

台湾大地震における石圍橋の被害メカニズムの推定

大日本コンサルタント(株) 正会員 田崎 賢治

九州工業大学 正会員 幸左 賢二, 山口 栄樹, 永瀬 英生, 廣岡 明彦

1. はじめに 1999 年 9 月 21 日, 台湾の中央部集集で発生した M7.6 の大地震では, 台中県, 南投県を中心に甚大な被害が生じた. 筆者らは地震後, 台中県を中心に橋梁の被害調査および測量調査を実施した.

本文では, これらのうち, 特徴的な損傷を生じた石圍橋について, 詳細な損傷状況と測量調査から推定した損傷メカニズムについて報告を行う.

2. 構造条件 本橋は図-1 に示すように省道 3 号線上にあり, 大甲溪の支流を渡河する上下線分離 3 車線の 3 径間単純曲線橋である (1994 年 9 月竣工). 上部構造は RC 5 主けた, けた長は 24~25m 程度, 幅員は 11~12m 程度でゴム支承で支持されている. 橋脚は RC 小判型橋脚で, 断面は $3.9\text{m} \times 1.5 \sim 1.8\text{m}$, 高さが柱下端からはり天端まで 9m 程度である. なお, 斜角は 40 度程度である.

3. 被害状況 被害状況を写真-1 および図-2 に示す. 東勢方面線では D2 と D3 の北側のけた端部がそれぞれ P1 と P2 より落橋している. また, 卓蘭方面線でも D3 北側のけた端部が P2 より落橋している. 東勢方面線の P1 橋脚には大きな損傷は見られず, A1 橋台側に 0.9° 程度傾斜している. P2 は橋脚自体に大きな損傷は見られないが, 基礎が大きく回転しており, P1 側に 10.3° 程度, 東側(橋軸直角方向側)に 4.8° 程度傾斜している. 一方, 卓蘭方面線の P1 橋脚は, 高さ 2m 付近で東西方向にせん断および曲げひび割れが生じ, 北側基部でコンクリートが剥離している. さらに A1 橋台側に 2.2° 程度傾斜している. P2 は橋脚自体に大きな損傷は見られないが, 基礎が大きく回転しており, P1 側に 7.6° 程度, 東側に 3.4° 程度傾斜している. 全体として橋脚が北側に傾斜している. 本橋周辺では写真-1 からわかるように, 右岸側(A2 側)の川岸で大きな斜面崩壊が生じている. この斜面とつながる川岸から 100m 程度の丘陵地では川方向に地滑りが生じており, 断層の影響を受けた可能性があるとの報告もある¹⁾.

4. 被害メカニズムの推定 図-2 には, 下部構造間距離とけた長の測量結果を併せて示している. これによると, 両方面線で落橋に至った D3 を支持する P2 と A2 間の距離が, 東勢方面線は 25.0m, 卓蘭方面線は 24.4m で, いずれの路線もけた長の 24.0m よりも長くなっているため, 落橋に至ったことがわかる. しかし, 東勢方面線で落橋した D2 については, D2 を支持する P1 と P2 間の距離が 22.3m で, けた長の 24.0m よりも短くなっているに

