

有限要素解析を用いた地すべりによる圧縮力を受ける橋梁の安全性評価

早稲田大学 学生会員 ○今西 駿介
 早稲田大学 正会員 佐藤 靖彦
 株式会社タナカコンサルタント 正会員 田中 雄太
 北海道大学 学生会員 渡辺 陸

1. 目的

近年、構造物に影響を及ぼすような地震、大雨、洪水等による土砂災害など多くの災害が発生、またそれが巨大化、複雑化している。急峻な地形で降水量も多い日本において地すべりは身近な災害の一つである。

本研究では、地すべりにより橋台が移動することで上部構造に圧縮力が作用する小規模橋梁の構造安全性を、GNSSにより得られた地すべり量ならびにひずみゲージにより得られた主桁のひずみ性状と三次元有限要素解析結果とを比較することで検討した。具体的には、降雨量、気温変化等による地すべりへの影響の有無や橋梁の応力状態に関して考察をする。

2. 橋梁の概要

本研究で対象とする橋梁（以下「N橋」という）は、昭和44年に建設された橋梁である。橋長40.50m、幅員4.7mの単純非合成H桁を上部構造にもつ鋼コンクリート複合構造である。通常、橋台は河川の影響を受けない位置に設置するが、N橋の片側の橋台は護岸に三方を囲まれて河川内に突出した構造となっている。また、N橋付近の河岸には、広く蛇紋岩が分布し、河川による継続的な浸食を受けて崩落した箇所が随所に見られる。

N橋には、平成28年度以降に行われた点検において著しい変状が認められており、特に主桁の下フランジ、橋台杭頭、桁遊間の変状は著しく、早急な対応が必要であった。そこで、本研究では、GNSS受信器で基線解析を行い、相対変位を求めることですべり地盤の変位を算出し、また橋梁にはひずみゲージが設置されひずみの情報を取得している。図2と図3にG1、G2各桁の上下フランジに設置された短軸ゲージによるひずみの推移を示す。

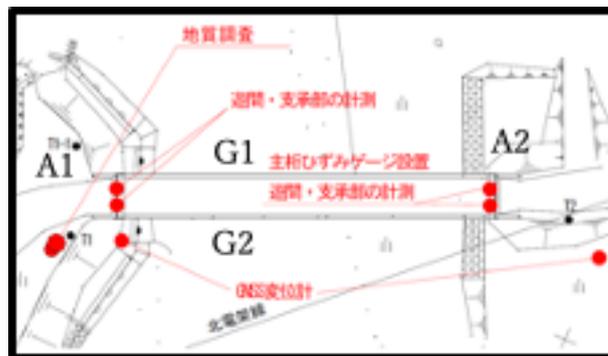


図1 N橋 橋梁概要

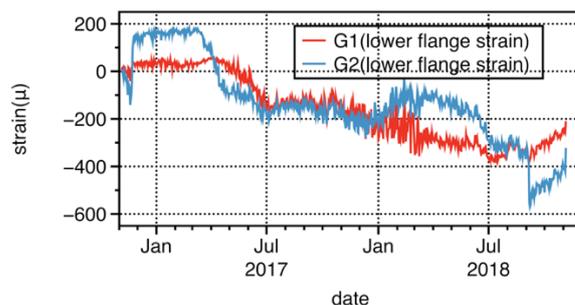


図2 下フランジのひずみ推移(日平均)

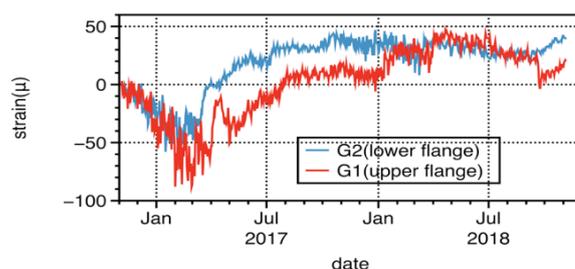


図3 上フランジのひずみ推移(日平均)

図2より、下フランジには圧縮力が、図3より上フランジには圧縮力が加わっていることがわかる。したがってこの桁は軸力により反り上がっていることが推測される。本研究では、このひずみの変化と地すべりとの関係性について解析的に検討する。

キーワード 橋梁, 地すべり, 有限要素解析, 安全性診断

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学51号館16-1 設計工学研究室 TEL 03-5286-3852

3. 三次元有限要素解析

3.1 概要

本研究では三次元有限要素解析ソフトを用いた解析を行う。用いたソフトウェアは、三次元有限要素解析ソフト DIANA10.2 である。図4に作成したN橋のジオメトリを示す。

