2011年東北地方太平洋沖地震による橋梁被害と地盤の関係

1.まえがき

既に事例調査結果から各種構造物の地震被害が地盤 の不連続点で多いことを明らかにして,構造物の地震 被害機構を地盤不連続点における不同地盤変位並びに 地盤のせん断歪や垂直歪に着目して推定した結果も発 表してきた. 今回, 2011年東北地方太平洋沖地震で発生 したいくつかの橋梁の被害と地盤の関係について考察 したので、その結果を報告する.

2. 東北地方太平洋沖地震による被害橋梁と地盤の関係 (1)仙台東部道路東部高架橋

東部高架橋において桁全体の横ずれや積層ゴム支承 の破断・亀裂等が発生した ¹⁾. ゴム支承破断は橋脚 P52,54,56,58 上で発生し(図-1¹⁾),その内 P52(箱桁 側), P56(I桁側)の支承は8ヶ全部破断した.ここで損 傷発生区間の地盤状態を示す図-2²⁾をみると, P52, 54 は 氾濫平野にあることしか分からないが, P56 と P58 は氾 濫平野と自然堤防の境界部,即ち地盤の不連続点にあ り,不同地盤変位で被害が発生しやすいところである. しかも, P56(I桁側)で支承 8 ヶ全部破断し損傷状態が

●破断したゴム支承

→ 北東

P57

P56

前・前橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

最も大規模で,橋軸直角方向に大きくずれたのは地盤 の不連続点にあったことと対応すると考えられる^{1.1)}. (2)東北新幹線花橋院架道橋

花橋院架道橋(Bv)終点方支承部がずれ,その上部で 軌道狂いが発生した(図-3³⁾, 4¹⁾). その架道橋(以下, Bv と称す)は尾根状地形の先端部を切土で走る在来線の 東脇につくられている.図−5の地質図4はその地形状態 も示す.そのBvの起点方橋脚と終点方橋脚付近(図-5の a, b 地点)の土質柱状図(図-6)をみると、ともにDG層(洪 積砂礫層)の N 値に幾つかの極小値がみられるが,その 極小値を通る直線(図中の赤線)はそれぞれ深さ方向に 強度増加傾向と減少傾向を示す.従って,橋脚の支持層 は起点方が良好地盤で,終点方が動きやすい地盤で,地 震で終点方橋脚付近の地盤が比較的大きく動いて,桁 ずれや軌道狂いが発生したことが推察される. (3) 国道 4 号線大仏大橋

大仏大橋では上り線と下り線で損傷状況がかなり異 なり,下り線に損傷が集中したことが報告されている (下弦材,床版・トラス格点部,橋脚の打ち継目の全周亀裂, 橋台前面護岸部)5.このように並列橋梁の被害状況が かなり違う事例は過去にもみられる⁶⁾. 例えば, 1989年 マプリエタ地震でストラブスルー橋(a)は北行車線橋梁よりも南 行車線橋梁の方の被害がかなり大きく,中央部分が落 橋した.1995年兵庫県南部地震で阪急西宮高架橋(b)で



キーワート::2011年東北地方太平洋沖地震,橋梁被害,地盤不連続点,不同変位 連絡先:所沢市東所沢

は上り線橋脚がせん 断破壊し,桁は北側 に移動や傾斜,沈下 したが,下り線橋脚 の被害程度は北側橋 脚より軽い⁶⁾.a,b橋 梁はともに橋軸直角 方向(谷軸方向)に大 きく変位した.地盤 はaでは腐植土含む 地盤,bでは埋没谷地 盤で共に地震時に動 きやすい地盤である.



図-7 荒川湾岸橋の位置と地盤(文献8)に追加)

地震で動きやすい地盤が谷筋方向に動いたとき被害の

酷い方の橋梁基礎に止められたため,基礎 に強い偏土圧が作用して被害が発生し,さ らに脇の被害程度の軽い橋梁基礎も地盤動 を止める機能を発揮して,被害が生じたこ と等が考えられる⁶.

(4) 首都高速湾岸線荒川湾岸橋

荒川湾岸橋で支承部と格点等の継ぎ手部 等で損傷が発生したが,それらは河道の東

側で多い(全19ヶ所の内16ヶ所)⁷⁾. 図-7の首都高速(緑線)の荒川湾岸橋の位置と地盤をみると, 荒川湾岸橋は 埋没谷斜面部につくられ, しかも湾岸橋の西半分の谷 斜面傾斜が比較的緩く, 東半分の傾斜が比較的急であ り, 損傷は埋没谷斜面部の傾斜の急な東半分で多いこ とが分かる.

(5)首都高速湾岸線(西)大黒ジャンクション連結路

首都高速湾岸線大黒ジャンクション(JCT)の連結路の橋梁 で支承部が損傷した⁷⁾. 図-8 は大黒ジャンクション(JCT)と沖 積層基底面の関係を示しており,損傷位置(図の赤色破 線内の赤点)は沖積層基底面の傾斜部に当たり,荒川湾 岸橋の地盤と類似であり,共に不同地盤変位が発生し やすい地盤である.

(6) 東京ゲートブリッジ

東京ゲートブリッジに航路の両脇等でずれ等が発生 したといわれている.図-9をみると、航路両脇の主橋脚 MP2とMP3の長さに21mの差があり、地震で両橋脚間に大 きい変位差が発生して橋梁の支承部等にずれ等が発生 したことが推察される.



図-8 大黒JCT(赤色破線円内)の地盤(文献7),8)を集成)



3. あとがき

以上に述べた東北地方太平洋沖地震による橋梁被害 はいずれも地盤の不連続点と考えられる位置で発生し、 不同地盤変位等が発生しやすい地盤であり,過去の地 震被害地盤と同様であることが分かった.終わりに,以 上の調査でお世話になった(株)長大の矢部正明博士及 び文献の著者に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

1) 土木学会鋼構造委員会編: 東日本大震災鋼構造物調査 特別委員会報告書, 2012. 2) 治水地形分類図, 仙台東北 部,調査年度1977年. 3)東日本大震災による地上設備 の被害と復旧状況について, JR東日本H.P., 2011.4.5. 4) 東北新幹線地質図(桑折·有壁間), 国鉄仙幹工, 1981. 5) 矢部正明・塚本英子他:周辺状況から推定した2011年 東北地方太平洋沖地震による道路橋の挙動,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, p. 161-168, 2011. 6) 那須誠:橋梁等構造物の地 震被害への隣接構造物の影響の考察,第6回地震時保有 耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジ ウム講演論文集, pp. 273-280, 2003. 7) 平野廣和, 香月智 編:関東および信越地域の被害概要(速報),土木学会関 東支部, 2011.4. 8) 貝塚爽平編: 東京湾の地形・地質と 水, p. 55, 築地書館, 1993. 9) 港湾空港技術研究所編: 沿岸域の開発プロジェクトと新しい技術の発展に関する国 際シンポジウム配布資料,2010.