

台湾花蓮地震における橋梁の被害分析

埼玉大学	正会員	○党	紀	東京大学	非会員	司	宏俊
(株)川金コアテック技術部	非会員	林	祉青	東京大学	非会員	額額	一起
東京理科大学	非会員	王	欣				

1. はじめに

2018年2月6日に台湾花蓮市海上に発生した地震によって、市内複数の橋梁が被害を受けた。いずれも軽微な損傷で、兵庫県南部地震時のような落橋や崩壊などがなかったものの、東北地震や熊本地震でも見られた橋梁支承の被害が多かった。被害を受けた橋は共通に、米崙断層を横断していたが、その近傍の橋などにおいて、被害を受けた外観が見えなかったことが特徴的であった。本発表では、現地で橋梁等の被害の状況を調査し、その被害メカニズムを解明するために、基礎的分析を行った。

2. 被害調査の概要と対象橋梁

台湾中央気象局による報告では、この地震規模はマグニチュード $M_L=6.0$ 、震源は花蓮市北東近海にあり、深さ 10.0km という震源が非常に浅いものである。また、台湾の震度階級では震度 7 ($PGA>400gal$)、台湾気象局震度としては最も高いものを記録し、そのうち最大のものは $PGA482gal$ に相当している。花蓮市内では、特に長周期が卓越した地震動が複数記録されており、その耐震設計における最大レベルの設計用地震動(再現期間 2500 年)と比べると、1 秒以上の成分が明らかに設計用地震動のスペクトルを超過している。

台湾国立地震工学研究所(NCREE)と台湾国立成功大学の研究者からの情報で、七星潭大橋、花蓮大橋、尚志橋、花蓮市 3 号橋が被害を受けているようであるので調査を行った。また尚志橋と 3 号橋の近傍にある農兵橋と美崙溪橋も比較対象として調査を行った。七星潭大橋では、橋脚のサイドブロック部分が大破した情報があり、支承も被害があったと推測し、ほかの橋は伸縮装置の食い違いが生じ桁間の段差が生じたとの情報があった。



図-1 断層と被害橋梁の関係

3. 七星潭大橋の支承被害

七星潭大橋は空港と空軍基地を横断した連続 2 径間 PC 箱桁の部分が被害を受け、下部構造が RC 壁式橋脚との間、BP 支承で繋がれている。中央橋脚(剛結)および空港側橋脚は空軍基地敷地内にあるため、その直接目視調査と無人機による上空撮影もできなかったが、対称した空港側橋脚と支承にも類似した損傷と逆方向への残留変形があるとの証言があった。断層を横断しているため、地盤が中央橋脚に回してに水平面内に回転したよう変形が卓越したように思える。公園側の橋脚の上の支承が下記のように見えるように、公園側に大きな変形が残されている。



図-2 七星潭大橋の支承(2 方向 BP)の被害状況

キーワード 花蓮地震, 橋梁, ゴム支承, 被害調査, 断層

連絡先 〒338-0825 埼玉県さいたま市桜区下大久保 2 5 5 埼玉大学理工学研究科 TEL 048-858-3552

海側にある公園を結ぶ国道の曲線橋であり、隣接する単純支持の径間では BP 支承が使われているが目視できる残留変形もなかったが、接近して目視したところ、全ての 3 機の支承の上部鋼板がカバーを破って、支承の下半分と分かれて、内部にあるはずのゴムが押し出されて、滑り材も切り出されて、支承の横に置かれている。近隣する七星潭公園では、断層のずれによる地面の亀裂が見られており、振動による慣性力の破壊よりは、断層の移動による地盤変形の影響が大きいように考えられる。

4. 花蓮大橋の被害

花蓮大橋では、地震後橋路面に桁間の衝突による隆起が見られ、小型無人機 UAV による上空の撮影により確認できるように、下の図に示すように、橋桁の橋軸直交方向のずれが見られている。調査は地震発生した 5 週間後で実施され、片側が通行しており、片側では路面の復旧工事を実施している。UAV を利用して、路面被害が激しい、橋台、P11、P10、P9 橋脚の上の支承を撮影したところ、支承や橋脚の損傷が確認されていなかった。なお、スマホを用いて、橋梁の交通振動の簡易振動計測を実施し、下記の図面により振動の大きい鉛直方向の結果のみを示しており、橋軸方向と橋軸直交方向も類似しており、2.4Hz 付近に卓越している。その地点に近い台湾気象局の花蓮ステーションでは、2 秒付近に卓越する地震動が記録されており、2.4Hz 付近の応答スペクトルの値は約 0.6g であり、耐震設計の設計震度に下回っている。これによって、地盤全体が移動し、残した変形が上部構造の横ずれの原因となることがもっとも考えられる要因である。

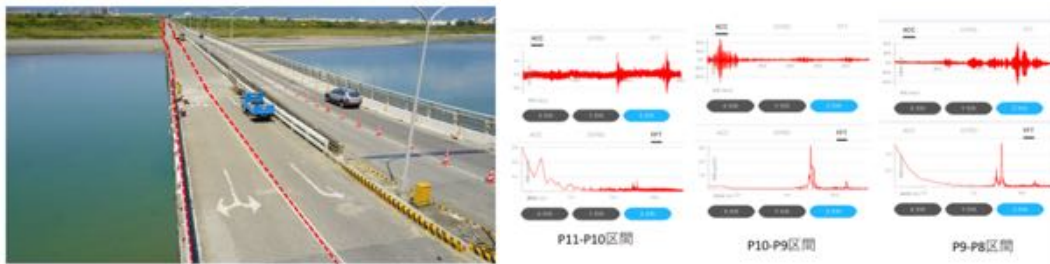


図-3 UAV 撮影により確認された花蓮大橋の全体のずれとスマートデバイスで計測された交通振動

5. 尚志大橋と周辺橋梁の被害

花蓮市内にある尚志大橋と 3 号橋は、路面に被害があったとの情報があり、実際に観察したところ、ほぼ修復されている状況であったが、橋台部にあるゴムパッドに破壊が見られている。尚志橋の上空から UAV が撮影した下記の写真から見えるように、川堤防にある橋脚付近では液状化による噴砂の痕跡が見られている。これによって橋付近の揺れは、花蓮ステーションに記録した地震動と同じように、地盤の非線形化による長周期成分が卓越している可能性がある。なお、支承の破壊状況として、西側（下記の図の右側）橋脚上のゴムパッドは位置ずれており、橋台上のゴムパッドも殆ど位置ずれており、ゴム層も切られている。連続桁のために、落橋まで至っていないが、ゴムパッドだけでは十分の変形が吸収できないと思われる。



図-4 UAV 撮影により確認された尚志橋における噴砂の痕跡と支承の破壊

6. まとめ

本研究では、花蓮地震で被害を受けた七星潭大橋、花蓮大橋、尚志橋などを対象として、被害調査とその原因分析を行った。地震による揺れのほか、断層による地表の変形による影響を無視できない。