

桁端対傾構のRC巻立効果のシミュレーション解析

高田 機工 暢 正員 山 田 靖 則
 大阪大学工学部 正員 川 谷 充 郎
 日立造船 暢 正員 嶽 下 裕 一

1. まえがき 橋梁上部工の各種振動に起因する環境振動問題について、対策案としてあるいは実施工として多くの検討がなされている¹⁾。それらの検討のうち、設計基準²⁾に取り込まれている工法として、桁端の対傾構(端対傾構)を鉄筋コンクリートで巻立てる工法がある。この工法は日本道路公団の橋梁で試験施工されて効果が認められ、東京外環道路の桁端部の対傾構・横桁の標準に採用されている。また、建設省土木研究所でも、所内の試験橋梁において施工され、実車による走行試験を行って、その効果を確認している^{3), 4)}。しかし、いずれの事例も実橋に対して施工されたものであり、解析的検討はなされておらず、巻立構造詳細の合理性については未検討であるといつてよい。筆者らは主桁、床版および対傾構をそれぞれモデル化し、その上を三次元車両モデルを走行させる動的応答解析手法を開発した⁵⁾。ここでは、その解析手法を用いて、端対傾構のRC巻立工法の効果を確認し、合理的な構造を検討した。

2. 解析概要 2.1 橋梁モデル 対象橋梁の構造モデルを Fig.1 に、諸元を Table 1 に示す。主桁は合成桁としての曲げ剛性を、対傾構は換算曲げ剛性を有する梁としている。端対傾構では曲げ剛性のほかにねじり剛性を評価した。 $J=0$ は端横桁と床版との回転角を拘束しない(床版と巻立コンクリートを結合しない)、 $J=J_i$ は回転角を拘束する(床版と巻立コンクリートを結合する)条件を考慮したものである。また、主桁のねじり剛性として床版、腹板および下横構からなる疑似箱桁としてのねじり剛性の $1/3$ を各主桁に考慮した。床版は板厚17cmの等方性板とした。

2.2 車両モデル 車両は前軸1軸、後軸2軸のダンブトラックを想定し、Fig.2に示す三次元車両モデルを用いた。このモデルの諸元を Table 2 に示す。

2.3 動的応答解析 解析対象モード次数は20次までを考慮し、数値積分にはニューマークの β 法を用いた。応答値の評価量は主桁支間中央部の加速度、端対傾構中央部の加速度および主桁の反力である。

3. 解析結果 3.1 RC巻立効果 Table 1 に示す諸元の巻立を行った場合の解析結果の時系列例を Fig.3 に、計算結果のRMS値を Table 3 に示す。この表から、端対傾構のRC巻立工法はそれ自身の大幅な振動軽減効果のほかに、橋体の全体振動とりわけねじり振動を抑える効果のあることが分かる。また、巻立コンクリートと床版は結合させる方が振動軽減効果が大きい。これは文献 4)の結果と符合していると考えられる。

3.2 パラメータ解析 RC巻立工法を設計に反映させるため、端対傾構の曲げ剛性をパラメトリックに変化させた解析を行った。その結果を端対傾構の応答加速度、主桁の応答加速度および反力の変動値のRMS値について Fig.4 (a)~(c)に示す。以上のシミュレーション解析により以下のことが分かった。

- ① 端対傾構のRC巻立工法は端対傾構自身の大幅な振動軽減のほか、橋体の全体振動を加速度のRMSについて、元の曲げ剛性の100倍および1000倍にすることでそれぞれ約10%および20%程度軽減する。
- ② 反力変動値のRMSについてみると、10~100倍程度の剛性増ではそれほど大きな効果は認められないが、1000倍程度とすれば外桁で約10~20%程度軽減することが確認できる。しかし、車両速度が小さい場合は逆効果の結果も発生しており、内桁については反力変動値は増加している。
- ③ 設計的には巻立後の曲げ剛性は大きい方(元の剛性の100倍以上)がよく、ねじり剛性も大きい方がよい。現在施工されている程度の諸元(厚さ:50cm, 高さ:主桁高)でこの条件は満足できる。ただし、鋼材で剛性を増す程度の剛性増加では、逆効果になる可能性がある。

4. あとがき 端対傾構のRC巻立工法は橋梁上部工の振動軽減に効果的な工法であるといえるが、設計法の確立には、さらに各種の支間や桁間を有する橋梁についての検討が必要である。