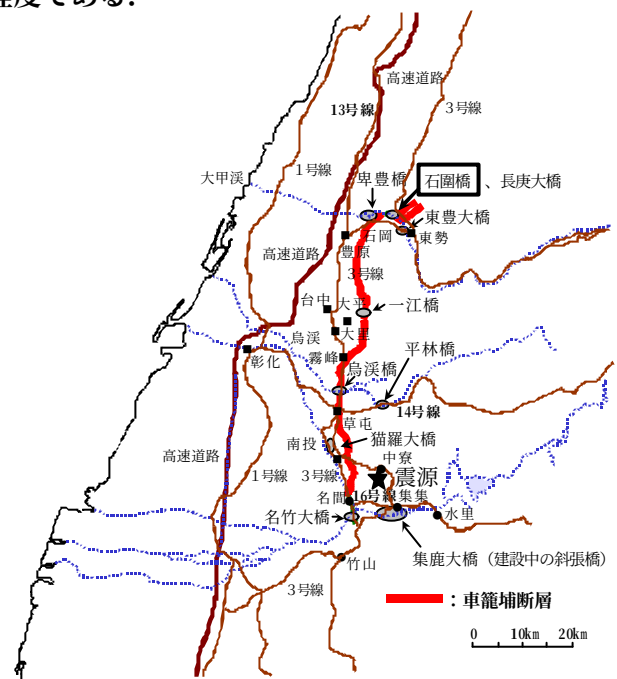


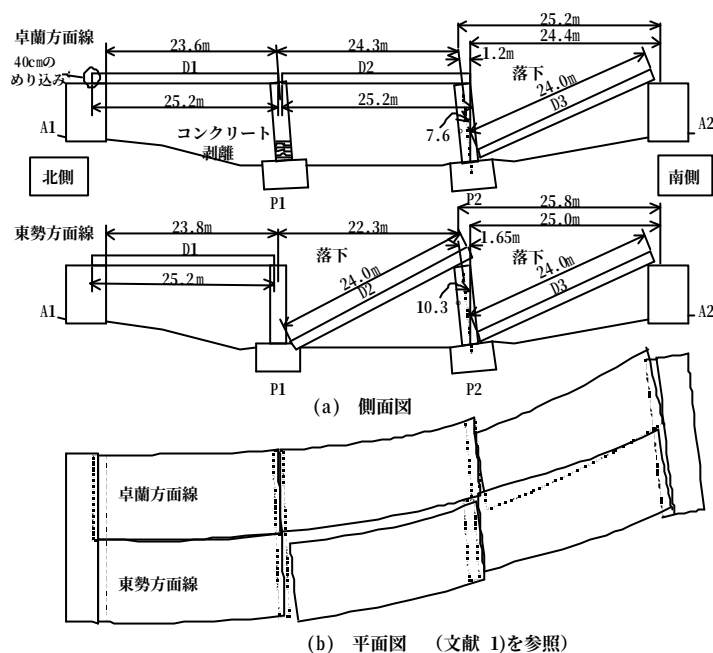
図-1 橋梁位置図¹⁾



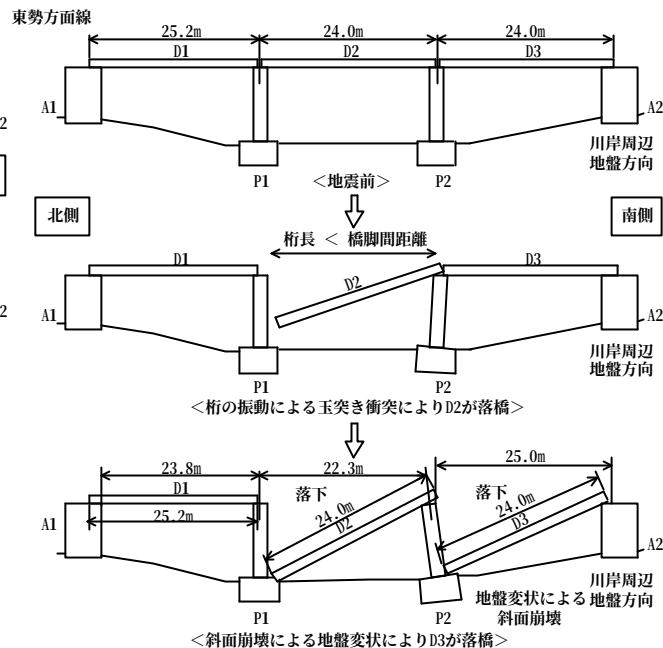
写真-1 石圍橋の被害

キーワード：橋梁, 地震被害, 集集地震, 石圍橋

連絡先：〒343-0851 埼玉県越谷市七左町 5-1 TEL 0489-88-8111, FAX 0489-88-3115



図－２ 石園橋の被害概要と測量結果



図－３ 東勢方面線の落橋メカニズムの推定

にもかかわらず落橋に至っている。D3 の落橋は右岸側の大規模な斜面崩壊から裏付けられる地盤変状によって P2 基礎が回転することにより北側に大きく変位したことが主たる原因と考えられる。このことは、P2 橋脚の回転による橋脚天端の水平変位が、東勢方面線で 1.64m (回転角 10.3°)、卓欄方面線で 1.2m (回転角 7.6°) であり、地震前の P2～A2 間の支間長 24.0m にこれらの回転変位を各々加えると、地震後の測量結果による支間長（東勢方面線：25.8m、卓欄方面線：25.2m）にほぼ等しくなることから裏付けられる。また、P1～P2 間についても、地震前の支間長が東勢方面線で 24.0m、卓欄方面線で 25.2m であり、回転変位を各々差し引くと、地震後の測量結果による支間長（東勢方面線：22.3m、卓欄方面線：24.3m）にほぼ一致する。

東勢方面線で P1 と P2 間の距離がけた長よりも短くなっているにもかかわらず落橋に至った D2 については、図－３に示すように、D3 の落橋の前に、地震動によるけたの慣性力が南側（A2 側）に作用し、けたかかり長の不足などから D2 が落橋したのではないかと推測される。地震動による慣性力を受けたことは、卓欄方面線の P1 橋脚基部に曲げおよびせん断ひび割れやコンクリートの剥離といった損傷を生じていることや A1、A2 橋台パラペット部にけた衝突の痕跡があることから裏付けられる。なお、卓欄方面線の D2 は落橋に至らなかった理由としては、卓欄方面線の A1 橋台部において、けたが北側（A1 橋台側）に 40cm 程度めり込んで路面が盛り上がっていることや、P1 橋脚に損傷が生じたことにより、これらの箇所で地震エネルギーが吸収され、東勢方面線と比べて相対的に地震応答が小さかった可能性があることが考えられる。

５. まとめ

- (1) D3 の落橋は、右岸側の大規模な斜面崩壊から裏付けられる地盤変状によって P2 基礎が回転することにより北側に大きく変位したことが主たる原因と考えられる。
- (2) 東勢方面線 D2 は、D3 の落橋の前に、すでに落橋したことが推測される。
- (3) 仮に、上部構造が連続構造であれば、けたの落下を防ぐことができたのではないかと推測される。

なお、東勢方面線 P2 橋脚は橋軸直角方向に 4.8° （橋脚天端で 75cm 程度）傾斜しており、けた D2 が回転の影響を受けた可能性も否定できないため、今後、回転挙動解析等を実施する予定である。

参考文献

- 1) 川島一彦，庄司学，岩田秀治：1999 年集集大地震における道路橋の被害と被災メカニズム，文部省突発自然災害調査団 1999 年台湾集集大地震報告会資料，1999.11