

上路式鋼アーチ橋の耐震性評価に関する研究

九州大学大学院 学生員 藤井 義法 九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲
九州大学大学院 正会員 矢葺 亘 (株) 構造技術センター 正会員 大江 豊

1. はじめに

合成桁橋では、コンクリート床版に床版としての機能とともに主桁の一部としての機能も期待することから、経済的な設計が可能となる。今回、対象とした上路式アーチ橋は、設計を行った当時（昭和53年）、床版と主桁、縦桁とは連結されていないと仮定した非合成桁として設計されていた。しかし、最近の実応力測定、実橋振動実験結果から非合成と仮定した橋もスラブアンカーの存在により、完全合成に近い挙動を示すことが周知の事実とされている。こうしたことから、より現実に近い条件で解析を行うためには床版と桁との合成断面を考慮する必要がある。本検討では、床版剛性を合成桁として考慮した場合と床版剛性を考慮しない場合の地震時挙動を比較し、その影響を検討した。

2. 解析手法

今回対象とした橋梁を図-1に示す。解析モデルは、図-2に示す3次元骨組モデルである。表-1に構造概要を示す。床版剛性を考慮したモデルと考慮していないモデルの2種類を考え、このうち、床版剛性を考慮したモデルでは床版の曲げ有効幅を考慮し、主桁と床版の合成断面の剛性を決定した¹⁾。また、縦桁と床版の合成も考慮し、仮想主桁を設けた。軸剛性は、床版を全断面有効として桁に分割して与えた。アーチリブ、鉛直材横繫ぎ材、斜材をはり要素、その他をトラス要素とした。なお、部材はすべて線形である。

減衰には、時刻歴応答解析における数値積分法にはNewmark β 法($\beta=1/4$)を用い、積分時間間隔を0.001秒とした。減数マトリクスは歪みエネルギー比例型のモード減衰を算出し、卓越するモードにおけるレーリー型の減衰マトリクスを使用した。部材減衰は2%とした。入力地震波は、神戸海洋気象台の標準地震波N-S成分を用い、橋軸方向と橋軸直角方向にそれぞれ1方向入力した。図-3に入力地震波の加速度応答スペクトルを示す。地域別補正係数は0.85である。

3. 解析結果

表-2に床版剛性を考慮した場合としない場合の固有値解析結果を示す。床版剛性を評価することにより、1次固有周期が約7%短くなっている。固有周期1.6秒時で、約650gal、固有周期1.5秒時で約700galとなっている。

表-1 構造概要

構造概要	橋長(m)	410.0
	総鋼重(kN)	35,466
	主径間(1連分)内訳	
	支間割(m)	40.0+220.0+40.0
使用材料	鋼重(kN)	31,144
	コンクリート	$\sigma'_{ck}=23.5\text{N/mm}^2$
	鋼材	SM490Y
		SM570
		SS400

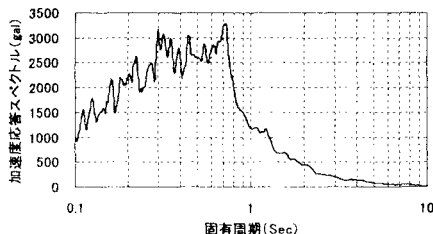


図-3 加速度応答スペクトル

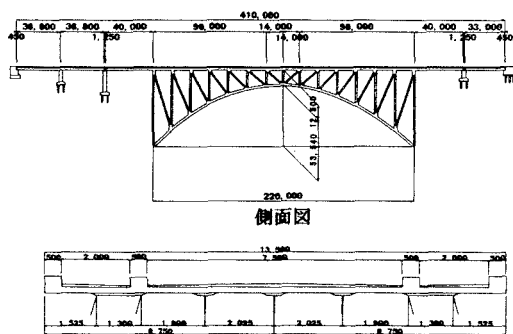


図-1 対象橋梁図

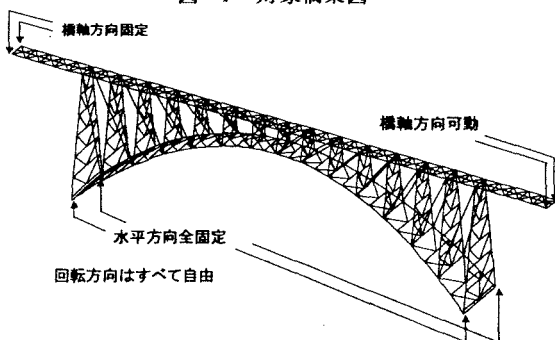


図-2 解析モデル(床版考慮モデル)

表-2 固有周期

次数	固有周期 (Sec)	
	床版非考慮	床版考慮
1	1.606	1.491
2	1.046	0.876
3	0.749	0.610
4	0.738	0.579
5	0.654	0.568
6	0.652	0.539
7	0.600	0.536
8	0.555	0.404
9	0.451	0.397
10	0.449	0.392

