

波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋（東九州自動車道：小河内川橋）の固有値解析

日本道路公団 九州支社 正会員 前田 良文 日本道路公団 九州支社 今泉 安雄
 日本道路公団 九州支社 今村 壮宏 ドーピー建設工業(株) 後藤 輝寿
 ドーピー建設工業(株) 正会員 立神 久雄 ドーピー建設工業(株) 正会員 ○小川 宗正

1. はじめに

小河内川橋¹⁾は、東九州自動車道の臼杵 IC から津久見 IC 間に建設された橋梁である（図-1 参照）。A1～P3 径間は、

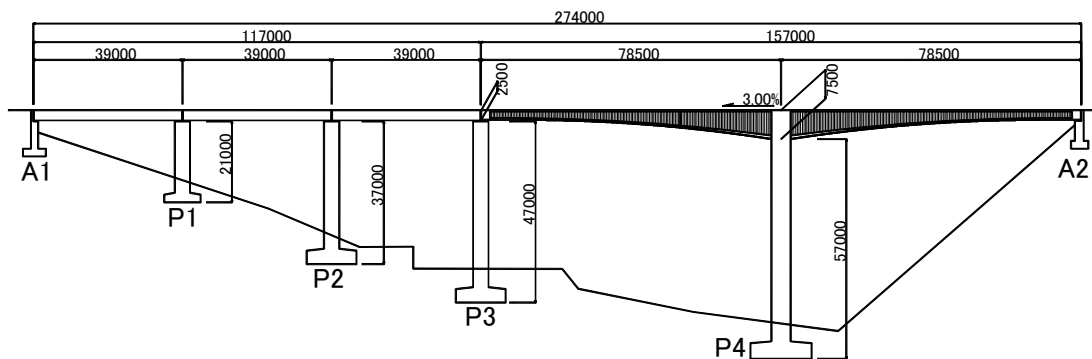


図-1 小河内川橋・一般図

3 径間連結合成桁橋であり、P3～A2 径間は、橋長 157.0m、有効幅員 9.81m の 2 径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋である。小河内川橋では、波形鋼板ウェブ橋の主桁剛性評価方法の検証および減衰定数の把握を主目的として、起振機による振動実験を行った。本稿では、振動実験で得られたデータを基に、主桁剛性および波形鋼板のせん断分担率の評価方法の検証を行ったので報告するものである。

2. 梁理論解析 梁理論解析においては、図-1 に示すように、合成桁部までモデル化を行った。境界条件については、橋台および橋脚下端は完全固定とし、支承部は設計バネ値を用いた。主桁の剛性評価は、曲げ剛性については、平面保持の仮定に基づき上下床版コンクリートのみを評価した。せん断剛性は、式(1.1)に示す、波形鋼板の形状係数を用い、かつ、波形鋼板のせん断分担率 β_i を考慮した式で評価した。ここで、波形鋼板のせん断分担率は、式(1.2)に示す桁高比評価式と式(1.3)に示す断面 1 次評価式の比較も行った。

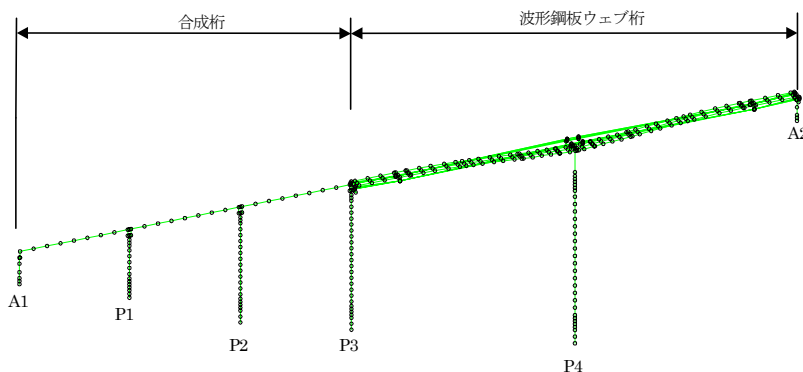


図-2 梁理論解析モデル

$$G \cdot A_s = G \cdot h \cdot t \cdot \gamma / \beta_i \quad \cdots \cdots (1.1)$$

ここに、 G は鋼材のせん断弾性係数、 h は波形鋼板高さ、 t は波形鋼板の厚さ、 γ は形状係数（ $=L/\Sigma L$ ）、 L は波形鋼板の水平長さ、 ΣL は波形鋼板の実長、 A_s は波形鋼板の有効せん断断面積、 β_i は波形鋼板のせん断分担率を示す。