本解析において、橋梁の左岸側 (A1) は固定支承であり、支承及び沓座が変形することによって軸力に抵抗している。地すりは右岸から左岸に向かって発生しているため、A1 支承と橋台にそれぞれ強制変位を与えた。A1 側の主桁と橋台のパラペットが接触する前の状態を支承のみに変位をかけることで再現している。また、地すべりが進行した際、桁と橋台の一部が接触していたため、その状況下では地すべりによる変位は支承ではなく橋台にかかるため、橋台にのみ変位量を与えている。実際には A1G1 側の主桁と橋台のパラペットは接触していないため、G1 側は支承に変位をかけ続け、G2 側に関しては、初めは支承、途中から A1G2 の接触を考慮し、橋台のパラペットに変位を与える解析を実施するのが望ましい。しかし再現度の難しさを考慮し、今回は支承に変位を与える場合と橋台のパラペットに変位を与える場合の2つのパターンに分けて解析を行った。

3.2 パラペットが主桁を圧縮する場合の再現解析

本論文では、パラペットと主桁が接触した場合の解析について詳述する。A1 側の橋台のパラペットが主桁に接触した場合として、2018/9/4 の時点での状態を再現する。このとき、G2 下フランジのひずみは G1 ウェブ水平方向のひずみと同様に -380μ となっている。図5に解析により得られたひずみの推移を示す。変位 15mm を加えた際の橋面高さの変位は 33mm であり、実際の橋梁から得られたデータと一致する。したがって目的日時での状態を再現できたと考えられる。また、パラペットの変位が約 50mm に到達した時点で圧縮ひずみの増加が停止している。これは、パラペットに 50mm の変位を加わった時に、下フランジの桁端部の応力が降伏応力に達していたことによる。したがって降伏によりパラペットの強制変位が桁端部の変形により吸収されたために圧縮力がそれ以上桁に伝達されなかったと考えられる。以上のことから、再現段階に桁に加わった応力は、降伏に至るまでの約

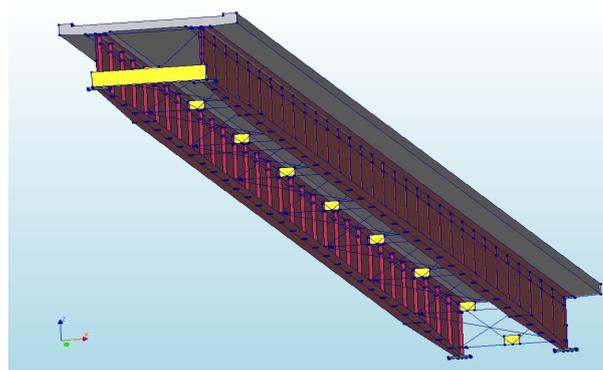


図4 N橋 橋梁ジオメトリ

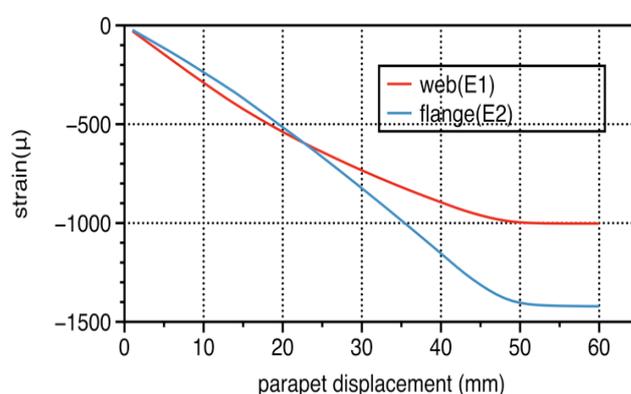


図5 再現解析によるひずみの推移

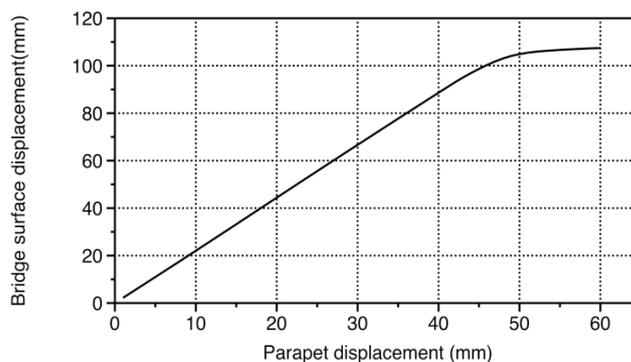


図6 再現解析による橋面高さ

1/3 程度であると考えられる。

4. 結論

地すべり挙動はGNSS変位測定により把握でき、またひずみゲージの挙動から、地すべりによる圧縮力が主桁に加わり変位が発生していることが確認された。三次元有限要素解析から、支承と橋台のパラペットに大きな圧縮力がかかることが推測される。現時点で加わっている圧縮力は解析により推定される最大圧縮力の1/3程度であると推測される。