東北地方太平洋沖地震による荒川湾岸橋の接合部損傷の解明

横浜国立大学 学生員 ○藤井 美久　　横浜国立大学 フェロー 藤野 陽三
横浜国立大学 正会員 Siringoringo M. Dionysius　(株)長大 正会員 矢部 正明

１．はじめに

1995 年 1 月 17 日の兵庫県南部地震以来，耐震基準が改定されて全国レベルで進められてきた耐震補強の効果により道路橋では 2011 年 3 月 11 日の地震による甚大な被害は少なかった．しかし首都高速荒川湾岸橋では，2011 年 3 月 11 日の地震の際に接合部において損傷やボルトの破損が複数個所に渡って生じた．荒川湾岸橋は 2011 年 3 月 11 日には耐震補強中であったが，損傷が生じた接合部は耐震補強の対象となっていなかった．このことから，構造細目に基づいてその諸元が決定されることが多い接合部において地震時挙動を明らかにする必要があると言える．本研究では 2011 年 3 月 11 日における荒川湾岸橋の被害を地震応答解析から説明できることを示し，耐震解析においてトラス接合部のモデル化・強度評価の必要性を明らかにすることを目的とする．

２．対象橋梁

首都高速荒川湾岸橋は，昭和 52 年に施工された東京と千葉の間に位置する延長 840m の鋼トラス橋である．2011 年 3 月 11 日の地震により接合部破断が 7 箇所，接合部変形が 5 箇所で確認されている．接合部破断の様子を図 1 に示す．解析モデルの断面図を図 2 に示す．解析では線形はり要素を使用した線形弾性解析を行った．

図 1　接合部破断[1)]

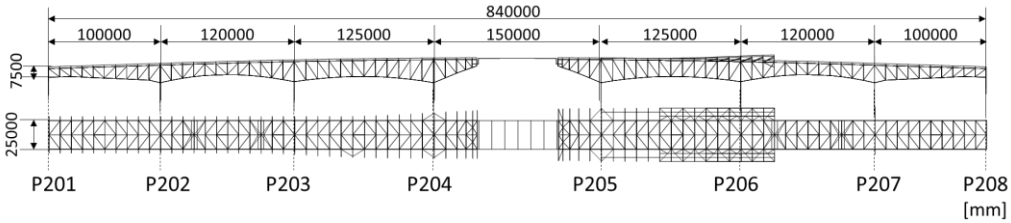
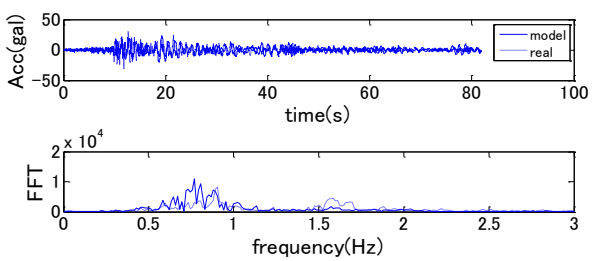


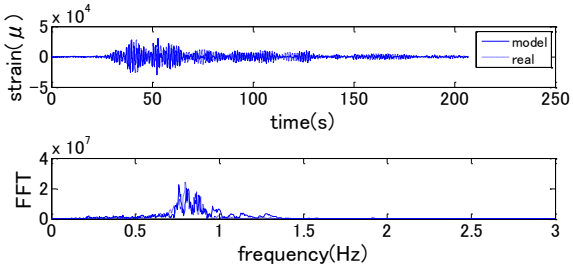
図 2　断面図

３．モデルの妥当性の検討

解析モデルの妥当性を確認するために，同橋での地震観測データと動的解析結果の比較を行った．地震観測データは 2011 年 3 月 11 日と比較して地震強度が小さいため，設計で可動支承と想定されている支承部が可動せず，また，トラス部材の接合部に摩擦力が働き，橋梁としての見かけ上の減衰定数が大きくなっていると想定される．そこで，境界条件と減衰定数を変化させて最適な条件を選定した上で比較を行った結果，加速度の RMS(実効値)およびフーリエスペクトルの卓越周波数の位置や大きさは概ね一致しており，地震強度に合わせた条件を使用することで解析モデルの妥当性が確認できた．地震観測データと動的解析結果の比較結果を図 3 に示す．



橋軸直角方向　加速度(2005 年 7 月 23 日)



橋軸直角方向　加速度(2011 年 4 月 11 日)

図 3　モデルの妥当性の検討結果

キーワード：　鋼トラス橋の接合部，地震観測データ，東北地方太平洋沖地震
連絡先：　〒240-8501　横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5　TEL 045-339-4243，FAX 045-348-4565

4．全体応答解析

2011 年 3 月 11 日の地震による全体応答の挙動を確認するために全体モデルに地震動を入力して解析を行った．当時，荒川湾岸橋では地震観測が行われていなかったため，東京都港湾局が夢の島(荒川湾岸橋からの距離約 2km)で行っている鉛直アレー観測記録から工学的基盤面への入射波を推定し，荒川湾岸橋周辺地盤の工学的基盤面にそれを作用させて，基礎構造―地盤間ばね作用位置の地震動(入力地震動)を推定した．