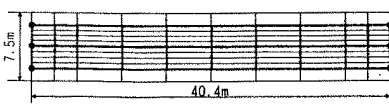


Fig. 1 Analytical model

Table 1 Items of Object Bridge

Bridge length	41.0m
Full width	7.5m
Bridge type	Composite girder
Span length	40.4m
Number of girders	3 girders
Space of girders	2.65m
Web height	1.600m
Stiffness of end sway bracing	Without reinforcement $I = 0.0002 \text{ m}^4$ $J = 0.0 \text{ m}^4$ With reinforcement $I = 0.0244 \text{ m}^4$ $J = 0.008 \text{ m}^4$

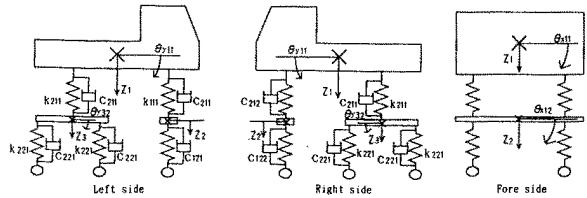


Fig. 2 Eight-degree-of-freedom system of vehicle

Table 2 Dynamic properties of model vehicle

	Front axle		Rear axle		Total
	upper	lower	upper	lower	
Weight (tf)	4.88	0.5	14.59	1.5	19.47
Natural frequency (Hz)	3.0		3.0		
Spring Constant (tf/m)	161	321	482	482	
Damping coefficient (tf·s/m)	1.14	1.36	3.41	2.05	

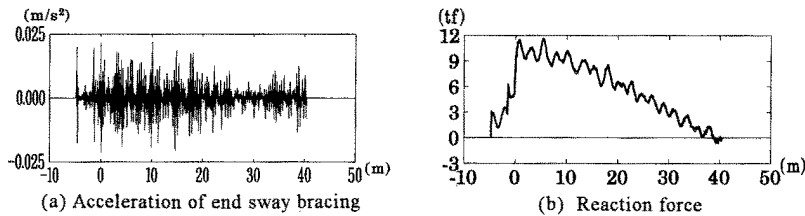


Fig. 3 Examples of time history

Table 3 RMS value of acceleration and reaction force for object bridge

Parameter	Member, Position		Unit	Without reinforcement	With reinforcement			
					J=0	Ratio	J=0.008	Ratio
Acceleration	End sway bracing		m/s²	4.399E-05	5.925E-06	0.135	5.585E-06	0.127
	Main girder	External		0.01115	0.00944	0.847	0.0091	0.816
		Internal		0.00663	0.00682	1.029	0.00689	1.039
Reaction Force	Entrance girder	External	tf	0.469	0.423	0.902	0.411	0.876
		Exit		0.429	0.419	0.977	0.412	0.960
	Internal girder	Entrance		0.0738	0.0807	1.093	0.0815	1.104
		Exit		0.0693	0.0767	1.107	0.0778	1.123

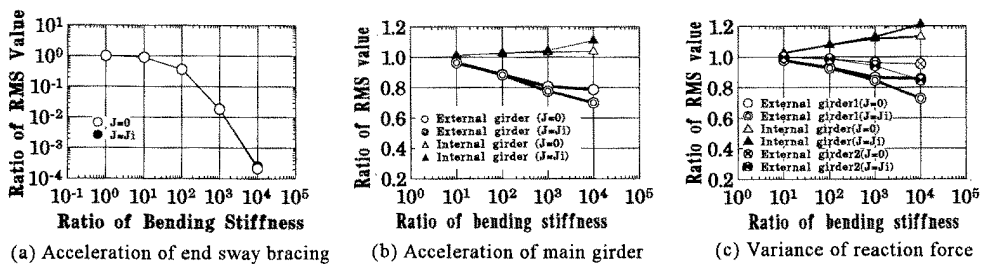


Fig. 4 Ratio of RMS values with reinforcement to that without reinforcement

- 参考文献 1) 松本正信：走行車両により発生する振動の特徴と対策の動向，第2回振動制御コロキウム PART A, pp. 155-168, 1993. 8.
 2) 日本道路公団：設計要領 第2集, 7-44, 1991. 3) 鈴木・佐藤・澤田：高架道路の桁端部補強による交通振動軽減対策について，土木学会第48回年次学術講演会 I-289, 1993. 9. 4) 佐藤・澤田・今野・鈴木：高架道路の桁端部補強による交通振動軽減対策について，平成6年度土木学会中国四国支部研究発表会 I-36, 1994. 5. 5) 嶺下・川谷・山田・矢野：桁橋の走行自動車による動的応答の三次元シミュレーション解析，土木学会第50回年次学術講演会, 1995. 9.