

首都高速道路公団 正会員 池内 武文

〃 〃 飯野 忠雄

〃 〃 遠藤 有昭

1. はじめに 本報告は、首都高速道路公団が足立三郷線に建設を予定しているSUDンパー形式の9径間連続プレストレストコンクリート桁の動的解析に関するものである。SUDンパー形式とは、図1で示すように桁と橋脚をPCケーブルと可動支承で柔らかく結んだ免震構造のことである。第34回年次講演会で同名の報告を行っているが、その報告は詳細設計前の動的検討をまとめたものである。ここでは、平面骨組モデルを用いて解析するときの解析上の仮定、解析モデル、解析方法、入力条件の選定理由が詳しく述べられている。また、橋軸方向の解析で各橋脚への水平反力の分散が静的解析同様均等になされ、桁と橋脚が各々独自の振動をすること、橋軸方向で長周期の振動が卓越し橋軸直角方向で短周期の振動が卓越すること、橋軸直角方向の橋脚下端最大応答曲げモーメントが橋軸方向のものより大きくかつ抵抗モーメントよりも大きくなることなども述べられている。

今回は、前回の動的解析の後変更した点を挙げ、最終的な構造での平面骨組モデルによる動的解析と立体骨組モデルによる橋軸直角方向の動的解析について報告する。平面骨組モデルの解析方法については簡単に触れるのみとする。

2. 平面骨組による動的解析 (1)前回の動的解析後の変更点

動的解析の結果橋軸直角方向の応答値が柱の抵抗モーメントよりも大きくなることと、単柱2本の橋脚よりラーメン構造の方が破壊に対して安全であることを考慮し、横梁を入れ2本の柱を結んだ。柱自体の作用モーメントが低下したので景観を考慮し柱断面を小さく続けた。端部PCケーブル長が制限されPCケーブルのバネ定数が大きくなった。(2)動的解析ケース 今回行った動的解析ケースを一覧表にしたのが表1である。平面骨組モデルは、解析方向によって支承条件による違いはあるが9径間一体の多質点系モデルとした。入力波は、前回の動的解析で大きな応答値を示した地震波を選び、橋軸方向と橋軸直角方向の応答値を比較するため両方向に同じ地震波を入れた。(3)橋軸方向動的解析結果 橋軸方向の応答値の1例として、図2に橋脚下端の最大応答曲げモーメントを示す。EL-CENTRO地震波に対する応答値は、 $P_2 \sim P_9$ では静的解析値よりも小さくかつ各橋脚に均等に水平反力が分散されている。東松山地震波に対する応答値は、静的解析値の約1.5倍になっている。桁の最大応答変位をみると、静的解析値で88mm、EL-CENTRO地震波では32mm、東松山地震波では164mmである。桁および $P_2 \sim P_9$ 橋脚は長周期成分の多い東松山地震波に対する応答が大きくなった。 P_1 と P_{10} の橋脚は連続桁の端支点で、橋軸方向では可動支承の摩擦力による相互作用をもつのである。解析結果によると、連続桁の一部というよりも各橋脚独自の振動特性に従って挙動している。 P_1 橋脚は固有

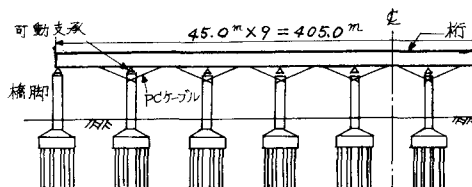


図1 SUDンパー形式説明図

表1 動的解析ケース

解析方向	解析方法	入力加速度	減衰定数	入力波	支承条件
橋軸方向	直接接合法	250 gal	0.02	EL-CENTRO	PCケーブルと可動支承
	平面骨組モデル			東松山	
橋軸直角方向	モーダルアナリシス	250 gal	0.2	EL-CENTRO	全支承ヒンジ
	平面骨組モデル			東松山	
	モーダルアナリシス	250 gal	0.2	EL-CENTRO	全支承ヒンジ
	立体骨組モデル			東松山	