(1) 橋軸方向入力

図-4は補剛桁面内最大曲げモーメント分布図である。床版非考慮モデルでは、最も外側の鉛直材位置と、この位置から両端支承部にかけて応答が大きくなっていたが、床版考慮により応答が低減している。

図-5はアーチリブ面内最大曲げモーメント分布図である。床版非考慮モデルではピン支承側の応答が大きくなっていたが、床版考慮により、その部分の応答が約半分と大きく低減している。

(2) 橋軸直角方向入力

図-6は補剛桁面外最大曲げモーメント分布図である。床版考慮により、桁全体の応答が大きくなっている。これは、主桁の剛性が大きくなったことにより、地震時の応答を大きく受け持つようになったためであると考えられる。床版非考慮モデルでは支承部の応答が目立っていなかったが、床版考慮により応答が集中したことが特徴的である。

図-7はアーチリブ面外最大曲げモーメント分布図である。床版非考慮モデルでは、両端の支承部とアーチクラウン部で曲げモーメントが大きく低減している。床版考慮により、アーチクラウン部で約30%、支承部で約40%応答が低減されている。

(3) 降伏判定

線形解析における降伏判定の結果、床版非考慮のモデルでは、図-8のようになった。降伏と判定された部材を太線で示す。特に橋軸方向入力の場合に塑性化する部材が多く、主桁、アーチリブ、鉛直材、斜材が塑性化した。橋軸直角方向入力時では、アーチリブ、鉛直材が塑性化した。床版剛性を考慮したモデルでは、これらの部材の塑性化はすべてなくなったことから、その影響が大きいと言える。

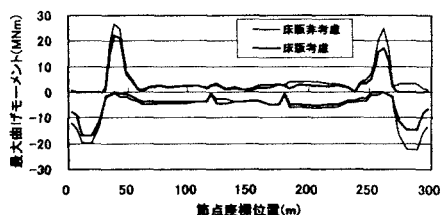


図-4 橋軸方向入力時の補剛桁面内最大曲げM

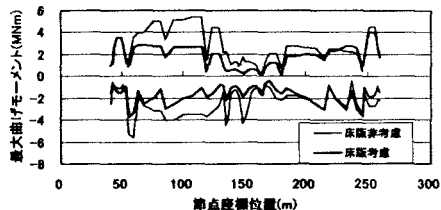


図-5 橋軸方向入力時のアーチリブ面内最大曲げM

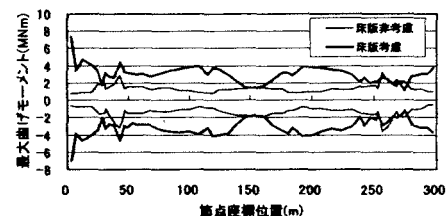


図-6 橋軸直角方向入力時の補剛桁面外最大曲げM

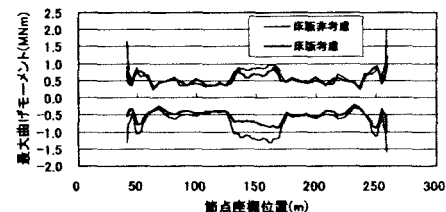


図-7 橋軸直角方向入力時のアーチリブ面外最大曲げM

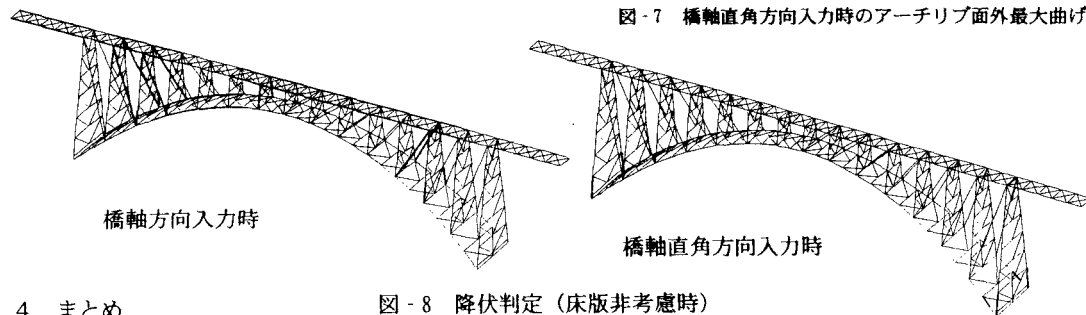


図-8 降伏判定 (床版非考慮時)

4. まとめ

本検討に用いたモデルに対し、床版の剛性を考慮して桁に取り込み、合成断面として評価することにより、塑性化する部材が減少するという結果が得られた。しかしながら、本検討では、部材は線形であり、1入力地震波、1方向入力であることを考慮すると、今後の課題として、入力地震波による影響、部材の非線形性考慮の影響、また3方向同時入力とした場合の影響などを検討する必要がある。

参考文献 1) 日本道路橋会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、H8年12月

〔謝辞〕 本橋のデータをご提供頂いた(株)横河ブリッジ佐々木保隆氏に対し、謝意を表する。