

台風 21 号における船舶衝突による鋼製橋脚の被災と復旧

阪神高速道路株式会社 正会員 ○山口 樹
 阪神高速道路株式会社 非会員 堀岡 良則
 阪神高速道路株式会社 正会員 藤林 美早

1. はじめに

2018 年 9 月 4 日、関西地方に上陸した台風 21 号の強風、高波により走錨した船舶が阪神高速 5 号湾岸線の鋼製ラーメン橋脚 2 基(海 P-73, 74), および並走する兵庫県道芦屋鳴尾浜線(鳴尾橋)の鋼床版 1 箱桁に衝突した(写真-1)。海 P-74 は衝突により、梁下フランジおよびウェブにおいて面外変形や座屈が広範囲に生じるとともに梁部の角溶接が破断(開口)するなど大きな被害が発生した。海 P-73 は梁先端部において大きな変形が生じた。鋼製橋脚の復旧にあたっては、6 車線の重交通路線である湾岸線の交通機能を失わないよう通行止めを行わずに、必要な耐荷力を確保し安全で所定の品質を確保するなどの制約下で復旧する必要があった。

本稿では船舶衝突による被災状況及び海 P-74 を対象に交通開放下で実施した復旧について報告するものである。

2. 被災概要

損傷は船舶が鋼製橋脚や隣接する鳴尾橋に衝突後、高潮や台風の影響による潮位変動で、船舶が上下動や横移動を繰り返す過程で生じたものと推測される。

海 P-74 では梁下フランジにおいて橋軸直角方向に 250mm の範囲、橋軸方向に対して最大 250mm、ウェブにおいて最大 250mm の破断(開口)が生じており、その周辺箇所では、広範囲に面外変形が生じていた。(写真-2)。



写真-1 船舶衝突状況



写真-2 海 P-74 の梁下フランジの面外変形

3. 応急復旧

大きな被害が発生した海 P-74 では被災直後の応急復旧、および本復旧の 2 段階で実施することで、更なる災害の応急的な備えを迅速に実施するとともに、車線規制期間の短縮を図った。応急復旧において、必要な耐荷力を確保し、通行の安全性を保つことを目的として、以下の対応を行った。

(1) 1 車線規制

台風通過後、活荷重の制限を目的に、被災した梁の直上である、上り第 3 走行車線を規制した上で交通開放を実施した(図-1)。

(2) 断面照査

下フランジとウェブを考慮し、図-2 に示すように、下フランジは開口箇所から 1,000mm まで、ウェブは 500mm 幅までを無効とした梁断面にて照査を実施した。建設当時の設計計算書から、損傷部に発生する曲げモーメントとせん断力が最大のケースにおいて、照査を行った結果、設計荷重に対して、発生する応力が許容値を満足することを確認した。

(3) モニタリング計測

損傷部近傍の変位、応力発生状況を計測した。破断部近傍での局所応力でも、 6N/mm^2 と小さいことが確認でき、断面照査・モニタリングの結果から、車線規制を解除した。なお、規制解除後もモニタリングを実施した。

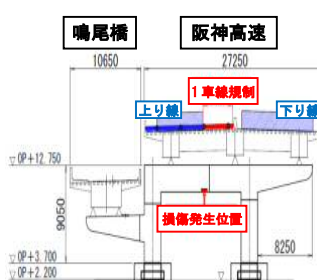


図-1 1 車線規制位置

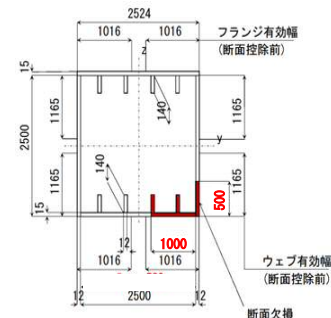


図-2 無効箇所を考慮した梁断面

キーワード 台風被災、船舶衝突、鋼製橋脚、応急復旧、梁撤去・復旧

連絡先 〒650-0041 兵庫県神戸市中央区新港町 16-1 阪神高速道路(株) 神戸管理部 TEL 078-331-9801

(4) H形鋼による梁内補強

開口部の座屈・変形の進展を防ぐために、梁内補強を行った。緊急に施工する必要があったため、入手しやすいH形鋼を用い、変形に合わせて成型し、下フランジと現場溶接で接合した(写真-3)。

