

新潟県中越地震により被害を受けた新幹線橋脚の復旧設計

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○鈴木 裕隆
 東日本旅客鉄道（株） 正会員 綱嶋 和彦
 東日本旅客鉄道（株） 正会員 津吉 毅

1. はじめに

平成16年10月23日に発生した新潟県中越地震により、信濃川支流の魚野川を跨ぐ上越新幹線魚野川橋梁（昭和52年建設）の橋脚躯体（直径6.5m, RC単円柱）が被害を受けた。今回、その被害状況についての検討と復旧設計について報告する。

2. 被害状況と原因

被害を受けた橋脚は3径間連続PC箱形桁（橋長228m）を支え、河川部に位置する2P橋脚および陸上部に位置する3P橋脚である（図1）。躯体は2P、3Pともに同様の設計であり、軸方向鉄筋が2段階途中定着されている構造である（図2）。

今回の地震により地上から確認された損傷は、躯体の中間部において軸方向鉄筋の変形でかぶりコンクリートが外側へ押し出されたことによる剥落である。また、これに伴い帯鉄筋の外れや緩みも見られた。内部のコンクリートにもひび割れが発生しており、曲げモーメントだけでなくせん断力によるものと思われるひび割れも見られた。かぶりコンクリートの剥落範囲は、2Pでは高さ方向に1.0m程度、3P橋脚では1.5m程度であり、一部を残しほぼ全周にわたっていた。

図3に、躯体高さ方向の各断面における曲げ降伏耐力 M_y (kN・m) とせん断耐力 V_y (kN) を示す。計算は、コンクリート標準¹⁾を基本とし、死荷重時の桁反力を用い、各安全係数は1.0とした。ただし、鋼材の強度は通常鋼材の規格値よりも実際の強度が高くなることを鑑みSD345規格値の1.2倍 (414N/mm^2) とした。また、せん断耐力については既往の研究²⁾による算定式を参考として算出した。なお、鉄筋切断点から計算断面までの長さ L はコンクリート標準に従って算出し、本橋脚の場合は $L=5.7\text{m}$ とした。同図に、橋脚下端が M_y に達する時に発生する曲げモーメント M_1 (kN・m) およびせん断力 V_{my} (kN) を付記した。 M_1 および V_{my} に対し、計算断面②（第2途中定着部）は M_y および V_y ともに下回り、計算断面①（第1途中定着部）についても M_y が下回ることがわかる。また、計算断面②の方が相対的に耐力が小さい。

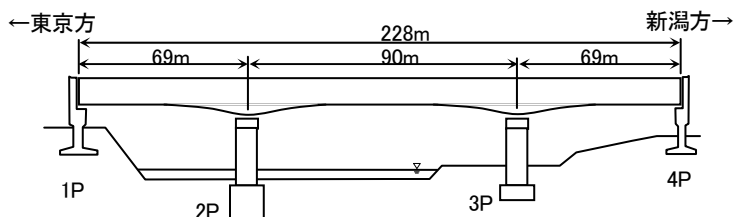


図1 魚野川橋梁一般図と橋脚躯体の損傷

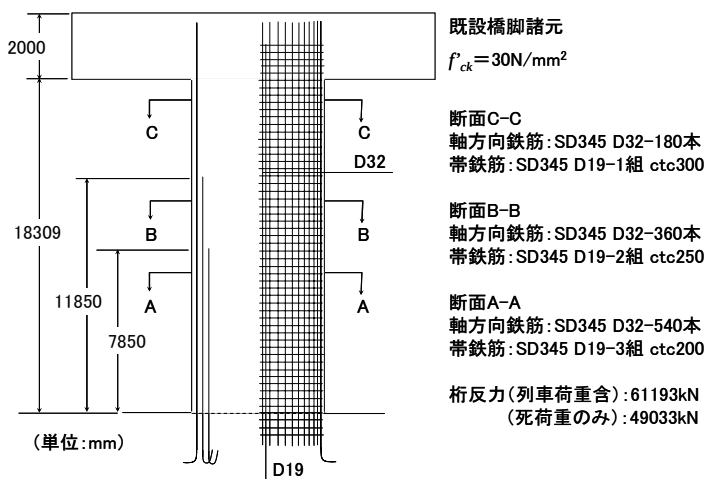


図2 既設設計図

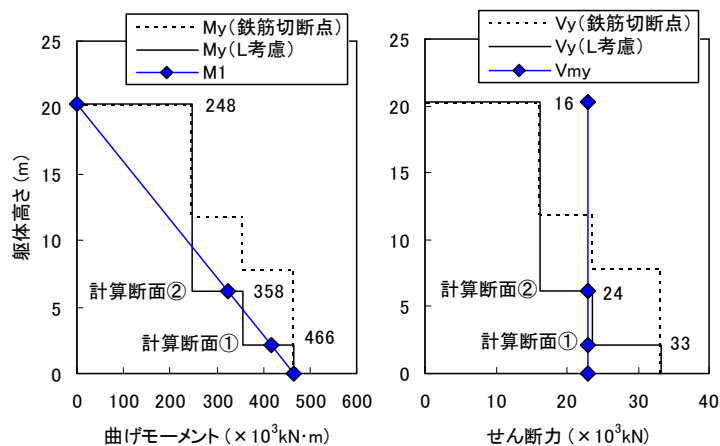


図3 各断面における曲げ降伏耐力及びせん断耐力（既設橋脚躯体）

キーワード 新潟県中越地震, 途中定着部, 復旧設計

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 東日本旅客鉄道（株） TEL 03-5334-1288