全体応答解析結果を図 4 に示す．下横構では接合部の破断や変形が確認された P 203，P204，P205，P206 付近において，厳しい状態となる部材が存在していた．構面での応力状態については，最も大きな損傷となっていた P203 の斜材では許容軸力の 3 倍以上となる応力度が発生していた．

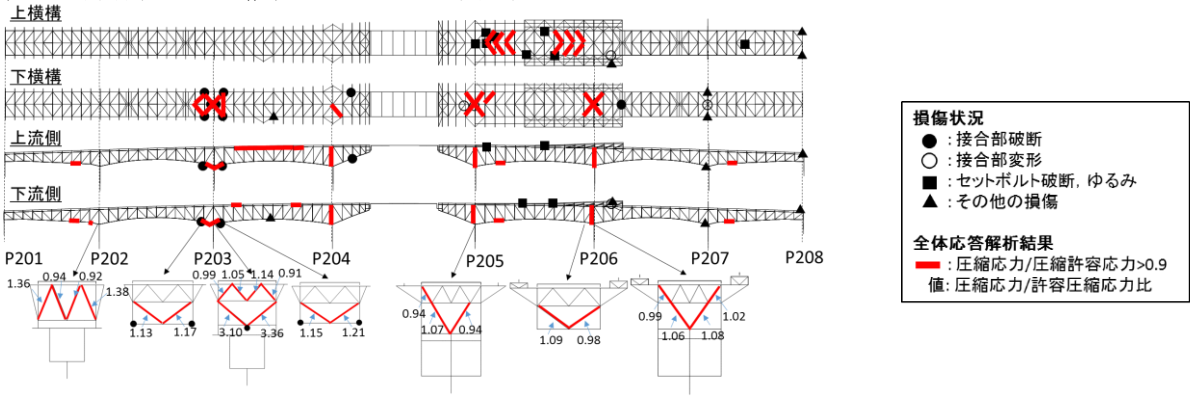


図 4　動的解析結果

5．詳細解析

P203 付近の接合部の詳細な応力状態を確認するために 3 次元シェル要素を用いて詳細にモデル化した．目的が接合部の応力状態を明らかにすることにあるので，P203 橋脚周辺の静的弾性解析を行った．弾性解析とすることで，接合部とその周辺部材の応力度の大小を降伏応力度と直接比較できる．詳細モデルの全体図を図 5 に示す．着目した時刻は P203 橋脚上の床版において橋軸直角方向に最も大きく変形する時刻である．作用させた荷重は全体応答解析において着目した時刻でモデル化範囲外の部材から生じる断面力および節点に生じる慣性力である．床版から受ける断面力はシェルモデルにおける床版の位置に分布荷重として作用させた．

詳細解析結果を図 6 に示す．接合部の降伏応力は 235MPa である．下横構や対傾構の接合部では降伏応力を大幅に上回る応力が生じており，2011 年 3 月 11 日における損傷状況と整合する結果となった．鉛直材や斜材の接合部でも降伏応力に達していた部分はあったが，下横構や対傾構の接合部に比較した大きな超過ではなかった．

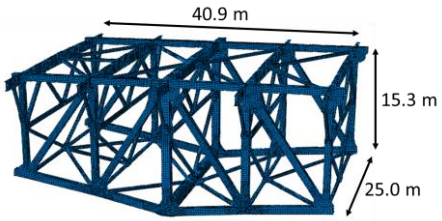


図 5　詳細モデル

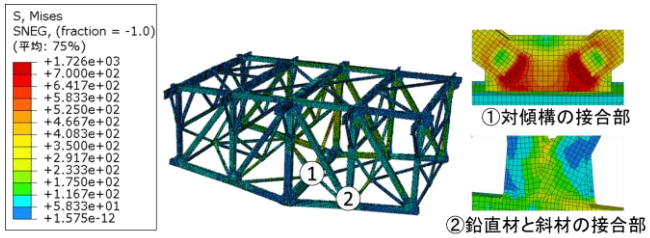


図 6　詳細解析結果

6．結論

地震による荒川湾岸橋の挙動を再現できるか検討するために全体モデルの検証を観測データの比較により行った．次に，2011 年 3 月 11 日の地震による荒川湾岸橋の損傷が解析モデルより説明できるかを検討するために全体モデルと詳細モデルを使用して解析を行い，損傷のあった 2 次部材の接合部では大幅な応力超過が認められた．このことは耐震補強設計において，トラスの接合部も調査する事の必要性を示唆している．

謝辞　首都高速（株）技術部の方には，被害状況資料，解析に必要な資料をいただいた．ここに深く感謝します．

参考文献

1)首都高速道路株式会社　点検時の資料 2）小河正次，七篠哲彰，猪瀬研一：東北地方太平洋沖地震による荒川湾岸橋の損傷と応急復旧，第 14 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，土木学会 2011.7