

合成床版と開断面箱桁橋の架設時安全性と構造初期値の検討

北見工業大学大学院
北見工業大学
北見工業大学
北見工業大学
土木研究所寒地土木研究所

学生員 ○門田 峰典
フェロー 大島 俊之
正会員 三上 修一
正会員 山崎 智之
正会員 三田村 浩

1. まえがき

1950年頃の高度経済成長期から整備されてきた橋梁は、現在小規模橋梁を含め70万橋、スパン15m以上の橋梁は13万橋まで増加しており、供用40年を経過する橋梁数は年々増加している。構造物の老朽化は社会問題にまで発展しつつあり、道路資産のライフサイクルコストを最小にする研究がなされている。橋梁構造の建設に関しても、少数主桁橋などの経済性の高い合理化橋梁が注目されている。その合理化橋梁の一つにコンクリートと鋼を合成した合成床版を採用する開断面箱桁橋がある。この構造形式は従来の箱桁橋に比べて、鋼重、材料、部材を大幅に削減することができ、建設コスト・維持管理費が低減できるという長所を持っている。しかし、短所として現場で打設したコンクリートが硬化し、合成床版が箱桁の上フランジ相当部材として機能する前の架設時においては、ねじれやすい構造となっている。本研究では、この合成床版を有する橋梁に対して構造特性の解析を行うことを目的としている。解析のモデルは、現在北海道において新設された開断面箱桁形式である丸瀬布大橋であり、ここでは、実橋の剛性を確認するため昨年12月に行われた静的載荷試験の結果の一部との比較を行った。また、6月に予定されている動的挙動測定においても振動特性について評価を行う。

2. 解析モデル概要

本研究では旭川・紋別自動車道の丸瀬布大橋 L 橋（下り側：分離橋）を対象にしている。本橋は逆台形型の 2 径間連続合成開断面箱桁橋である。橋長は 108.6m、支間長は 51m+56m、曲率半径 R=1500m の曲線橋である（図 1）。床版にはコンクリート・鋼版パネルを用いた合成床版（パイプスラブ）が採用されており、支承には鉛プラグ入り積層ゴム支承を用いている。解析モデルについては、対傾構は梁要素、その他はシェル要素でモデル化した（図 2）。床版もシェル要素としてモデル化しており、パイプ、鉄筋を考慮したモデルを作成し、表 1 のような物性値を算出した。モデル化に際しては、最長支間である A1-P1 径間の要素を細かく分割しており、総要素数 12396、総節点数 12463 である。解析には、汎用構造解析プログラム MARC を使用した。

表 1 合成床版の物性値

ヤング率 (N/mm ²)	ポアソン比	質量密度 (kg/mm ³)
53000	0.2	2.51E-09

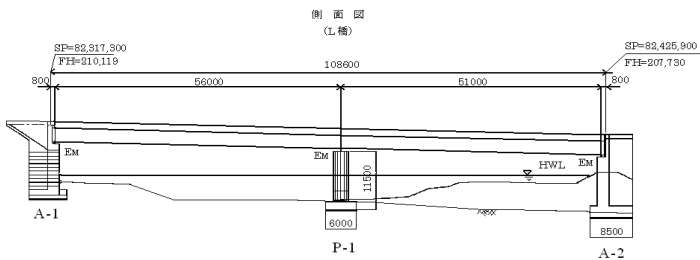


図 1 丸瀬布大橋 L 橋（下り）側面図

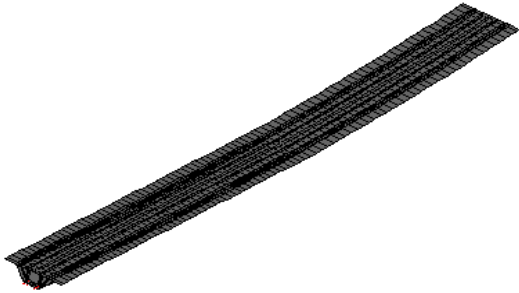


図 2 解析モデル 全体図

キーワード 合成床版 開断面箱桁橋 静的挙動解析 固有振動数
連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL:0157-24-1010

3. 静的挙動解析

北海道開発土木研究所によって行われた静的載荷試験結果の一部と比較する。載荷荷重総重量 196kN に調整した 3 軸のダンプトラック 4 台を使用し、載荷パターンはパターン 1-A,1-B,1-C,2-A の計 4 パターン行われた。図 3 に示すのはパターン 1-A である。1-B、1-C は L 側、R 側の張出し部に載荷させたパターンである。2-A は 2 台ずつ両支間中央に載荷させたパターンである。着目断面は、図 4 に示すように支間中央断面と中間支点上断面で着目する。ひずみゲージ位置は床版、両主桁ウェブ $h/3, 2h/3$ 点、下フランジとする（図 5）。また、下フランジ UF-L、UF-R の位置で変位を求める。

