

橋梁と地盤に関する東北現地被害報告

早稲田大学 赤木研究室 平岡 陽
早稲田大学 赤木研究室 小川 航平
早稲田大学 秋山研究室 三井 雅史
早稲田大学 秋山研究室 早川 駿

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、津波を中心とし東北地方に大きな被害をもたらした。今回の震災は、前述したように津波による人命への被害が甚大であったことから、公の場においては津波による人命被害について注目される場面が非常に多いと考えられる。しかし、被害はそれのみならず、地震と津波による橋梁といったインフラへの被害や、人命には直接関与していない地盤変形の問題等も今後の地震を考えた際に重要な検討項目である。本報告では、橋梁と地盤の2つの視点から現地調査を行い、その被害状況について工学的考察を加え報告する。

2. 橋梁被害に関する報告

図1に海岸沿いに位置する道路の被害状況について記録したものを示す。一般的には、津波被害による道路の被害は波の力（真横方向からの力）により大きな被害を受けると考えられる。しかし今回の現地調査の結果、横方向への変形というよりも縦方向に変形していたことが確認された。これは、道路が津波による水位増加に伴い縦方向の力（上揚力と称す）を受けたためであると考えられる。この道路の被害状況から、橋梁の被害も津波の鉛直方向の力に起因するのではないかと考えられる。

実際に橋梁の被害状況について現地調査をし得られた写真が図2に示すものである。これは橋梁の橋の部分が津波により流された後の桁との接合部を拡大して撮影したものだが、接合部が斜め方向に傾くように変形している様子が確認できる。このことから、やはり津波により横方向の力だけでなく鉛直方向にも上揚力が働き、橋桁が破壊されたと考えられる。しかも、今回は斜め方向の変形をしていることから、回転力を受け変形したと考えるのが妥当であると思われる。

今回の橋桁の被害プロセスをまとめたものが図3に示す桁の流出過程である。津波により水位が増加することにより上揚力が次第に大きく働き、その力により桁が回転し流出したと考えられる。今回の調査結果から、津波による回転流出の工学的予測・評価は、今後の津波被害を防ぐ際に重要な要素となると考えられる。この現象のモデル化による評価といった具体的な研究は今後の大きな課題となる。



図1. 上揚力による道路被害状況



図2. 被害のあった橋梁の桁との接合部

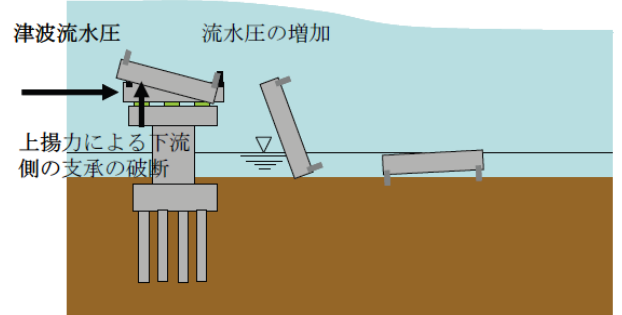


図3. 橋桁の被害プロセスについて

3. 地盤被害に関する報告

東北現地調査において、地盤被害は大きく分けて液状化被害と地盤沈下被害の2つが見受けられた。ここでは、液状化被害について報告する。ここで液状化現象とは、固体状の土において、非排水条件下で地震等による繰返しせん断応力が作用して、間隙水圧が蓄積する、あるいは静的条件下で地下水の浸透流により間隙水圧が発生することにより、有効拘束圧がほとんどゼロの状態となり、土が液体状に変化する現象である。液状化が発生すると、土はせん断強さを失ってしまい、大変形を起こすことがある¹⁾。図4は液状化による地盤の変形により地盤の上部



図4. 液状化被害の一例

のコンクリート部にクラッキングが入っている様子を示したものである。

また、液状化という観点で現地の地盤を観察した所、液状化が起きている地盤には大きな特徴が見られた。図5は液状化が起きている地盤を写真におさめたものであるが、ほぼ砂層に近い部分で大規模な液状化現象が見受けられた。一方、図6は図5の近くの地盤であるが、水面からの高さがほぼ



図5. 砂地盤の液状化



図6. 被害のない礫地盤

同じであるにも関わらず、全く液状化が起きていなかった。この理由として、図6は礫層であったことが大きな理由であると考えられる。礫地盤においては、礫同士の摩擦が非常に大きく働くため、大きな軸ひずみが起こらないというメカニズムで説明ができる²⁾。この砂の粒径による液状化の起こり

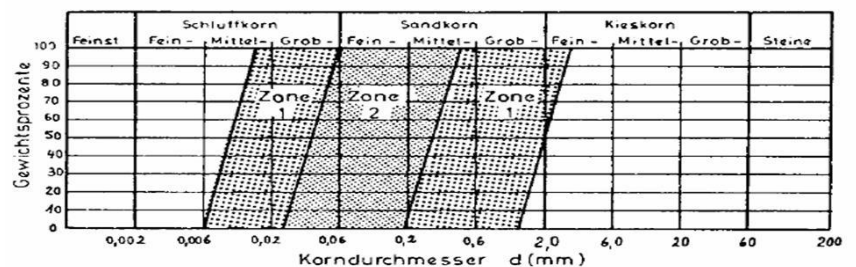


図7. 粒径による液状化可能性評価

やすさについては、図7からも説明できる。図7において、zone1が最も液状化可能性が大きい区域であり、zone2は2番目に液状化可能性が大きく、それ以外は危険度が低いとされている。現地の粒径を確認したところ、図5はzone2に属し、図6はzone外に属していた。そのため、現地での液状化地帯は粒径の液状化可能性評価より、判定ができていた結果となった。

5. まとめ

現地調査を行った上でのまとめを以下に要約する。

- (1) 橋桁の被害状況から、津波の回転力による被害が多く見受けられた。なお、その研究については今後の重要な課題となる。
- (2) コンクリートのひび割れから、地盤の液状化被害を確認できた。なお、液状化の起こりやすい地帯については、液状化可能性評価グラフより判定が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 社団法人地盤工学会 “地盤工学用語辞典” pp214
- 2) 永瀬英生、廣岡明彦ら “礫分含有率および礫の粒径が砂の液状化強度特性に与える影響” 土木学会第52回年次学術講演会 pp180～181 1997.9