

PS I -13

静的フレイム法による 連続橋の橋軸直角方向の耐震計算法

建設省土木研究所 正員 ○ 川島 一彦 長谷川金二
" 小山 達彦 吉田 武史

1. まえがき

現行の道路橋の耐震計算では、橋全体を1基の下部構造とそれが支持している上部構造部分を単位とする構造系に分割し、各々の構造系ごとに支点反力に設計震度を乗じた地震力を作用させることにより断面諸元を定めている。この方法では、上部構造の連続性が見込まれていないため、上記の構造系が独立に振動するとは見なせない場合には、正しい結果を得ることができない。

本文は、上記の観点から、震度法により簡便に連続橋の耐震計算を実施する方法として提案した静的フレイム法について、その適用性を報告するものである。

2. 静的フレイム法の概要

静的フレイム法は、1) 1次の振動モードによる応答は他の振動モードによる応答に比較して卓越する、2) 自重による変位は1次の振動モードに近似するという点を利用して、図-1の流れに従い、固有周期を求め、地震力を算定する方法である¹⁾。簡単に言えば、固有周期に応じた設計震度に自重を乗じた力を水平力として作用させる方法であり、この点では、すでに従来からも実設計に使用されてきた方法と何ら変わる所はない。ただし、全体系の固有周期を簡単に求める過程を付け加え、震度×自重を水平方向に作用させることの力学的な意味をはっきりさせた点が特徴となっている。

図-2は、従来の震度法（以下、これを支点反力法と呼ぶ）及び動的解析法と対比して、静的フレイム法の位置付を示したものである。静的フレイム法は、基本固有周期及び基本固有モードのかわりに、それぞれ、レイレー法により求めた近似的な固有周期及び静的たわみを用いており、基本的には、1次のモードのみを考慮した応答スペクトル解析結果と同じ結果を与えると考えられる。従って、振動モード形を近似的に考慮しているという点で、従来の支点反力法よりも適用範囲は広く、また、2次以上の高次モードを考慮していないという点で、一般の動的解析よりも適用範囲は狭い。しかしながら、従来の震度法による耐震計算法の流れにあり、実務設計上は有効な方法と考えることができる。

3. 試算による静的フレイム法の適用性の検討

上部構造、下部構造、基礎、地盤の各条件を種々変化させた36橋に対して、静的フレイム法、支点反力法、単純桁法（橋を各径間の中央で切り、それぞれの重量を当該橋脚の分担とする計算法）の3者を時刻歴地震応答解析結果と比較すると図-3及び4のようになる。ここで、入力は、開北橋記録（1978年宮城県沖地震）及び津軽大橋記録（1983年日本海中部地震）とした。これによれば、時刻歴地震応答解析結果に対する各方法による値の比は、全体としては3種類の方法により大差がないように見えるが、詳細にみると、静的フレイム法はいろいろな面で適用性が広いことがわかる。また、表-1は、時刻歴地震応答解析結果に比較して、著しく過小に断面力を評価する場合（50%以下）及び過大に評価する場合（150%以上）の件数（橋数）を示したものである。これによれば、耐震設計で最も基本となる橋脚の曲げモーメントについては、静的フレイム法は他の2法のように過小でも過大でもなく、良好な結果を与えている。ただし、橋台については、入力地震動によっては過小に評価する場合もある。橋台では、橋軸直角方向の地震力によって構造が決まる場合は一般に少ないが、一応、このような点には注意しておかなければならない。なお、静的フレイム法によっても橋台の断面力を過小に評価するのは、大部分が橋脚高さ40m以上のハイビアーの場合である。したがって、このような橋では、静的フレイム法によってもなお不十分であり、動的解析により耐震性を照査することが必要とされる。

図-4は、3径間連続橋の両サイドに、それぞれ、さらに3径間が接続する場合の端橋脚の曲げモーメントに着目して、支点反力法と静的フレイム法の適用性を示したものである。支点反力法では、端橋脚では、それ以外の橋脚（中間橋脚）に比較して曲げモーメントを過小に評価しやすいのに対して、静的フレイム法では、このような特性がかなり改善されているのがわかる。

4. まとめ

以上、橋軸直角方向の耐震計算に対する静的フレイム法の適用性を示した。なお、この方法は、橋軸直角方向だけでなく、多点固定方式による橋軸方向、あるいは、2層、3層フレイム構造、等の耐震計算にも使用可能である。

【参考文献】

川島、長谷川、小山、吉田：連続橋の耐震設計法 ——（その2）静的フレイム法による地盤種別が変化しない場合の耐震計算法（橋軸直角方向）の提案 ——、土木研究所資料、第2409号、昭和61年9月

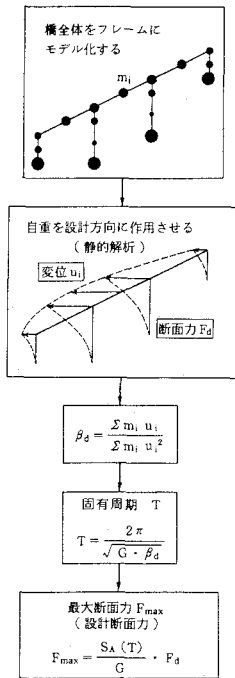


図-1 静的フレーム法の計算フロー

- ①従来の耐震計算法(支点反力法)
1基の下部構造とそれが支持する上部構造系に分割する
- ②静的フレーム法
- ③1次モードだけを考慮した
応答スペクトル解析法
- ④多自由度を考慮した
応答スペクトル解析法
- ⑤多自由度系を考慮した
時刻歴地震応答解析法

