

伸縮装置遊間異常によるフィンガー先端の応力状況の解析

(株) IHI インフラシステム 正会員 ○楊 威
 (株) IHI インフラシステム 正会員 戸田 勝哉
 (株) IHI インフラシステム 正会員 倉田 幸宏
 (株) IHI 検査計測 正会員 河野 豊

と橋軸直角方向には体積比 0.6%の鉄筋が配合されているとした。

1. はじめに

道路橋の伸縮装置は、地震などの影響による遊間異常が問題視されている。特に遊間がない場合、集中応力によるフィンガー先端の破断や凸起が生じる可能性が大きい。最悪の場合、フィンガーが破断することで走行車に当ることや、ダイヤバーストによる第3者被害が発生する可能性もある。しかし、実際の点検では、遊間がない異常によるフィンガー先端部の応力状況について十分検討されていない。そこで本研究では、伸縮装置遊間がない A 橋の温度変化によるフィンガー先端の応力状況について検討する。

2. 解析概要

2. 1 解析モデル

本研究では、標準の汎用構造解析ソフト ABAQUS/STANDARD Version6.6-5 を用いて解析を実施した。解析モデルの全体図を図 2 に示す。解析対象は橋長 63m の 2 径間連続 5 主桁桁橋の 2 径間のうち片方のみとした。本橋梁は 5 本の主桁（ウェブ高さ 1,700mm）の上に、厚さ 230mm の鉄筋コンクリート床版が配置された構造である。橋梁部と陸部の間には厚さ 30mm の鋼製フィンガージョイントで接続された。図 3 にフィンガージョイント部の詳細モデルを示す。

主桁は 4 節点シェル要素でモデル化し、フィンガージョイントと鉄筋コンクリート床版は 6 節点ソリッド要素でモデル化した。フィンガージョイント部のメッシュの基準長さは 20mm、それ以外のメッシュ基準長さは 125 mm (フランジ幅の半分) とした。遊間がない異常を模擬するため、陸側と橋梁側のフィンガージョイント間のクリアランスがゼロの状態をモデル化した。

2. 2 材料構成則

解析に用いた材料構成則を表 1 に示す。鉄筋コンクリート床版は異方性材料として取り扱い、橋軸方向



図 1 A 橋：伸縮装置遊間がない

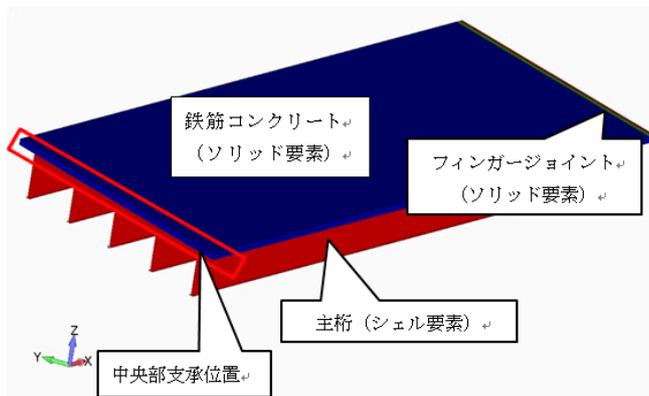


図 2 解析モデルの全体図



図 3 フィンガージョイント部詳細
 表 1 材料構成則

	ヤング率	ポアソン比	線熱膨張係数	材料密度
単位	[MPa]		[1/°C]	[kg/m ³]
フィンガージョイント	205,800	0.3	1.09E-05	7,850
コンクリート床版	29,067	0.2	1.20E-05	2,333

2. 3 境界条件

A 橋の半分のみモデル化したため、中央断面で周期対称条件を課すことになる。中央支承部は完全拘束とし、フィンガージョイント付近の支承は橋軸方向フリーとした。なお、陸側が動かないため、陸側ジョイント端部を完全拘束した。

キーワード 伸縮装置, 遊間異常, 応力状況

連絡先 〒108-0023 東京都港区芝浦三丁目 17 番 12 号 (株)IHI インフラシステム TEL:03-3769-8658

2. 4 荷重条件

荷重には自重と温度差による熱応力のみを考慮した。自重は表 1 に記載した密度に重力加速度 (9,800mm/s²) を掛け合わせた荷重が鉛直下向きに作用するものとし, ABAQUS の DLOAD で “GRAVITY” を使用した。温度変化は初期温度を 10℃ として, 最終温度を 40℃ (+30℃) とした。材料温度は雰囲気温度と等しいものと見做し, 輻射の影響は無視した。

3. 解析結果

図 4 に, 鉛直方向変位図を示す。温度の上昇により, 支間の中央付近では下向きのたわみが確認され, フィンガージョイント部が鉛直方向上向きにめくり上がる現象が確認された。フィンガー先端の過大凸起によるダイヤバーストが懸念される。