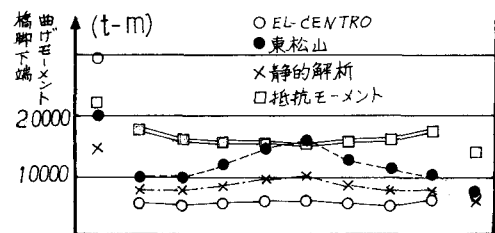


図2 橋軸方向の橋脚下端最大応答曲げモーメント

周期が短いので、EL-CENTROの地震波に対する応答が大きくなった。前回の動的解析結果と比較すると、PCケージルのバネ定数が約1.8～1.0倍になっているため連続桁の固有周期が短くなり東松山地震波の卓越周期に近ずき、(東松山地震波による応答値)÷(静的解析値)の値が大きくなった。(4)橋軸直角方向動的解析結果 固有値解析の結果、卓越している固有周期は約0.3秒であった。図3は橋脚下端の最大応答曲げモーメントを示したものである。EL-CENTROの地震波に対する応答値は静的解析値の約1.3倍、抵抗モーメントの0.82～0.39倍となった。東松山地震波に対する応答値は各々約1.1倍、0.64～0.34倍となった。前回の動的解析では固有周期は約0.5秒であった。またEL-CENTRO地震波による橋脚下端の最大応答曲げモーメントは抵抗モーメント以上であった。ラーメン橋脚にすることによって、構造系は剛になり、橋脚下端の曲げモーメントは小さくなり安全でかつスリムな橋脚が可能となった。

3. 立体骨組による動的解析 (1)立体骨組モデル 解析している9径間連続橋は全長が405mであり、曲率半径R÷500mの円弧とそれに接続するクロソイドによってゆるやかに曲がっている。P₉～P₁₀間は隣接する拡中の影響を受け中員が19.45m～23.72mと変化しており、橋脚高はP₉へ近づく程高くなっている。これらの要素がどの程度動的解析に影響するか調べるため、図4のモデルで動的解析を行なった。連続橋を多質点系モデルにおきかえ、質点の自由度は縮約をほかり低減を行なった。構造寸法、入力波、諸定数は平面骨組モデルでの解析に使用したものと同じにしている。解析方法は、平面骨組モデル同様線形モデルなのでモーダルアナリシスとした。振動モードは、1次から30次までを考慮した。曲げだけなら20次までで十分だったが、捩れを考えると30次まで必要となった。

(2)動的解析結果 固有値解析結果を平面骨組モデルのものと比較したのが表2である。立体骨組モデルの値は橋軸直

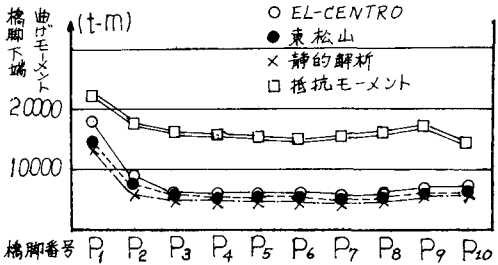


図3 橋軸直角方向橋脚下端最大応曲げモーメント

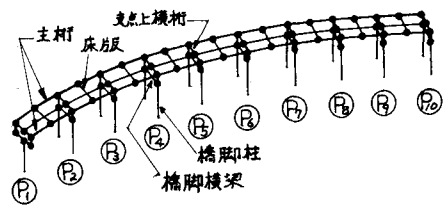


図4 立体骨組モデル概略図
表2 固有値解析結果 (固有周期の単位:秒)

立体モデル	モード次数	5	9	11	13	20
	刺激係数	1.956	4.375	1.413	-0.595	0.386
	固有周期	0.410	0.267	0.256	0.239	0.212
平面モデル	モード次数	1	2	3	4	5
	固有周期	0.418	0.295	0.287	0.283	0.262

表3 立体骨組と平面骨組の応答比較 (橋脚下端M/mm)

入力波	モデル	P ₁	P ₂	P ₅	P ₆	P ₉
EL-CENTRO	平面骨組	18125	4423	3073	3061	3443
	立体骨組	19900	4160	2770	2830	3190
東松山	平面骨組	14181	3840	2756	2692	3061
	立体骨組	14200	3480	2440	2440	2870

角方向の曲げの刺激係数が0.1以上のものを低次から並べたものである。両解析結果がよく対応していることがわかる。振動モードもよく対応している。橋脚下端の最大応答曲げモーメントを柱1本当たりで比較したのが表3である。立体骨組モデルの応答値は、平面骨組モデルの応答値の1.1～0.86倍となりほとんど同じ値となった。特にP₂～P₉では全ての橋脚で立体骨組モデルのモーメントが平面骨組モデルのものより小さくなり、曲率や拡中の影響はほとんど無かったと考えられる。最大応答変位は、平面骨組モデルのもの0.8～1.5倍であった。

4. おわりに Sリダンパー形式の9径間連続プレストレストコンクリート桁という新しい構造形式の詳細設計において、動的解析結果を考慮しながら設計をすすめてきた。橋軸直角方向の解析で明らかとなった橋脚下端の大きな曲げモーメントについては、横梁を入れることで安全をほかり同時にスリムな橋脚にすることができた。曲率や拡中の影響については、立体骨組モデルを用いて安全を確認することができた。

最後に、本報告の作成に御協力頂いた新構造技術株式会社の諸氏に感謝します。
(参考文献)「免震材を用いた9径間連続コンクリート橋の動的解析」第34回年次講演会 遠藤、音川、池内