

常磐橋上部工の力学的挙動に関する解析的検討

早稲田大学 学生会員 ○濱野 佑太

文化財保存計画協会 正会員 西村 祐人

早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1. はじめに

常磐橋は東京都千代田区に 1877 年に架橋された、現役で供用されている石橋としては都内最古の石橋である。平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により深刻な被害を受け、右岸側・左岸側の両アーチともに輪石の沈下が確認された。また、東日本大震災以降も余震の影響により輪石の沈下は継続していた。本研究においては、国指定史跡常盤橋門跡常磐橋修理工事にあたって、3 次元地震動解析を行うことにより現行の常磐橋の構造的な特徴の把握と、適切な補強構造の検討を行うことを目的としている。特に、現行の常磐橋においては図 1 に示すように輪石の上側には多くの隙間があり、このことが橋梁全体にどのような影響を及ぼすかという視点で解析的検討を行う。



図 1 輪石の接合状況

2. 解析モデルと解析の概要

解析モデルは主にソリッド要素・界面要素を、固定部分はバネ要素を用いた。FEM 解析には、汎用ソフト Diana を使用し、線形地震動解析を行った。図 2 に示すように常磐橋上部工をモデル化し、橋軸方向・橋軸直角方向に過去に観測された地震動を入力する。また、本研究では輪石同士の接合状況が橋梁全体の地震時の挙動にどのような影響を及ぼすかを調べるのが目的であるため、図 3 に示すように界面要素の剛性を輪石の上側・下側で差をつけることにより輪石の接合状況を表現し、図 4 に示す 3 つのタイプのモデルを用いて地震動入力時の挙動を比較する。

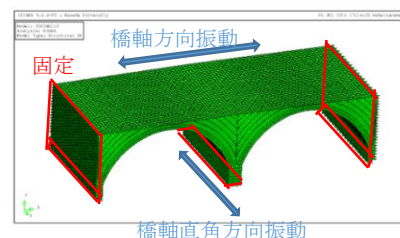


図 2 解析モデル

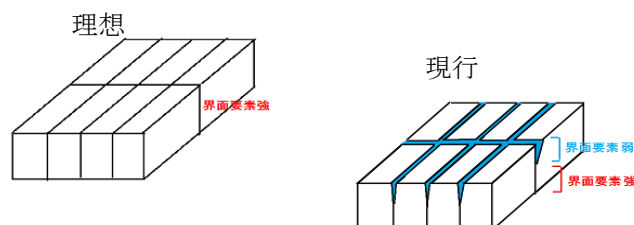


図 3 界面要素で表現する輪石の接合状況

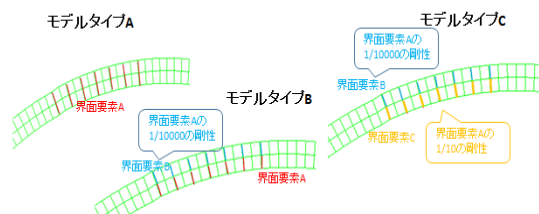


図 4 モデルタイプ

3. 解析結果

変形図の例として、橋軸方向・橋軸直角方向振動時それぞれの最大加速度が生じている時のモデルタイプ A の変形図 (18.8 倍) を図 5、図 6 に示す。

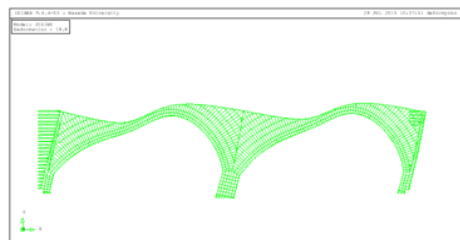


図 5 橋軸方向振動最大加速度時変形

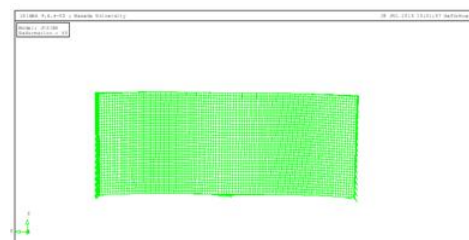


図 6 橋軸直角方向振動最大加速度時変形

また、モデルタイプ A~C について、それぞれ図 7 に示す 1/4, 1/2, 3/4 点の地震動入力時の変位を比較することにより、輪石の接合状況が地震動に対してどのように影響するかを検討する。

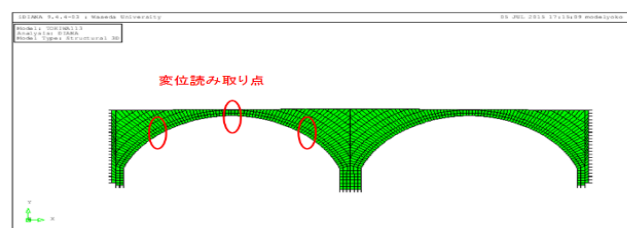


図 7 変位読み取り点

キーワード：常磐橋、石橋、アーチ橋、FEM 解析

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51 号館 [TEL:03-5286-3399](tel:03-5286-3399)