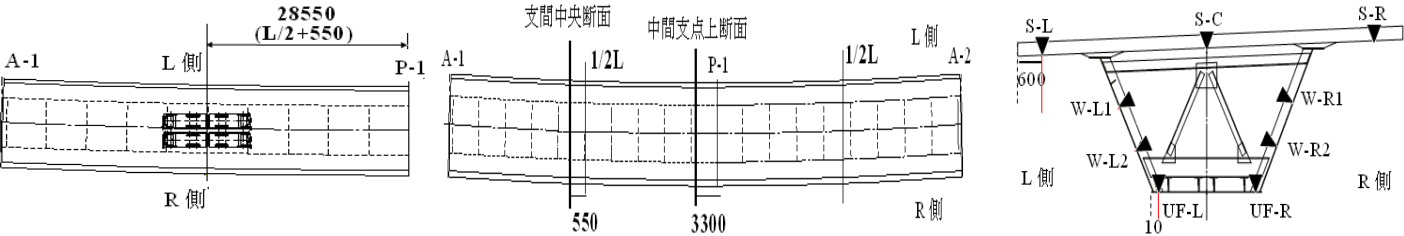


図 3 載荷パターン 1-A

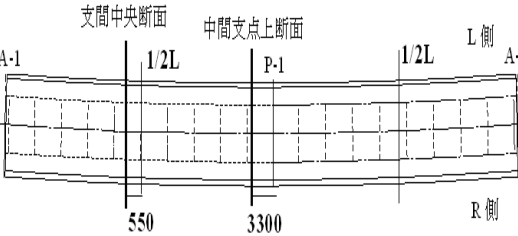


図 4 着目断面位置

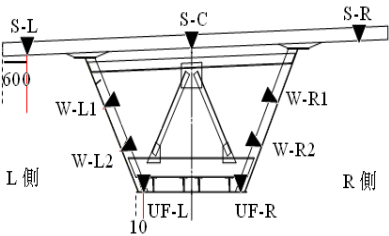


図 5 着目ゲージ位置

4. 解析結果

ここでは、載荷パターン 1-A での実測値と解析値を比較する（図 6）。着目断面は支間中央断面とする。縦軸に下フランジからの高さ、横軸に橋軸方向ひずみとしている。床版は横断勾配を-3%有しているため、主桁 L 側 R 側で中立軸が異なっている。床版架設前における中立軸を算出した結果、L 側でおよそ 1300mm、R 側で 1450mm となった。床版合成後、中立軸は約 1000mm 上がっている。

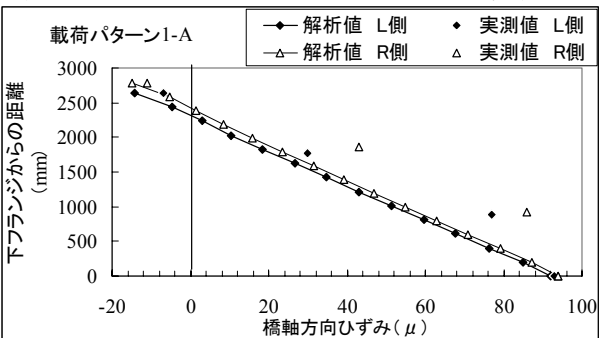


図 6 1-A 支間中央断面比較

また、床版張出し部に載荷するパターン 1-B、1-C での変位を比較した

（表 2）。変位量を比較すると、L 側の変位が大きい結果となった。中央に載荷する 1-A においても同様であるということは、L 側に円心を持つ曲線橋であるため、L 側の変位が著しいことが挙げられる。

表 2 支間中央断面 鉛直変位

パターン	鉛直変位 (mm)	
	UF-L	UF-R
1-A	11.76	11.62
1-B	12.65	10.75
1-C	10.78	12.61

5. 固有振動解析

本橋はねじれ易い特徴であることから、固有振動数を比較することによりねじれに対する剛性を評価した。部材を替えることで剛性を高くし、ねじれモードの振動数の変化を調べた。まず床版合成後の固有値を表 3 に示す。最大支間である P1-A1 間で曲げモードが卓越する結果となった。これは、対傾構の配置間隔の違いによるものであると考える。次に、ねじれ剛性に対する横構の影響を調べた。①に床版合成前、②に対傾構を横構に変えた場合とする。図 7 の主桁が横倒れするモードでの振動数の変化を調べた。表 4 に示すとおり、このモードでの床版合成前では 0.685Hz で現れている。また、横構に替えた場合では、約 12%振動数が上昇している。

表 3 床版合成後の固有振動数

モード形状	振動数 (Hz)
曲げ逆対称 1 次	2.190
曲げ対称 1 次	3.223
ねじれ逆対称 1 次	7.204

表 4 部材の違いによる振動数

モード形状	①	②
	振動数 (Hz)	振動数 (Hz)
主桁横倒れモード	0.658	0.715

6. まとめ

着目断面における発生ひずみは同等な値が出ているが、下フランジ付近においては実測値との若干の差がある。動的応答解析に向け、支承の境界条件は振動に対して重要な要素であるためさらに検討が必要である。

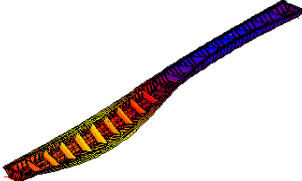


図 7 主桁の横倒れモード