

I-612

震度法による連続橋の耐震計算法

建設省土木研究所 正員 ○川島 一彦

長谷川金二

長島 博之

1 まえがき

著者らは、以前に連続橋の耐震計算法として「静的フレーム法」を提案した。これは、橋を「設計振動単位」に分割し、それぞれの設計振動単位ごとに固有周期を求め、設計震度を定め、慣性力を算出するものである。しかし、その後の検討で静的フレーム法を用いると従来の支点反力法に比較してかなり異なった慣性力の分担となる場合があることがわかってきたので、その特徴と適用の範囲を整理した結果を報告する。

2 静的フレーム法と支点反力法の比較

静的フレーム法と支点反力法で慣性力の分担がどのようになるかを比較する。検討対象は、図-1に示す3橋である。上部構造はいずれも等スパンの3径間連続橋で、下部構造のみが異なっている。表-1は下部構造が分担する慣性力を比較したものである。これより、以下の点がわかる。

1) 対象橋①は都市内の高架橋タイプで、橋脚高さは同じである。等スパンであるため、支点反力の比は橋台(A1、A2)を1.0とすれば橋脚(P1、P2)は2.75となり、支点反力法では慣性力もこの比で配分される。静的フレーム法もほぼ同様の結果を与えている。

2) 対象橋②は河川の横断タイプである。対象橋①と同じ支間割であるから、支点反力法では対象橋①と同じ慣性力の配分となる。これに対して、静的フレーム法では支点反力法に比較して、橋台の分担が約2倍にまで増加し、橋脚の分担が60%程度まで減少する。この理由は、橋台の剛性が橋脚の剛性に比較して非常に高いため、静的フレーム法では剛性の高い橋台の分担が大きくなるためである。

3) 対象橋③は谷部横断タイプで、橋脚高さが大きく異なるため、橋脚～橋台間と同時に橋脚間にも剛性に大きな違いがある。静的フレーム法では、橋脚高さが低いP1に慣性力が集中し、橋脚高さが高いP2には支点反力法のわずか13%しか生じない。

3 静的フレーム法による慣性力の特徴

静的フレーム法では、橋台や複数の橋脚がある場合には背の低い橋脚のように、相対的に剛性が高い下部構造が分担する慣性力が大きくなる。これとは反対に、橋台と橋脚の両者がある場合には橋脚、また高さの異なる橋脚が隣接する場合には背の高い橋脚のように、相対的に剛性が低い下部構造が分担する慣性力が小さくなる。これは、静的フレーム法では上部構造の剛性を考慮した上で慣性力を算出しているため当然の結果であり、下部構造の剛性に応じて上部構造から下部構造に伝達される慣性力を算出できる静的フレーム法が正しい結果を与えている。この意味では、支点反力法では図-1のいずれの条件においても慣性力が同一となることの方に矛盾があると言えよう。

ただし、対象橋②の場合に、静的フレーム法による結果で耐震設計した場合には、橋台の断面には一般に余裕があるため支点反力法により定めた断面とほとんど変わらないが、橋脚では両方法の慣性力の違いに相当する分だけ、静的フレーム法では断面が小さくなる。静的フレーム法の結果をそのまま用いて橋脚断面を一般に現在採用されているよりも小さくすると、結果的に地震時に下部構造が大きく変形することになり、上部構造に生じる変位・変形が大きくなる。したが

って、中には上部構造の諸元が耐震設計で決まる場合も出てくるであろう。一般に、我国では剛性の大きな下部構造で上部構造をがっちりと支持する構造が伝統的に採用されてきている。我国における橋の震災経験も全てこのような条件に対するものであり、ある意味で上下部構造全体で地震に耐えるような構造系に対しては震災経験はないといえる。さらに、過去の震災例によれば支承部や下部構造では大地震時には損傷を受ける場合もあり、このような状態になると必ずしも静的フレーム法で計算される通りの状況とはならない可能性があることも考慮しておかなければならない。

また、対象橋③のように橋脚の剛性に著しいアンバランスがあると、特定の橋脚へ慣性力が集中する反面、その他の橋脚への慣性力の分担が極端に小さくなることがある。ここには示さないが、場合によっては上部構造から下部構造に伝達される慣性力が負となる場合、すなわち橋脚が上部構造の慣性力を分担するのではなく、橋脚の剛性が小さすぎるため橋脚の慣性力が上部構造を介して他の下部構造に伝えられる場合すらある。したがって、基本的には静的フレーム法の計算が正しいとしても、上述した大地震時の損傷等計算に乗らない不測の事態等を考慮すると何らかの下限値を設ける必要がある。

4 静的フレーム法の適用

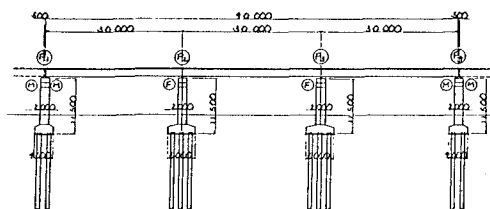
以上のような点を種々勘案し、静的フレーム法の適用を以下のようにすることを提案する。

1) 橋脚間の剛性の差が小さい連続橋（対象橋①及び対象橋②）では、従来の耐震設計法との整合性等も考慮し、支点反力法を用いる。

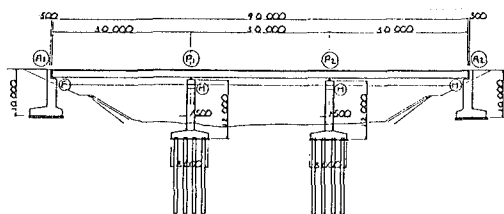
2) 橋脚間の剛性の差が大きい連続橋（対象橋③）、もしくは連続ラーメン橋などのように上下部構造の区別のつけがたい連続橋では、静的フレーム法を用いる。ただし、連続けた橋の場合には支点反力により求められる慣性力を下回ってはならない。

参考文献

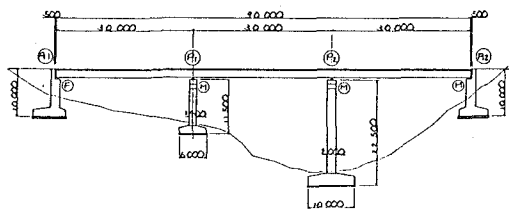
1) 川島 他：静的フレーム法による連続橋の橋軸直角方向の耐震計算法、土木学会第42回年講、昭和62年



(a) 対象橋①



(b) 対象橋②



(c) 対象橋③

図-1 試算の対象とした連続橋

表-1 上部構造の慣性力の分布（単位はtf）

		A1 (P1)	P1 (P2)	P2 (P3)	A2 (P4)
対象橋① (内は橋脚 接合を考慮した場 合)	支点反力法	27.6 (55.2)	75.9	75.9	27.6 (55.2)
	静的フレーム法	25.4 (53.0)	78.1	78.1	25.4 (53.0)
対象橋②	支点反力法	27.6	75.9	75.9	27.6
	静的フレーム法	54.7	48.0	50.5	53.9
対象橋③	支点反力法	27.6	75.9	75.9	27.6
	静的フレーム法	32.5	101.4	9.8	63.1