

鉄道用 PC 桁の実曲げ剛性の評価

JR 東日本研究開発センター 正会員 ○金田 淳
 JR 東日本研究開発センター 正会員 小林 薫

1. はじめに

一般的に桁構造物を設計する際には付帯構造物の影響を考慮していない曲げ剛性が使用されている。ところが、付帯構造物の影響を考慮していない曲げ剛性により求めた桁たわみと、実際に測定された桁たわみに差が生じる場合があることが確認されている¹⁾。そこで、衝撃振動試験による実構造物の固有振動数の測定を実施し、その結果より曲げ剛性を推定することを試みた。併せて、設計上の考え方に基づき算出した曲げ剛性との比較も行ったのでその結果を報告する。

2. 固有振動数測定

(1) 測定対象桁

測定対象桁の諸元を表-1 に示す。

表-1 測定対象桁諸元

名称	スパン(m)	桁高(m)	構造形式
桁1	21.2	1.0	単線 PC 桁(4 主桁)

(2) 測定方法

測定は、衝撃振動試験により実施した。図-1 に重錘落下位置と速度センサー設置位置を示す。また、図-2 に加振方法を示す。

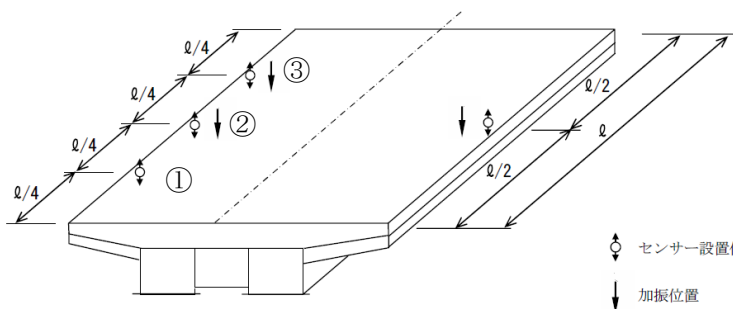


図-1 重錘落下位置・速度センサー

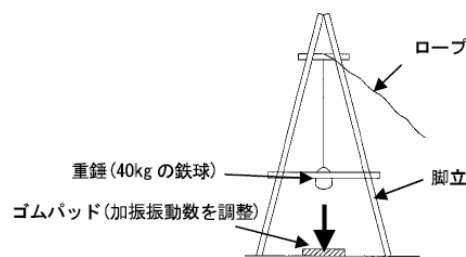


図-2 加振方法

(3) 測定結果

図-3 に測定結果の一部を示す。これより、測定を実施した桁の一次の固有振動数は 4.5Hz であることがわかった。

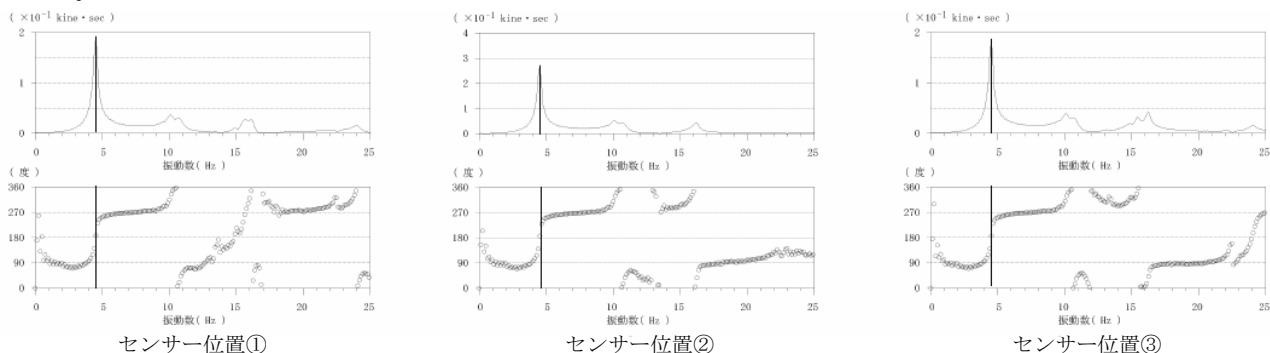


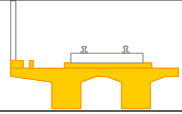
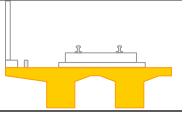
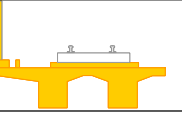

