

集集地震における烏溪橋の被害に関する一考察

建設技術研究所大阪支社

工修 正会員 鈴木 直人^{*1}

九州工業大学工学部建設社会工学科

Ph.D 正会員 幸左 賢二^{*2}

大日本コンサルタント

工修 正会員 田崎 賢治^{*3}

1 まえがき

1999 年 9 月、台湾中部で発生した集集地震は台中県周辺部を中心に橋梁にも大きな被害をもたらした。被害の大きかった橋梁の一つである烏溪橋は台中市の南部にある、支間長 30～30m 程度の単純 PC 桁橋からなる全橋長約 624.5m の橋梁である。本論は現地測量結果にもとづく烏溪橋（新橋）の被害状況とその被災メカニズムについての考察を行うものである。

2 被害の概要

図 1 に烏溪橋の概要と被害状況を示す。東側の旧橋は 1960 年頃に竣工し、1983 年に隣接して西側に新橋を構築し拡幅している。旧橋は約 3m×9m の小判型断面の RC 壁式橋脚である。新橋は 2×5m の張り出し式橋脚であり、橋脚を支持する基礎は直径 6m のケーソン基礎となっている。旧橋は $A_1 \sim P_2$ 径間が落橋に至っているのに対し、新橋は橋脚が大きくせん断破壊しているが落橋には至っていない。

$P_2 \sim P_3$ 橋脚間を約 45 度の角度で断層が横切っており、 P_3 側の地盤が相対的に 2m 程度隆起している。水平方向には P_3 側の地盤が西方向および北方向に 2m 程度移動している。また、周辺の地震観測記録より架橋地点の地表面最大加速を推定すると 400～500gal 程度と考えられる。

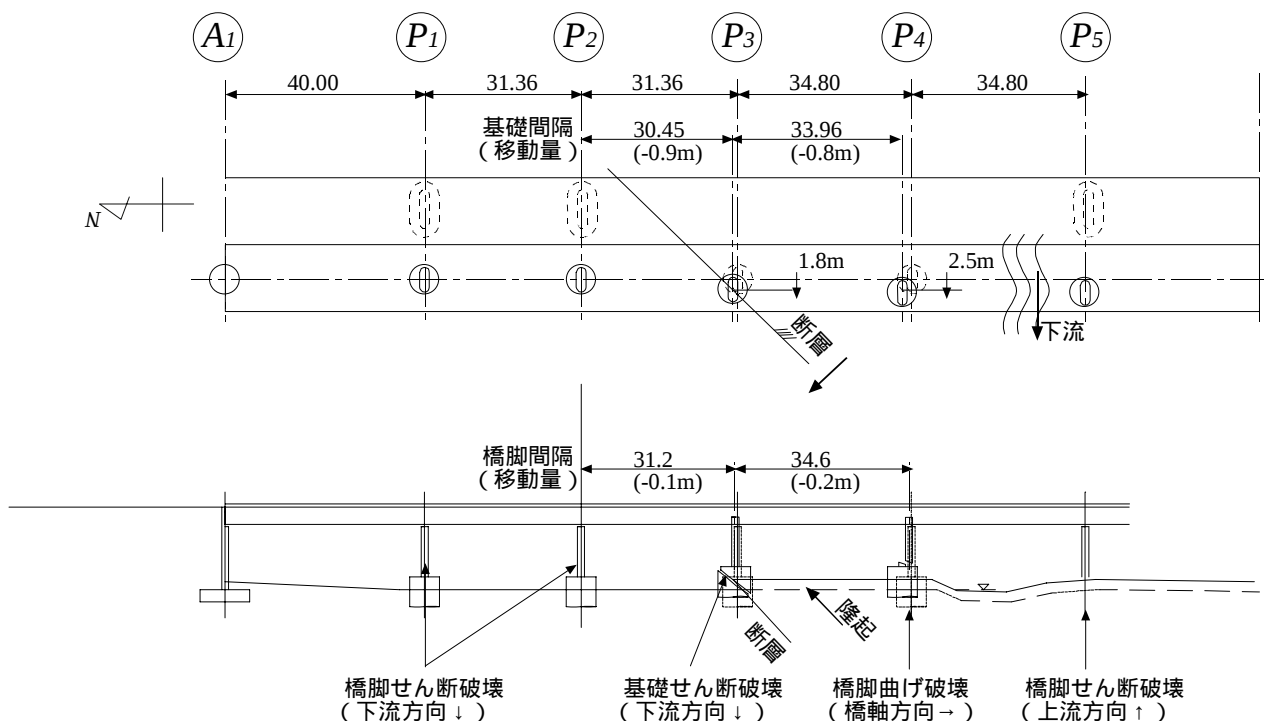


図 1 烏溪橋の被害状況

キーワード：橋梁，地震被害，橋脚，断層変位，集集地震

*1 〒540-0008 大阪市中央区大手前 1-2-15 TEL 06-6944-7870 FAX 06-6944-7894 E-mail n-suzuki@osaka.ctie.co.jp

*2 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 TEL 093-884-3123 FAX 093-884-3123 E-mail kosa@civil.kyutech.ac.jp

*3 〒343-0851 埼玉県越谷市七左町 5-1 TEL 0489-88-8123 FAX 0489-88-8136 E-mail tasaki@ne-con.co.jp

3 被災メカニズム

現地で測量した結果を 図 1 中に示す .断層ずれに伴い $P_2 \sim P_4$ 橋脚基礎間隔は橋軸方向に約 1.7m 縮小している .橋軸直角方向にも下流側に約 2m 程度移動している .

