

### 3 径間連続鋼箱桁橋における支承の機能劣化によるソールプレート近傍の応力状態の変化

長崎大学 学生会員○前田宣天 長崎大学大学院 正会員 中村聖三  
 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博 長崎大学大学院 正会員 西川貴文

#### 1 はじめに

現在、わが国の社会活動、経済活動を支えている橋梁の多くは、1960年代から1970年代の高度経済成長期に整備されている。供用中の橋梁における損傷発見・報告件数は年々増加する傾向にあり、鋼橋においては、腐食および疲労損傷の発生事例が多い。代表的な疲労損傷の一つに、鋼製支承で支持されたソールプレート周辺部のき裂が挙げられる。橋梁の支承部付近は死・活荷重を集中的に受ける荷重集中点であり、この箇所での損傷は橋梁全体に大きな影響を与えることが予想される。き裂が小さいうちに容易で確実、かつ経済的な対策を行うことが橋梁全体の合理的な延命対策につながると考えられる。本研究では実在する3径間連続鋼箱桁橋を対象橋梁とし、有限要素解析により、支承の機能劣化によるソールプレート近傍の応力状態の変化を明らかにすることを目的とする。

#### 2 橋梁概要

当該橋梁は、橋長225m、スパン割68.3m+87.4m+68.3m、幅員7m(有効幅員6m)の矩形箱桁(変断面)である。当該橋梁の側面図を図-1に、A2橋台支承部から見た断面図を図-2に、A2橋台G2支承部を図-3に示す。当該橋梁A2橋台G2支承部のソールプレートは、寸法400mm×410mm30mmで主桁の下フランジ(厚さ12mm)にすみ肉溶接で取り付けられている。

#### 3 解析概要

##### 3.1 FEモデル

FE解析には汎用有限要素解析ソフトウェアMSC.Marcを用いた。実橋梁を参考に作成したFE解析モデルを図-4に示す。メッシュサイズ500mmで全体メッシングを行った。主桁を4節点shell要素(No.75)、床版及びソールプレートを8節点solid要素(No.7)でモデル化した。床版と上フランジの合成挙動を表現するため重複箇所は節点共有とした。高欄、地覆、及びハンチは従来設計では構造部材として扱わないためモデル化を行っていない。またダイヤフラムについては支承近傍のダイヤフラムのみモデル化した。

##### 3.2 支承部のモデル化

A2橋台支承部のモデル図を図-5に示す。剛体要素(RBE2)を用いて支承の回転中心とソールプレートをピラミッド型で結び、集約節点に境界条件を与えることで、ソールプレートで面支持となるようにした<sup>1)</sup>。

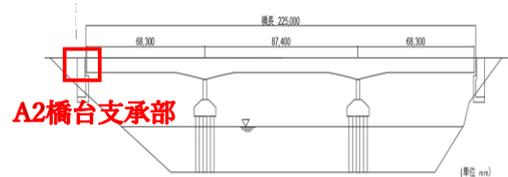


図-1 対象橋梁

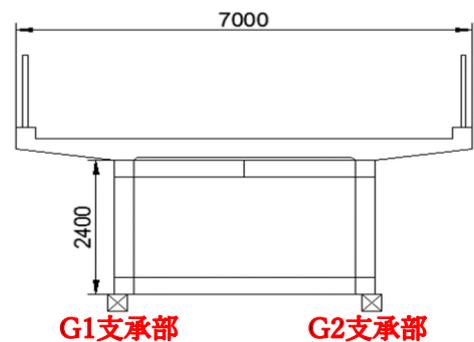


図-2 対象橋梁 断面図



図-3 A2橋台G2支承部

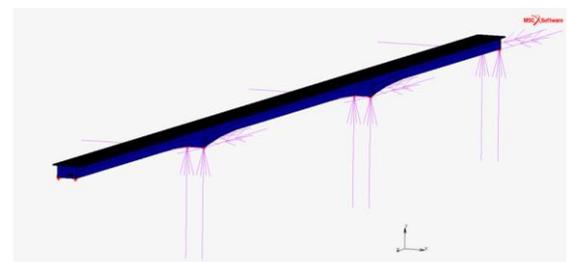


図-4 FEモデル

3.3 材料特性と境界条件

材料特性については表-1 に示すとおりである。座標系を橋軸方向に  $z$ 、水平方向に  $x$ 、鉛直方向に  $y$  をとり、支承の境界条件を表-2 に示す。