図-2 静的フレーム法の位置付

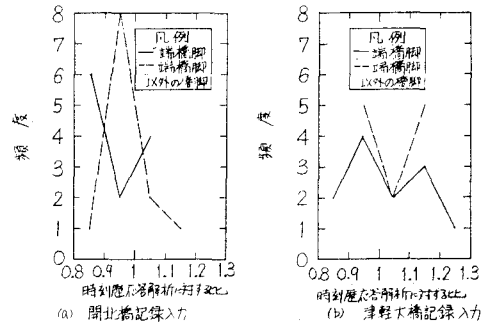
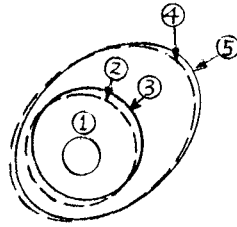


図-5 時刻歴地震応答解析に対する橋脚基部の最大曲げモーメント比の頻度(支点反力法の場合)

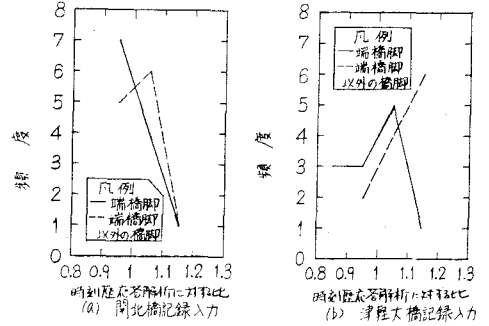


図-6 時刻歴地震応答解析に対する橋脚基部の最大曲げモーメント比の頻度(静的フレーム法の場合)

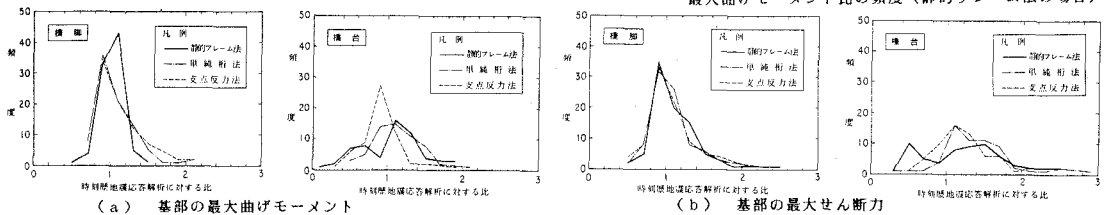


図-3 時刻歴地震応答解析に対する比(開北橋記録を入力した場合)

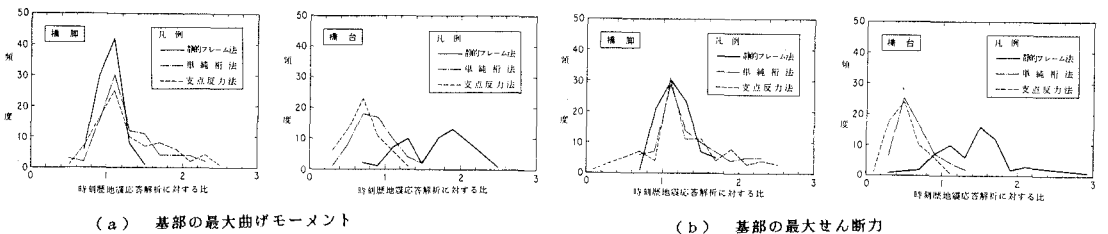


図-4 時刻歴地震応答解析に対する比(津軽大橋記録を入力した場合)

表-1 極端に断面力が小さく求められる場合(時刻歴地震応答解析に対する比が50%以下)及び大きく求められる場合(同、150%以上)のケース数

		50%以下						150%以上					
		開北橋記録自己比較			津軽大橋記録自己比較			開北橋記録自己比較			津軽大橋記録自己比較		
		橋脚・橋台基部		支床位置	橋脚・橋台基部		支床位置	橋脚・橋台基部		支床位置	橋脚・橋台基部		支床位置
		曲げモーメント	せん断力	せん断力	曲げモーメント	せん断力	せん断力	曲げモーメント	せん断力	せん断力	曲げモーメント	せん断力	せん断力
橋脚	基礎解析法	0	1	4	0	0	0	5	2	3	22	10	47
	支点反力法	0	1	4	0	0	1	8	2	5	25	11	24
	静的フレーム法	0	0	7	0	0	3	0	1	0	0	0	0
橋台	基礎解析法	0	0	6	20	5	11	7	6	1	0	0	16
	支点反力法	5	0	19	36	8	50	0	2	0	0	0	0
	静的フレーム法	6	4	8	1	0	2	7	4	1	24	15	16