secである。剛結ラーメンモデルの固有周期は基礎固定でG1側0.840 sec、G2側0.815 secであり、基礎バネを考慮すると1~3次とも長周期となる傾向がある。

表-1 解析条件

使用プログラム	TDAPⅢ 両アーク情報システム
数値積分法	Newmark β法 (β=0.25)
収束制御法	Newton-Raphson法
積分時間刻み	0.002秒
減衰マトリックス	Rayleigh 減衰
入力地震波	東神戸大橋観測波 (CH-04) 最大加速度: 326 gal ポートアイランド観測波 (N-S) 最大加速度: 341 gal
幾何学的非線形性	考慮しない
使用要素	B E A M 2 D



(1) コンクリート充填部 (2) 鋼単独断面部

図-2 要素特性 (M-φ関係)

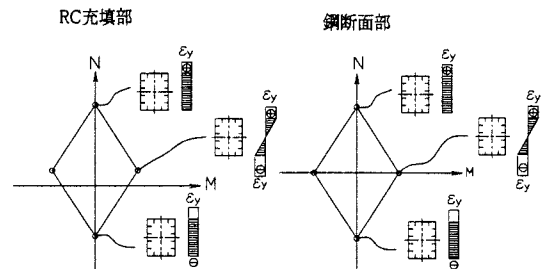


図-3 軸力変動部材 (M-N相関)

キーワード：ラーメン橋脚、非線形動的応答解析、基礎バネ

連絡先（東京都江東区新砂 1-6-27 Tel 03-3645-3187 Fax 03-3647-3253）

（２）最大応答モーメント

脚柱の基部および上部の耐力に対する応答モーメント比を表－３に示す。東神戸CH－４では G1、G2 両モデルとも基礎バネ考慮モデルの応答値は基礎固定モデルの応答値よりも低減する傾向がみられるがボーアイN－Sでは G1 モデルの基部で基礎固定モデルの応答値が基礎バネ考慮モデルの応答値以上となった。

脚柱の基礎固定モデルと基礎バネ考慮モデルとの応答モーメントの比を図－５、図－６に示す。G1、G2 両モデルとも脚柱中間部から上層部にかけて応答モーメントの比が 1.0 以上になるケースがあった。下層桁慣性力載荷脚柱（P2）に対する他脚柱（P1、P3）の応答モーメントの比を表－４に示す。基礎バネ考慮モデルは、基礎固定モデルに比べ応答値が慣性力載荷脚柱（P2）に集中する傾向がある。

４．考察とまとめ

剛結ラーメンの基礎バネモデルでは基礎固定モデルよりも応答モーメントは低下する傾向にあるが、表－４に示すように基礎固定モデルと基礎バネ考慮モデルで脚柱間の応答値が変化するため、局部的には基礎バネ考慮モデルが基礎固定モデルの応答モーメントを上回る箇所もある。

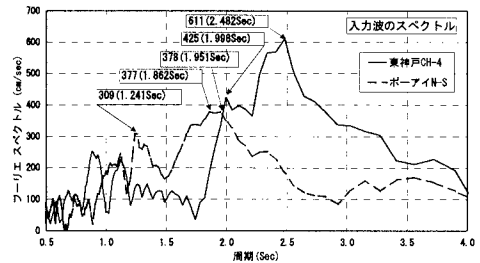
基礎固定の条件が必ずしも安全側の評価とはならないので、剛結ラーメン橋脚の耐震検討を行う際には基礎バネ考慮モデルの照査の位置付けに注意を要する。

表－３ 許容値に対する応答モーメントの比

	入力波	基礎バネ	P1	P2	P3
G1	基部	東神戸CH-4 固定	0.75	0.78	0.74
		考慮	0.65	0.76	0.72
		ボーアイN-S 固定	0.46	0.73	0.66
	上部	考慮	0.48	0.75	0.65
		東神戸CH-4 固定	0.71	0.55	1.05
		考慮	0.64	0.51	0.97
G2	基部	東神戸CH-4 固定	0.42	0.48	0.74
		考慮	0.42	0.56	0.70
		ボーアイN-S 固定	0.74	0.82	0.74
	上部	考慮	0.68	0.76	0.71
		東神戸CH-4 固定	0.47	0.69	0.66
		考慮	0.46	0.75	0.61
G2	基部	東神戸CH-4 固定	0.70	0.56	1.05
		考慮	0.69	0.52	0.99
		ボーアイN-S 固定	0.42	0.44	0.75
	上部	考慮	0.43	0.52	0.70

参考文献

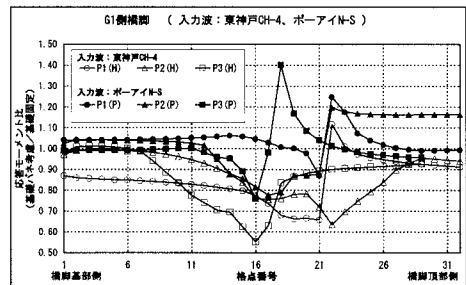
- 1) 北沢、堀江、西岡：阪神高速道路における鋼製橋脚の耐震設計、鋼製橋脚の非線形数値解析と耐震設計に関する論文集、p17～p22、1997年5月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、平成8年12月



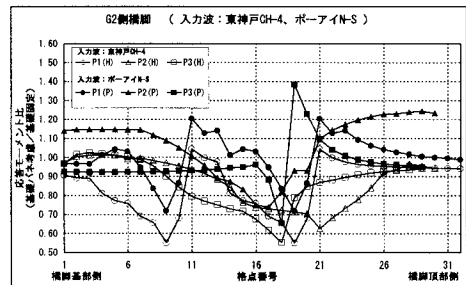
図－４ 入力波のフーリエスペクトル

表－２ 解析モデルの固有周期

	G1側モデル (sec)	G2側モデル (sec)
基礎	固定	バネ考慮
1次	0.840	0.898
2次	0.699	0.706
3次	0.494	0.498



図－５ 応答モーメント比 (G1)



図－６ 応答モーメント比 (G2)

表－４ P2 脚柱に対する応答モーメント

モデルと入力波	脚柱	基礎バネ	
		固定	考慮
G1東神戸CH-4	P1	0.510	0.457
	P3	0.357	0.356
G1ボーアイN-S	P1	0.338	0.343
	P3	0.339	0.328
G2東神戸CH-4	P1	0.481	0.450
	P3	0.340	0.339
G2ボーアイN-S	P1	0.363	0.308
	P3	0.361	0.293