Type 1 : 桁高比評価 $\beta_i = h_s / h \quad \cdots \cdots (1.2)$

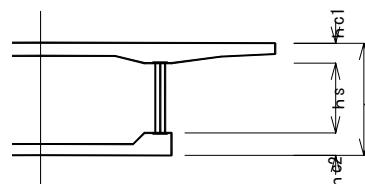


図-3 せん断分担率評価

キーワード 合成構造、波形鋼板、振動特性、起振機、固有値解析

連絡先 〒170-0004 東京都豊島区北大塚 1-16-1 ドーピー建設工業(株) TEL 03-3918-6172

ここに、 β_1 は波形鋼板のせん断分担率、 h は桁高、 h_s は波形鋼板の高さを示す。

Type 2：断面1次評価 $\beta_2 = Q \cdot h_s / I \cdots \cdots (1.3)$

ここに、 β_2 は波形鋼板のせん断分担率、 Q は断面1次モーメント、 I は断面2モーメント、 h_s は波形鋼板の高さを示す。

ねじり剛性については、式(1.4)および式(1.5)に示す、単純ねじりを基本とし、修正係数 α を用いた式で評価した。

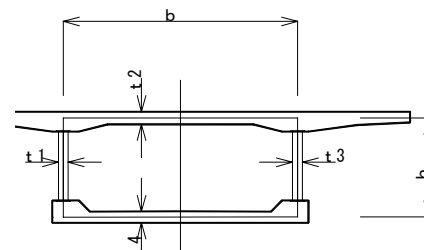


図-4 ねじり定数評価

$$J_t = \frac{4Am^2}{\left\{ \frac{h_1}{n_s \cdot t_1 \cdot (1+\alpha)} + \frac{b_1}{t_2 \cdot (1-\alpha)} + \frac{h_1}{n_s \cdot t_3 \cdot (1+\alpha)} + \frac{b_1}{t_4 \cdot (1-\alpha)} \right\}} \cdots \cdots (1.4)$$

$$\alpha = 0.400 \cdot h_1 / b_1 - 0.060 \cdots \cdots (1.5)$$

ここに、 J_t はねじり定数、 A_m はボックス断面積（ $=b_1 \cdot h_1$ ）、 b_1 は波形鋼板中心幅、 h_1 は床版中心高、 n_s は G_s / G_c 、 G_s は鋼のせん断弾性係数、 G_c はコンクリートのせん断弾性係数、 t は各部材の厚さ（ t_1, t_3 ：波形鋼板厚さ）、 α は修正係数を示す。

3. FEM 解析 FEM 解析においては、図-5 に示すように合成桁部は梁要素で、波形鋼板ウェブ橋部はコンクリートを SOLID 要素、波形鋼板を SHELL 要素でモデル化を行った。

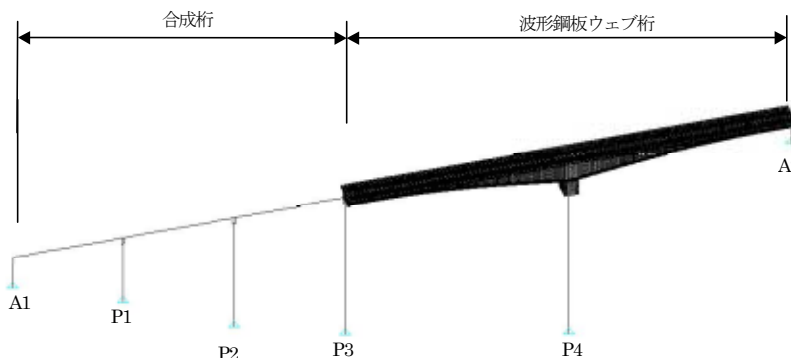


図-5 FEM 解析モデル

4. 実験値と解析値の比較 図-6 に、固有振動数の実験値と解析値を比較したグラフを示す。ねじりモードについては、梁理論解析および FEM 解析とも、実験値と良く一致しているの、ねじり剛性については、式(1.4)に示す単純ねじりを基本とした式で、十分評価できていると考えられる。一方、曲げモードの実験値は、梁理論解析におけるせん断変形を無視した場合と、波形鋼板が 100%せん断力を負担しせん断変形を考慮した場合の中間程度の値を示しており、式(1.2)および式(1.3)に示す波形鋼板のせん断分担率を考慮すれば精度良く解析が行える。また、波形鋼板のせん断分担率の評価方法については、式(1.2)および式(1.3)では、大きな差は見られなかった。

謝 辞 本振動実験においては、『波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋の設計・施工に関する技術検討委員会』の池田委員長をはじめ、委員の方々には、貴重なご意見、ご指導を頂き無事、解析、実験を行うことができた。関係者各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 前田ら：東九州自動車道小河内川橋（波形鋼板ウェブ PC 橋）の設計について、第 10 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp. 837～842，2000 年 10 月

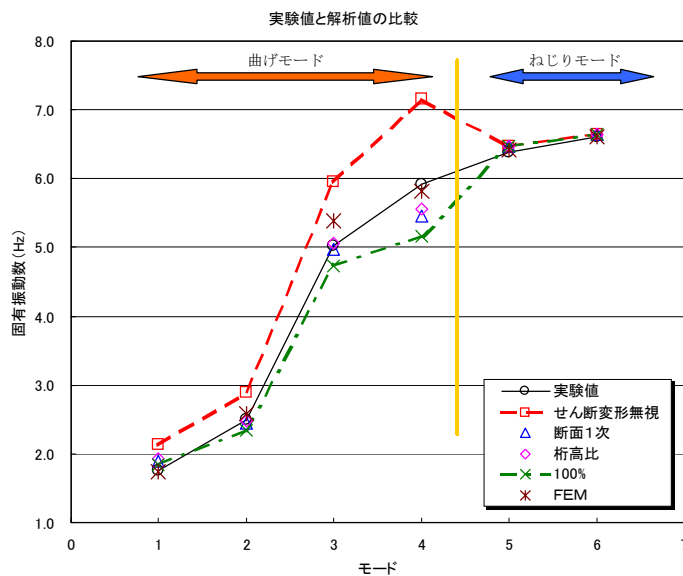


図-6 実験値と解析値の比較