4. 本復旧

(1) 復旧方針

梁下面が広範囲にわたって面外変形を起こしており、当て板による補強は不可能と判断し、損傷部を含む下フランジとウェブを部分的に撤去して新設部材に取り替える方針とした。

(2) 梁部材取替

取替範囲は梁中央の下側8,400mm×800mmであり、3分割で撤去・復旧することとした(写真-4)。

また、施工中の安全性確保として、梁撤去の前に、損傷部材撤去位置より上の部分で両ウェブ面に、補強フランジプレート(350mm×32mm×11,441mm)を現場溶接にて取り付け、フランジ間には断面保持材を設置することで、変形防止の対応を行った(図-3, 4, 写真-5)。

本施工では、死荷重を除荷しない状態で梁の下側を



写真-3 H形鋼による梁内補強



写真-4 梁撤去状況

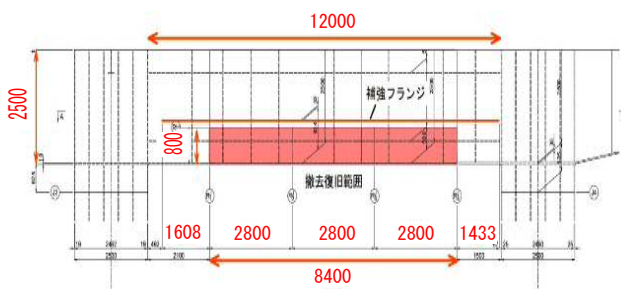


図-3 海P-74の梁補修側面図

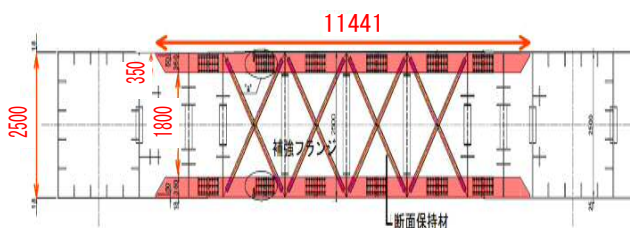


図-4 海P-74の梁補修平面図

撤去するため、施工に伴って既設構造物には残留応力が生じることとなる。そこで、撤去後の断面で残留応力の影響を考慮して、応力照査を実施した結果、許容応力度を超過することが分かった。この結果を受けて、活荷重応力低減のために下り方面の第1走行車線を規制することで、許容応力度を満足するように措置をとった。

また、施工時補強はレベル2地震動に対して耐震性能2を満足することを確認している。

(3) モニタリング及び品質管理

前述したように、高速道路供用下で、梁撤去・復旧を行うことから、安全性・品質の管理が課題となった。そこで、本施工では、安全性確保として梁復旧完了までモニタリング計測を実施した。

具体的には、ひずみゲージを配置し、施工時の割り増し1.25¹⁾を考慮した許容応力度を設定し、1次管理値を許容応力度の70%、2次管理値を許容応力度の80%とした。管理値を超えた場合は、連絡体制を整えていたが、結果として、全ての計測点において1次管理値であることを確認している。

また、品質確保として現場溶接時は夜間1車線規制を実施し、振動による溶接欠陥を防いだ。

完工写真を写真-6に示す。

5. おわりに

本施工は、船舶の衝突により損傷した鋼製橋脚に対して、湾岸線の安全走行を確保しながら、車線規制等のサービス低下を最小に抑えることを第一の目的に行った。また、狭隘な施工空間など厳しい施工条件であったが、無事故・無災害で完工することができた。このような被災事例は頻繁に発生するものではないが、重交通下での安全・品質の確保など、今後起こりうる災害に対して貴重な知見となれば幸いである。



写真-5 梁内補強状況



写真-6 完工写真

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅱ鋼橋編，2012