4 モデルの妥当性の検証

4.1 実測データによる固有振動数の算出

実測で得られた加速度データに対して確率的部分空間法 (SSI) を適用して算出した固有振動数を図-6 に示す。固有振動数の実測値は、1 次モードが 0.933、2 次モードが 1.465 となった。

4.2 実測値と解析値の固有振動数の比較

作成したモデルで固有振動解析を行い、実測データと比較することでモデルの妥当性を検証した。その際、過去の研究から支承の水平移動や回転機能が低下することによって桁端に生じる拘束応力が支承の損傷の原因の一つ<sup>2)</sup>だと考えられるため、A2 橋台支承部 (図-1) に着目し支承の機能低下を再現するため A2 橋台支承部の回転 (RX) を拘束としたモデルも作成した。実測値と設計時を再現したモデル、支承の機能低下を再現したモデルとの固有振動数の比較を表-3 に示す。両者はよく一致しており、構築したモデルは妥当であると判断できる。また、実測値は設計時を再現したモデルより高く、支承機能低下を考慮して端部を完全拘束としたモデルより低くなっているため、実橋梁は設計当初に比べ支承の回転機能が劣化しているものと思われる。図-7、図-8 にそれぞれ解析で得られた 1 次モード、2 次モード形状を側面図で示す。1 次は面内対称モード、2 次は面内逆対象モードであることがわかる。

5 まとめ

固有振動数の実測値と解析値を比較することで、構築した FE モデルの妥当性が確認できたことから、今後ソールプレート近傍のメッシュを細分化し、当該部の詳細な応力解析を実施する予定である。その際、支点をばね支点とし、ばね定数の変化で拘束度を表現することで、支点拘束度と着目部位の発生応力との関係を明確にしたい。その結果については講演当日に報告する予定である。

参考文献

- 1) 村越潤, 高橋実, 吉岡勉: 鋼桁橋の設計への FEM 解析の適用に関する研究, 土木研究所資料第 4047 号, 2007.4
- 2) 館石和雄, 名取暢, 三木千寿: プレートガーダー支承部の疲労損傷とそのディテール改良に関する検討, 土木学会論文集/No. 489I-27, pp. 167-176, 1994.4

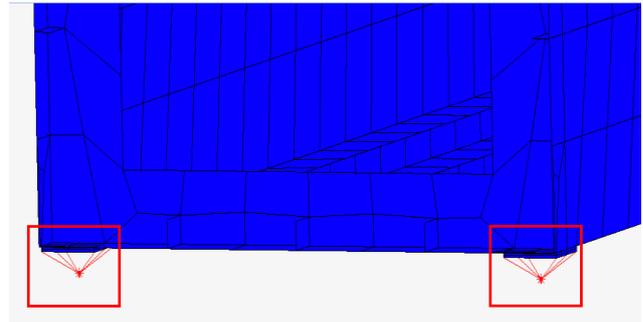


図-5 A2 橋台支承部モデル図

表-1 材料特性

鋼材の弾性係数 $E_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$2.05 \times 10^5$
コンクリートの弾性係数 $E_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$3.00 \times 10^4$
鋼材のポアソン比	0.3
コンクリートのポアソン比	0.2

表-2 支承の境界条件

	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
固定支承	拘束	拘束	拘束	自由	拘束	拘束
可動支承	拘束	拘束	自由	自由	拘束	拘束

表-3 実測値と解析値の比較

	実測値	解析値	解析値 (支承機能低下)
1 次	0.933	0.930	0.934
2 次	1.465	1.457	1.473

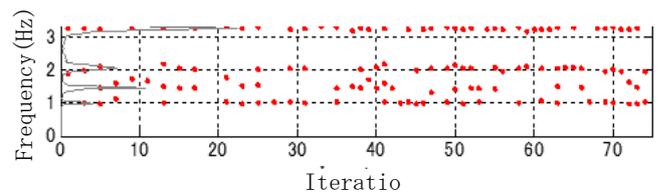


図-6 実測データによる固有振動数算出結果



図-7 1 次モード形状



図-8 2 次モード形状