P_1, P_2 橋脚が橋軸直角方向にせん断破壊し ,上部工は大きく傾斜しているが ,かろうじて落橋には至っていない . P_3 橋脚も基礎部においてせん断破壊しており ,橋脚は下流側に 5 ~ 7 度傾斜している . P_4 橋脚は橋脚基部において水平に破壊面が生じている .一方 ,上部構造は ,橋脚や基礎工の大きな損傷と比較すると ,支承まわりやジョイント等の破損程度の比較的軽微な損傷となっている .橋脚の主鉄筋は D22 が 25cm ピッチ ,帯鉄筋は D13 が 30cm ピッチで配筋されており ,コンクリート強度はシュミットハンマーによると $\sigma_{ck}=29\text{N/mm}^2$ 以上であり ,若干主鉄筋比が小さいが特に品質的な問題はないものと考えられる .

橋脚は直角方向への水平力によるせん断破壊が支配的であるが ,その要因については慣性力によるものと地盤変位に伴う強制変位力が考えられる .ここではその両者の可能性について考察してみる .

(1) 断層変位に起因する水平力 と考えた場合

橋軸直角方向は単純桁であるため ,地盤変位が小さい場合は桁は自由に回転し ,橋脚に対して水平力は発生しない .しかし ,橋軸方向の縮小により桁間が密着することにより ,連続桁状となり水平力を伝達した可能性がある . $P_1 \sim P_3$ 橋脚は ,基礎が相対的に上流側に移動したことに伴う強制変位による下流方向への水平力のため ,これらの橋脚がせん断破壊したのと考えられる .この場合 P_4 橋脚には逆向きの水平力が作用することになるが , P_4 橋脚は $P_3 - P_4$ 橋脚間の縮小によるものと考えられる橋軸方向の力により基部の曲げ破壊が先行している .そのためか , P_5 橋脚に水平力が作用し $P_1 \sim P_3$ 橋脚と逆方向にせん断破壊している .

(2) 慣性力に起因する水平力と 考えた場合

橋脚の曲げ耐力およびせん断耐力を推定した結果を表 1 に示す .直角方向のせん断耐力はコンクリート標準示方書のコーベル式により算定した .上部工重量は $W=5000\text{kN}$ 程度と推定され ,直角方向のせん断耐力は約 560gal となる .架橋地点における地表面加速度から推定すると ,応答加速度は 1G をこえるものと考えられ ,慣性力のみによってもせん断破壊しうる地震力が作用したのと考えられる .

4 まとめ

- ・ 測量の結果 $P_2 \sim P_4$ 橋脚にかけて ,基礎間距離が橋軸方向に 1.7m 程度縮小し ,また橋軸直角方向にも 2m 以上ずれが生じていた .
- ・ 単純桁橋であるが ,桁間が密着することにより連続桁化し ,断層変位による水平力が作用したと考え ,損傷状況が説明できる .一方で慣性力のみでも直角方向にせん断破壊しうる地震力は作用したと考えられる .
- ・ 単純桁間が密着し水平力を伝達する可能性やせん断耐力の評価など ,より詳細に損傷原因を検討する必要がある .

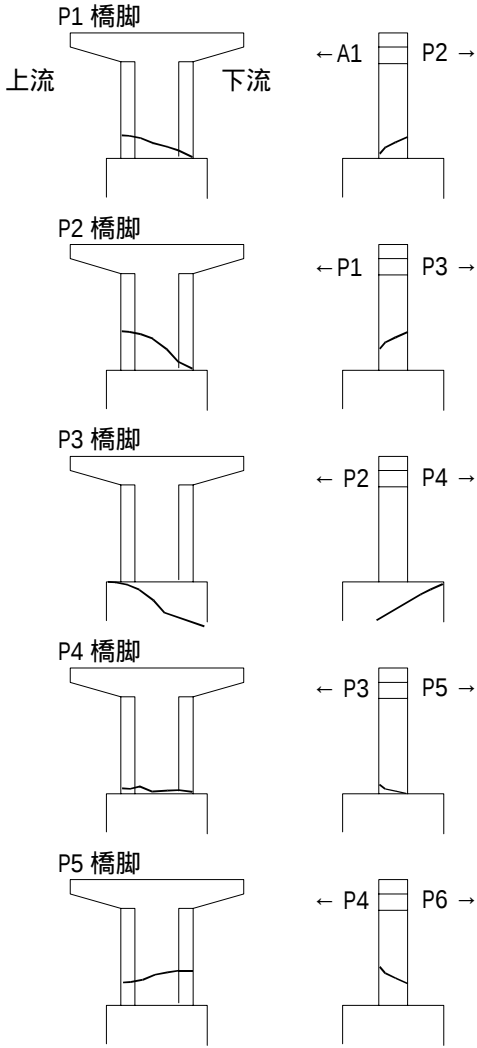


図 2 橋脚の損傷状況

表 1 橋脚の耐荷力

	降伏耐力	せん断耐力
橋軸方向	2000kN(0.40)	道示 2700kN(0.54)
直角方向	4300kN(0.86)	コン 2800kN(0.56)