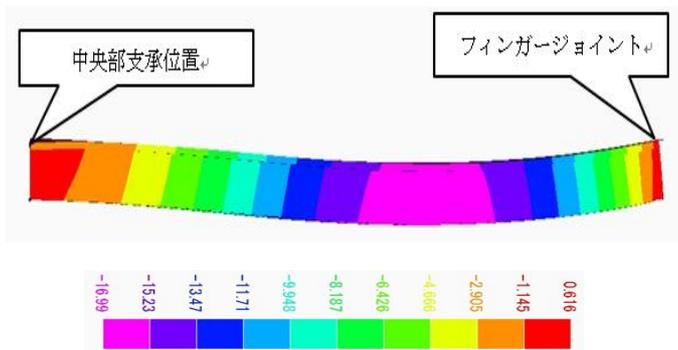


図 4 全体の鉛直方向変位図

図 5 に最終温度 30℃ の伸縮装置フィンガージョイントに発生するミーゼスの等価応力コンター図を示す。伸縮装置の両端に大きな応力が発生し, 中央につれて小さくなる傾向が見られる。フィンガージョイント部で, 一番高い応力が発生した位置に着目すると, 図 6, 7 に示すようにフィンガージョイント両端の上側で, 凸部の先端に 677.8MPa の応力が発生していることが分かる。該当箇所の鋼板材質が SM400A であり, 発生応力が降伏点 235 MPa を大きく超えた。最大応力発生箇所以外でも, 応力 300 MPa を超えたフィンガー凸部が多数発見された。最高温度 30℃ の時に, フィンガー凸部が一斉にめくり上がり, 過大応力とともに破断することが懸念される。

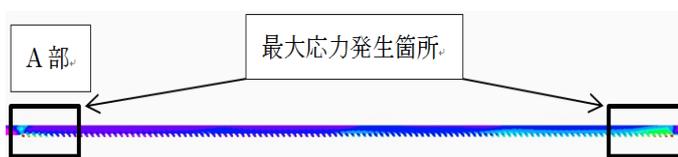


図 5 伸縮装置全体の応力図

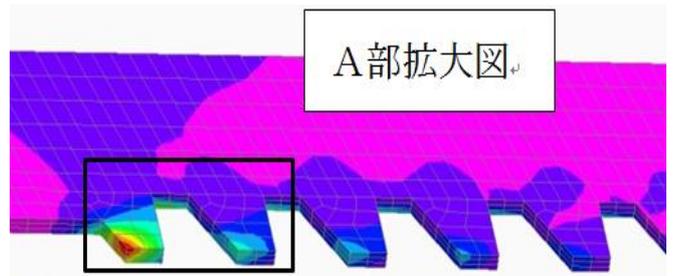


図 6 A部拡大図

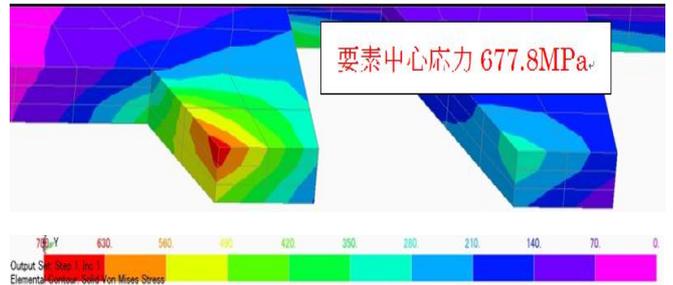


図 7 最高温度 30℃ 場合の最大応力部

さらに, A 橋の設計最大温度が 40℃ である。解析最終温度を 40℃ に設定した場合, 応力発生箇所は 30℃ の時と同じであるが, 図 8 に示すように, フィンガー先端の最大応力は 1029 MPa も発生したことがわかる。A 橋の地域では, 夏場における橋梁の上面では, 鋼板の温度が 40℃ を超えることが決して珍しいことではない。このような大きい応力が発生した場合, 伸縮装置が破損する恐れがある。

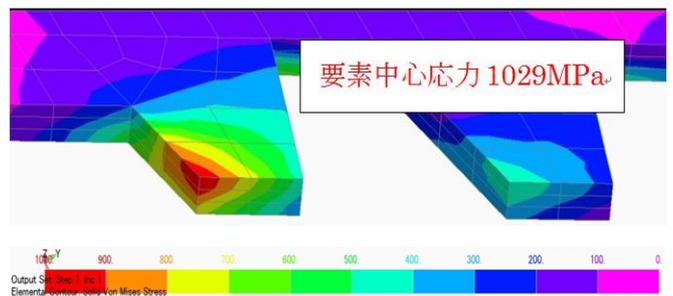


図 8 最高温度 40℃ 場合の最大応力部

4. 結論

遊間がない伸縮装置では, 温度の上昇とともにフィンガー先端の集中応力が著しく向上し, 鋼板の降伏応力を大幅超える場合がある。特に, 東日本大震災の後, 地震による A 橋のような遊間がない異常が多数見られた。そのまま, 補修せずに放置すれば, フィンガーの破断や凸起が生じる可能性がある。伸縮装置の機能損傷や第3者被害を防ぐため, 外観健全の遊間がない伸縮装置を点検で発見した場合, 詳細調査や補修を検討する必要がある。