図-3 測定結果 (加振位置②の場合)

キーワード 衝撃振動試験、重錘落下試験、曲げ剛性、固有振動数

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-0 東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 新構造 IG TEL048-651-2552

3. 曲げ剛性の評価

表一 2 に曲げ剛性の比較結果を示す。

		剛性 A	剛性 B	剛性 C	剛性 D
ヤング係数		設計標準による規定値			
曲げ剛性算定上考慮した桁断面(着色部位)					
考慮部位	梁・スラブ	○	○	○	実測データより剛性を逆算
	地覆		○	○	
	高欄			○	
固有振動数 (Hz)		3.27	3.64	6.24	4.5
曲げ剛性 ($\times 10^7 \text{kN}\cdot\text{m}^2$)		1.21	1.50	4.40	2.28

剛性 A は通常設計時に使用している曲げ剛性であり、有効断面として、梁・スラブのみを考慮したものである。剛性 B・剛性 C は付帯構造物の一部も有効断面として考慮して求めた曲げ剛性である。ここでは、有効断面として考慮する部位を地覆、高欄とした。剛性 D は固有振動数の実測結果より逆算してもとめた曲げ剛性である。測定された固有振動数から曲げ剛性を求める際には式 1 の関係式より曲げ剛性を逆算して求めている。式 1 は、設計時に固有振動数を求める際に使用している式である。また、表一 2 中の剛性 A～C の固有振動数は式 1 により求めたものである。

$$n = \frac{\pi}{2L_b} \cdot \sqrt{\frac{EI \cdot g}{D_1 + D_2}} \quad (\text{式 1})$$

ここに、n：基本固有振動数 (Hz)

L_b ：桁スパン

$E I$ ：桁の曲げ剛性

g ：重力加速度

D_1 ：単位長さあたりの固定死荷重

D_2 ：単位長さあたりの付加死荷重

ここで、桁の重量は剛性 A～D とも共通の値を使用することとし、桁本体の重量と付帯構造物の重量を別々に求めることとした。桁本体の重量は、桁断面積に桁スパン長、コンクリートの単位体積重量を乗じて算出する。ここでの桁断面積は梁、スラブの面積とした。付帯構造物の重量としては、高欄、軌道の重量を考慮し、単位長さあたりの重量に桁スパン長を乗じることで算出している。

表一 1 より、通常設計で用いられている、梁・スラブの断面を考慮した曲げ剛性 (剛性 A) に比べて、実測固有振動数より逆算した曲げ剛性 (剛性 D) のほうが大きい事がわかる。一方、付帯構造物の断面を考慮した曲げ剛性 (剛性 B, C) と実測固有振動数より逆算した曲げ剛性 (剛性 D) を比較すると、実測固有振動数より逆算して求めた曲げ剛性 (剛性 D) は、付帯構造物として地覆を考慮した曲げ剛性 (剛性 B) より大きく、付帯構造物として地覆・高欄を考慮した曲げ剛性 (剛性 C) よりも小さいことがわかった。これは、高欄や地覆等の付帯構造物も曲げ剛性に寄与しているものの、高欄や地覆には適当な間隔で目地が設けられており、付帯構造物の断面の全てが曲げ剛性に寄与しているわけではないためと考えられる。

4. まとめ

・実測固有振動数より逆算した曲げ剛性は、通常設計で用いられている、梁・スラブのみを考慮した曲げ剛性よりも大きい。

・通常設計で用いられている梁・スラブの断面に加え、付帯構造物として地覆・高欄の断面を考慮した曲げ剛性は実測固有振動数より逆算した曲げ剛性よりも大きい。

参考文献

- ・ 1) 金田 淳, 小林 薫; 高速列車走行時におけるコンクリート桁の動的挙動に関する研究, コンクリート工学年次論文集 vol. 28, 2006. 7
- ・ 2) 鉄道総合技術研究所; 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物, 2004. 4