3. 復旧設計

まず、損傷の集中した第2途中定着部について、ひび割れ注入後、外れた帯鉄筋分を再配置し、断面修復を行った。その後、途中定着された軸方向鉄筋に相当する鉄筋量を追加配置し、また、すべての断面においてせん断破壊させないようにせん断補強鉄筋を追加配置した。具体的には、軸方向鉄筋（SD345）D32を360本、帯鉄筋（SD345）D25を75mmピッチにて配置し、300mm厚のコンクリートにて巻き立てる設計とした。

図4に、上記設計にて橋脚躯体を補強した場合の、躯体高さ方向の各断面の曲げ耐力 M_u (kN・m) とせん断耐力 V_y (kN) を示す。なお、この計算はコンクリート標準を参考に各安全係数を考慮して行っている。同図に、橋脚下端が曲げ耐力に達した際に発生する曲げモーメント M_2 (kN・m) およびせん断力 V_{mu} (kN) を付記した。各計算断面における M_u は M_2 に対し十分であることがわかる。また、せん断耐力 V_y についても余裕があることから、本橋脚は、地震時に途中定着部が著しく損傷することなしに基部に損傷が集中する構造に変更されたこととなる。

なお、実施工においては、既設の根巻きコンクリート等が支障すること、施工性等を鑑み、躯体下端から一定高さまでは別構造とした。具体的には、既設の根巻きコンクリート等を巻き込む形でJES形鋼（鋼材厚さは上記補強設計上の鋼材量を十分上回るように決定）を一周させたあと、その内側にコンクリートを充填させる形で補強を行った。（図5）

また、躯体基部についてはJES形鋼によるじん性補強となるが、その鋼材厚さは十分な変形性能を発揮することができるものである。

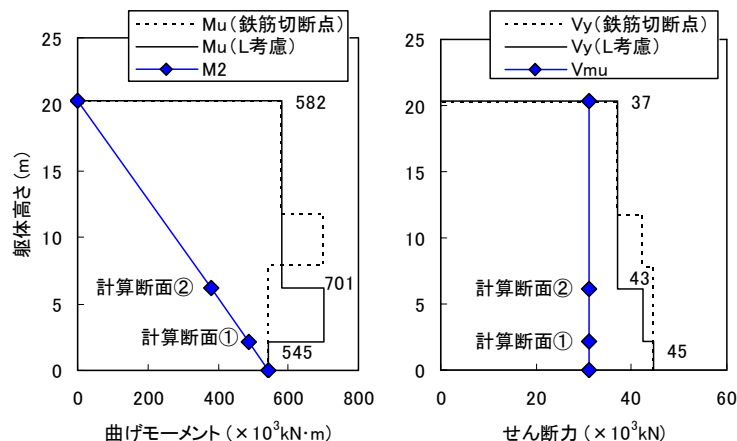


図4 各断面における曲げ耐力及びせん断耐力（補強後橋脚躯体）

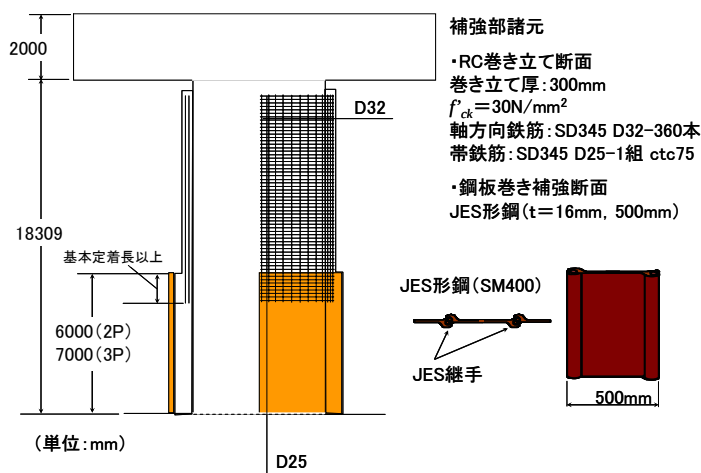


図5 補強設計図



図6 復旧状況（左：鉄筋組立て状況、右：復旧後）

4. まとめ

- (1) 本橋脚は、下端が曲げ降伏耐力に達する時に発生する曲げモーメントおよびせん断力に対し、途中定着部の耐力が小さい構造であり、特に第2途中定着部は相対的に耐力が小さかったものと考えられる。
- (2) 復旧設計は、軸方向鉄筋およびせん断補強鉄筋を追加配置した上でコンクリート巻き立てを行うことにより途中定着部を補強することを基本とし、地震時の損傷箇所を基部に移行させるように行った。また、基部についてはJES形鋼を一周させたあと内側にコンクリートを充填することによりじん性補強を行った。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004.4
- 2) 二羽淳一郎，山田一字，横沢和夫，岡村 甫：せん断補強鉄筋を用いない RC 梁のせん断強度式の再評価，土木学会論文集，第 372 号/V-5，pp.167～176，1986.8