新潟県中越地震における上越新幹線魚野川橋りょう他の復旧

江島 賢一*1·竹中 敏雄*2

概 要

2004 年 10 月 23 日に発生した新潟県中越地震は,各地で大きな被害を引き起こし,上越新 幹線も一部の区間で運行不能の状態となった。構造物の損傷は激しく,一部で軌道面の沈下 も確認された。復旧においては,橋脚等の構造物を震災前の状態に回復させるとともに,補 強して大規模地震に対応できるようにした。特に河川内橋脚には,仮締切工を不要とした直 線鋼矢板(JES 形鋼)による耐震補強工法を採用する等,工期短縮を目指した工法選定を行い, 予定通り年内全面復旧を実現することができた。

キーワード:新潟県中越地震,耐震補強,河川内橋脚,直線鋼矢板(JES 形鋼),工期短縮

Restoration of the Uono River bridge and other bridge on the Joetsu Shinkansen line after the Niigata Chuetsu Earthquake

Kenichi EJIMA*1 Toshio TAKENAKA*2

Abstract

The Niigata Chuetsu Earthquake on October 23, 2004 caused serious damage in various districts, putting the Joetsu Shinkansen line out of service in some sections. Severe damage was found in railway structures and some track surfaces sank. In the restoration projects, measures were taken to restore piers and other structures to the state before the Earthquake. The structures were retrofitted to strengthen them to be able to withstand large earthquakes. For the piers in the river, we selected a seismic retrofit technique with straight steel sheet piles (JES steel shape). This process does not need cofferdam closure, shortening the time required. As a result, all the damaged structures were successfully restored before the end of 2004.

Keywords: Niigata Chuetsu Earthquake, seismic retrofit, piers in the river, straight steel sheet piles (JES steel shape), shorter work period

^{*1} Design Group(#01), Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

^{*2} Manager, Design Group(#01), Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

新潟県中越地震における上越新幹線魚野川橋りょう他の復旧

江島 賢一*1·竹中 敏雄*2

1. はじめに

2004 年 10 月 23 日(土), 新潟県中越地方に発 生した震度 7 の大規模地震は, 周囲に大きな被 害を引き起こした。震源地の南側, 約 5km に 位置する魚野川橋りょう, 和南津高架橋では, 河川内橋脚およびラーメン高架橋柱の損傷とこ れにともない, 一部で軌道面の沈下が発生した。

本稿では,橋りょうおよび高架橋の被災状況 ならびに復旧工事について報告する。

2. 被災状況

魚沼トンネル手前に位置する魚野川橋りょう は,信濃川の支流である魚野川を横断する3径 間連続 PC 箱桁橋である。魚野川橋りょうの直 径 6.5m の円柱橋脚には,主鉄筋段落とし部付 近でのかぶりコンクリートの剥落,帯鉄筋の落 下,軸方向鉄筋のはらみ出しが生じ,ひび割れ も広範囲にわたり発生した(写真-1)。損傷部 で曲げモーメントによる損傷により,ヒンジが 形成されたと考えられるが,軸力は保持されて おり損傷による軌道面の沈下は確認されなかっ た。

魚野川橋りょうの起点側に位置するラーメン 高架橋も,損傷度合いに差はあるものの,ほぼ 全域に渡り被害を受けていた。3径間1層ラー メン構造からなる第一和南津高架橋,第三和南 津高架橋は中でも損傷が著しく,柱上端部でせ ん断破壊が発生しており,コンクリートは内部 まで破壊された状況であった(写真-2)。第三 和南津高架橋においては,柱の変形により軌道 面が最大で約 30cm 沈下した。



写真-1 魚野川橋りょう被災状況



写真-2 高架橋柱損傷状況

3. 河川内および土中橋脚の復旧

魚野川橋りょうの復旧は,損傷箇所を修復し て震災前の耐力に回復させるとともに,大規模 地震に対応できるよう靭性補強と段落し部の補 強を行った。

水中・地中の補強工事を行う場合,一般的に は仮締切工を設置するが,本工事では工期短縮 のため,直線鋼矢板(JES 形鋼)を用いることで 仮締切工が不要となる耐震補強方法を採用した。

*1 エンジニアリング本部 土木技術部 設計第一グループ *2 エンジニアリング本部 土木技術部 設計第一グループ担当部長 また,気中部の補強は,鋼板が短期間で入手困 難であることから RC 巻き立て工法を採用した。 以下に復旧手順を示す。 河川内桟橋の設置

② 橋脚まわり足場組立

③帯鉄筋再配置,ひび割れ注入

④水中·土中部耐震補強

⑤ 気中部耐震補強

[帯鉄筋再配置,ひび割れ注入]

損傷した部分の帯鉄筋(D19)は、ほぼ全数落 下していたため(写真-3),浮き・剥離したコ ンクリート部分を撤去後,新たに加工した帯鉄 筋を配置した。ひび割れが生じている部分には 予め注入用ホースを取り付けておき、その上か らポリマーセメント系断面補修材を吹き付けて シールした後、アクリル系樹脂を注入し補修を 行った。

[耐震補強]

図-1に耐震補強の手順を示す。

水中部となる 2P 橋脚, 土中部となる 3P 橋脚 に対し, 仮締切工をせず, 直線鋼矢板(JES 形鋼) を打込みコンクリート充填する方法を採用した。 特に水中部(2P)の復旧は全体工程においてクリ ティカルとなっていたため,自走式杭打ち機(サ イレントパイラー)を使用することで桟橋の設 置範囲を最小限にとどめ、工期短縮を図った。