① 橋軸方向振動

橋軸方向への地震動入力時の 1/4,1/2,3/4 点の変位を図 8~13 に示す。

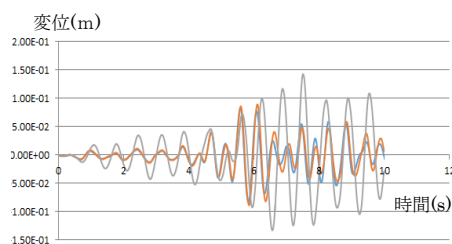


図 8 橋軸方向への時刻歴変位
(1/4 点)

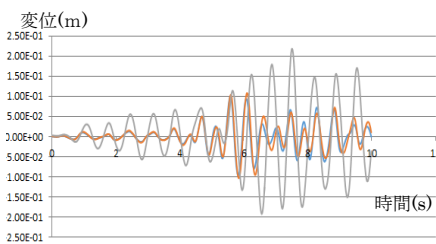


図 9 橋軸方向への時刻歴変位
(1/2 点)

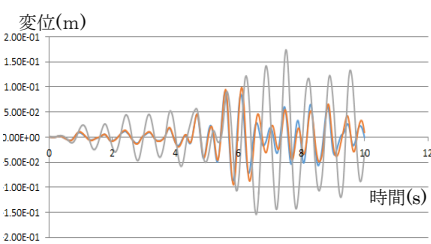


図 10 橋軸方向への時刻歴変位
(3/4 点)

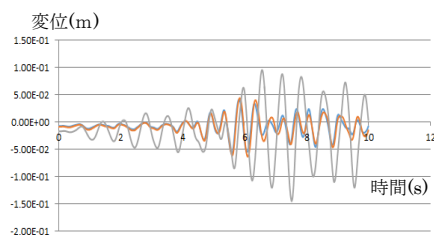


図 11 鉛直方向への時刻歴変位
(1/4 点)

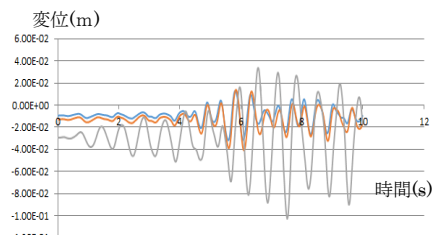


図 12 鉛直方向への時刻歴変位
(1/2 点)

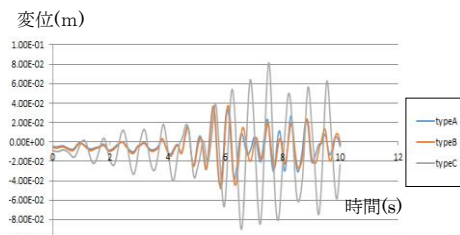


図 13 鉛直方向への時刻歴変位
(3/4 点)

② 橋軸直角方向振動

橋軸直角方向への地震動入力時の 1/4,1/2,3/4 点の変位を図 14~16 に示す。

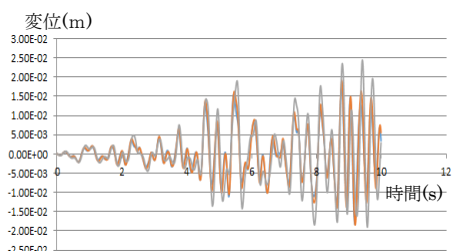


図 14 橋軸直角方向への
時刻歴変位(1/4 点)

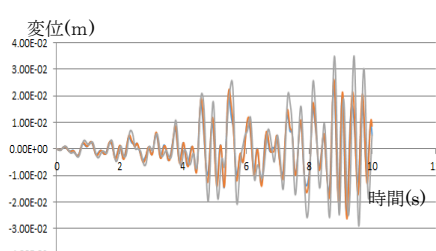


図 15 橋軸直角方向への
時刻歴変位(1/2 点)

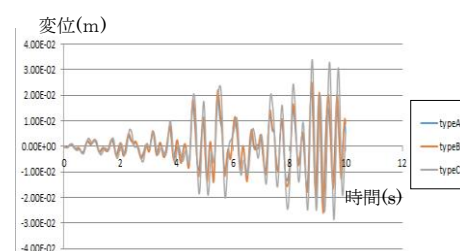


図 16 橋軸直角方向への
時刻歴変位(3/4 点)

4. 結論

モデルタイプ A とモデルタイプ B の比較においては橋軸方向、橋軸直角方向振動共に大きな差は見られないことから、輪石の上側の接合状況による影響は少ないと考えられる。一方、モデルタイプ B とモデルタイプ C の比較においては、特に橋軸方向振動時に大きな差が見られたことから、輪石の下側の接合状況による影響は大きい。以上より、アーチ構造を保つための十分な力の伝達機構が形成される上で、輪石の下側がしっかりと接合されていることが特に重要であることが分かった。今後、本研究成果を修理工事において実際に反映するか否かを検討する予定である。

・謝辞

本研究は東日本大震災により被災し変形した石造アーチ橋「常磐橋」の災害復旧事業として文化庁・東京都からの補助を受け実施している事業の検討中の成果であり、千代田区道路公園課・文化振興課、株式会社文化財保存計画協会、株式会社エイト日本技術開発、鉄建建設株式会社には研究の検討・議論及び情報の提供等において、ご協力いただきました。記して深謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 国指定史跡常盤橋門跡 常磐橋修理工事専門委員会 基礎資料