長大橋の地震時応答に地震入射角と支承損傷が及ぼす影響

| 東京工業大学 | 学生会員 | ○鈴木 | 啓悟 |
|--------|------|-----|----|
| 東京工業大学 | フェロー | 三木 | 千壽 |
| 東京工業大学 | 正会員 | 田辺 | 篤史 |

1. はじめに

近年,免震橋,多径間連続橋,その他複雑な形状の 橋梁等に対して,耐震性能の照査に動的解析を用いる ことが推奨されている¹⁾.橋梁の地震時挙動シミュレ ーションは解析条件により,大幅に結果が異なる可能 性があることから,モデル化に際して詳細な検討が必 要である.特に長大橋は橋軸方向と橋軸直角方向の固 有モード差が大きく,地震波の入射方向が応答に影響 を及ぼすことが考えられる.また地震時の支承の損傷 は上部工への地震動伝達に影響を与えることから,そ の応答の変動に寄与する可能性が高い.そこで,本研 究では地震動の入力と支承の損傷の有無が,長大橋の 応答に及ぼす影響を FEM 動的解析により検討した.

2. 対象橋梁

解析対象は 2010 年完工予定の東京港臨海大橋(仮称)とした.対象橋梁は図1に示すように両側のトラ スで中央のボックス桁を支える構造が採用された.構造上の特徴として,以下の点が挙げられる.

1)長大橋

- 2) トラスボックス一体構造
- 3)760m連続ボックス桁
- 4)機能分離型免震支承
- 5) 端部橋脚の負反力対策(図3)

3. FEM 地震応答解析

3.1 解析モデル

トラス部材ははり要素を、メインスパンの主桁ボッ クスはトラス部材との周囲での局部的な変形挙動を 考慮しシェル要素を用いた.また、過去の損傷事例に、 長大橋におけるメインスパンとサイドスパンとの固 有周期の相違によって誘発されるパウンディング現 象が報告されている²⁾ことから、はり要素を用いてア プローチスパンもモデル化を行った.すべり支承の摩 擦係数は 0.15 で一定とした.ここに作用する鉛直方 向力は慣性力によって大きく変動することが予想さ れる.それゆえ、鉛直力による摩擦抵抗力と水平作用 力の大小関係を動的に計算しながら、すべりと固着の 挙動を再現するモデルを構築した.

3.2 地震動の入力

対象橋梁は埋立地の軟弱地盤上に位置することか ら,入力地震動には兵庫県南部地震の東神戸大橋周辺 地盤動(Ⅲ種)を用いた.この波を各橋脚下の地盤特性 を考慮した FEM 地盤解析によって臨海大橋地表波と して出力し,その変位履歴を橋脚の下端から地盤バネ を介して入力した.なお,地盤バネ定数は各橋脚直下 の地盤データから算出を行ったことから,メインスパ ンでは各橋脚で異なるバネ定数を入力した.



連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学三木研究室 TEL03-5734-2596

1 - 489

3.3 解析パラメータ

以上の解析条件に対して,地震動の入射を45度ず つ変え,0度~360度まで計8方向の地震波の応答を 検討した.さらに掛け違い部,端部橋脚支承部位のサ イドストッパー(図2)に20000kNの水平力が作用し たときに破損する場合と,破損を定義しない場合にお ける損傷モードへの影響を検討した.

4. 解析結果

0 度~315 度までの入射角のうち, 塑性化等の顕著 な応答を示したのは入射角 45 度と 225 度のケースで あり、最も応答が小さかったのは135度のときであっ た. 特に入射角 225 度のときに最も応答が大きかった ことから、以下は入射角225度に対する応答に関して 述べる.端部橋脚上,掛け違い部において,橋軸直角 変位挙動はサイドストッパーにより拘束されている. このサイドストッパーの損壊の有無により,損傷部位 が異なる結果が得られた. サイドストッパーが剛な状 態で,損壊を定義しない場合は,図4に示すように端 部橋脚周囲のラテラルブレースと横支材に塑性ひず みが見られた.この原因として橋軸直角方向への荷重 解放が妨げられ過剰な荷重が作用したものと考えら れる.これに対し、水平荷重 20000kN でサイドストッ パーが損壊する場合は、端部橋脚近傍には損傷が生じ ず,中央橋脚近傍のラテラルブレースと横方向支材に 損傷が生じた.図5に見られるように地震作用初期段 階で支承が破損し、その後上部工は下部工と比べて、 大きな橋軸直角方向変位応答が生じている. それゆ え、メインスパン端部が橋軸直角方向に振られ、中央 橋脚近傍の断面諸量の小さい部材に損傷が生じた(図 6)可能性がある.

5. まとめ

橋梁の地震応答は入射角により大きく影響を受け ることを明らかにした.入射角が180度ずれている場 合においても地盤バネ等の設定が脚毎に異なる場合 は,損傷が変わる.また支承が破損することで,橋梁 の損傷モードは変化する.解析による地震時損傷モー ドの検討には,入射角の影響と支承の損傷を考慮した モデルを構築する必要があると考えられる.

参考文献

1)(社)日本道路協会:道路橋示方書V 耐震設計編

2) 土木学会: 阪神・淡路耐震際における鋼構造物の震災の実態と分析



図 3 端部橋脚の負反力対策





図 5 サイドストッパー破損したときの端部 橋脚支承周囲の橋軸直角方向挙動



図 6 損傷部位(サイドストッパー破損あり)