写真-3 損傷部近景

直線鋼矢板打設完了後,水中部の 2P では, 鋼矢板と橋脚間の残留土砂はサンドポンプにて 除去した。土中部の 3P については、ウォータ ージェットで掘削しながらバキュームにより土 砂を吸い上げた。鋼矢板と橋脚間には、土砂除 去後,水中不分離性コンクリートを打設充填し た。鋼矢板継手部に潤滑止水材と紫外線硬化型 FRP シートによる 2 重の流出防止措置(図-2) を行うことで,汚濁水の河川内流出を防止した。



図-2 流出防止措置





気中部の耐震補強は RC 巻き立て工法を採用 して,河川阻害率より補強厚は 300mm に制限 された。耐震補強の必要鉄筋量は軸方向鉄筋: D32@120-2段,帯鉄筋:D25@150-2段であ り,補強厚 300mm に対して所定の鉄筋間隔が 確保できないため,2段束ね鉄筋配置とした。 帯鉄筋は最外縁に 75mm 間隔で必要鉄筋量を 配置した(図-3)。



図-3 気中部耐震補強配筋

RC 巻き立て部は補強厚が薄く,過密配筋で バイブレータによる締固めが困難であるため, 高流動コンクリートを採用した。高流動コンク リートは,標準のコンクリートに比べ単位セメ ント量が多くひび割れが発生しやすいことから, 膨張材を添加した。また,既設橋脚面の打継ぎ 処理は,施工速度が速く,削りかす・処理水の 回収が確実な,ウォータージェットブラスト工 法を採用した。

水中・土中部の耐震補強は,直線鋼矢板コン クリート充填構造,気中部の耐震補強は RC 巻 き立てコンクリート構造であり,境界面は不連 続とならないように,RC 巻き立ての主鉄筋を 鋼矢板補強区間に定着させた重ね継手方式を採 用した(図-4)。写真-4に,魚野川橋りょう の復旧工事状況を示す。



図-4 耐震補強重ね継手



写真-4 魚野川橋りょう復旧状況

4. ラーメン高架橋柱の復旧

第一和南津高架橋は、せん断破壊先行型で大 規模地震に対してせん断耐力が不足していると 判断されており、近々耐震補強工事が予定され ていた。一方、第三和南津高架橋は、耐震診断 において曲げ破壊先行型と判定されていたが、 実際にはせん断破壊とみられる損傷が生じた (写真-5)。

図-5に第三和南津高架橋 R2 の構造図を示 す。桁下空間に外壁で囲まれた消雪基地が設け られており,設備の支持床として土間コンクリ ートが打設されていた。周辺構造物や土間コン クリートが柱の水平変位を拘束し,せん断スパ ンが短くなり,せん断破壊に至ったと考えられ る。

4



写真-5 柱損傷状況



図-5 第3和南津構造図

復旧は,魚野川橋りょうと同様,震災前の耐 力に回復させるとともに,大規模地震に対応で きる耐震補強を行った。

第三和南津高架橋の復旧では、まず余震によ る二次災害を防止するため四角支柱で仮固定し 復旧方法を検討した。柱損傷部には、内部コン クリートの破壊,軸方向鉄筋の降伏および変形、 帯鉄筋の破断が発生しており、軌道面の沈下も みられた。このため、注入や断面修復のみで元 の状態に回復させることが不可能と判断され、 柱の一部を切断・撤去し、新たに配筋をして、 コンクリート打設を行うものとした。図-6に 柱切断からコンクリート打設までの手順を示す。



図-6 柱復旧手順

STEP1: ワイヤーソーにて柱上端を切断 STEP2:床版のジャッキアップ STEP3:ワイヤーソーにて柱下部を切断 STEP4:切断部撤去 STEP5:鉄筋の配置(断面力の大きい上端部を 圧接,下部をフレアー溶接にて接続)

STEP6:コンクリート打設

消雪基地土間コンクリートの下層は埋戻し土 であり,ジャッキアップ用に図-7に示す架台 設備の基礎として深礎杭(φ1500mm)を設けた。



図-7 架台基礎

断面修復を行った箇所は,剥落防止用のアラ ミド繊維を柱全周に巻き,RB 補強工法により 耐震補強を行った。土間コンクリートより下方 は,拘束による補強効果を期待し,上方は土間 コンクリートより上部をせん断スパンとして RBを配置した。図-8にRB補強範囲を示す。



図-8 RB補強範囲

第一和南津高架橋は損傷による軌道面の沈下 は無かったため、復旧は損傷部の断面修復、注 入を行った後、剥落防止用のアラミド繊維を巻 き、RB補強工法により耐震補強を行った。

5. まとめ

上越新幹線は,震災から約2ヶ月後の12月 28日,無事全面開通を迎えることができた。今 回の復旧では早期復旧が最優先とされる中,短 期間での復旧を実現するとともに,大規模地震 対応の耐震補強も実現できた。

今回報告した直線鋼矢板による鋼板巻き補強 は、仮締め切りが不要であり、自走式杭打ち機 の使用によって仮設桟橋の簡素化が図れるため、 工期短縮が実現できる有効な耐震補強工法であ り、従来の補強工法に比べて経済性に優れた工 法と言える。

耐震補強が必要とされる構造物は全国各地に 残っていると予想され,今回の工事で採用した



写真-6 魚野川橋りょう復旧完了



写真-7 第三和南津高架橋復旧完了



写真-8 第一和南津高架橋復旧完了

各復旧・補強工法が今後有効に活用されること を期待する。