

トルコ地震による橋梁被害分析

九州工業大学 建設社会工学科 正会員 幸左 賢二
トルコ政府 道路総局 帆足 博明

1. 概要

筆者らは1999年9月6日から14日まで、文部省の調査団の一員としてトルコ・コジャエリ地震の被害調査を実施した。橋梁の被害は建物に比べて比較的少なかったが、高速道のオーバブリッジ(Arifiye橋)が桁の移動により、またサカリヤ川を横過する橋梁が下部構造の損傷により落橋した。本稿では入手した資料に基づき、これらの橋梁の損傷メカニズムを推察する。

2. Arifiye橋(高速道路上のオーバブリッジ)の損傷状況

図-1に示すようにイスタンブールと首都アンカラを結ぶ高速道路E80号線上をオーバパスしている橋梁が落橋した。橋梁は3基の壁式橋脚(北よりA1橋台、P1橋脚、P2橋脚、P3橋脚、A2橋台)で支持された単純PC桁4連(スパン長 $26\text{m} \times 4 = 104\text{m}$ 、幅員 12.5m)からなっている。PC桁は5主桁で橋台とは約65度の斜角をなしている。図-2に示すように、北側の一連は完全な落橋状態となっており、他の3連は南側桁端のみが落橋している。D4桁は北に3m東に50cmずれている。これに対してD2、D3桁は東に50cmずれているものの、北方向への移動は認められない。P1~P3橋脚幅は1mであり、A1、A2橋台前面の台座幅は50cmほどしかない。A1橋台の側面はテールアルメ擁壁となっているが、軽微な損傷が見られたのみであったが、橋面には衝突による1m程度の沈下が見受けられた。橋脚はいずれも長さ1m、幅13.5m、高さ8mの壁式である。基礎は長さ5.3m、幅14m程度、高さ1.5mのフーチングに、直径1.2mのベノト杭が8本設置されている。設計図より、道路橋示方書に基づき曲げ耐力、せん断耐力、じん性率を求めるとそれぞれ150tf、580tf、10以上となる。上部工および橋脚重量が580tfであるので、曲げ降伏耐力係数は250gal、せん断耐力係数は980galとなる。すなわち、道路橋示方書のⅡ種地盤で想定している水平震度0.25、じん性率6以上にほぼ対応している。このように本橋脚は我が国の平成2年度版道示レベルにはなっており、十分に耐震設計された橋脚と考えられる。

A1橋台(高さ7.7m、幅14m)から数十m離れた位置の下水管が4m程度橋軸直角方向にずれているのが確認されており、断層の進行方向から図-2

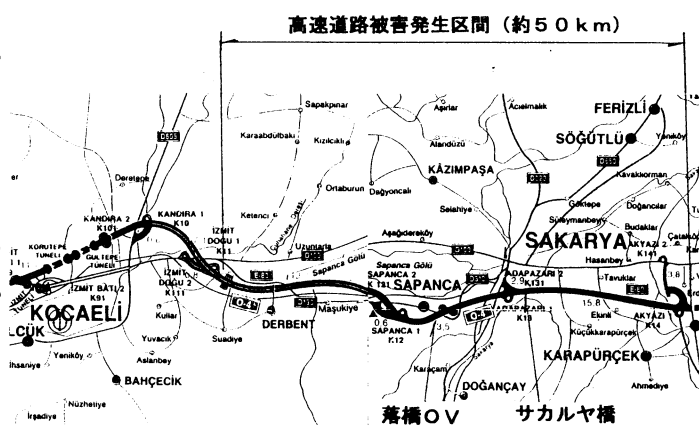


図-1 損傷橋梁位置

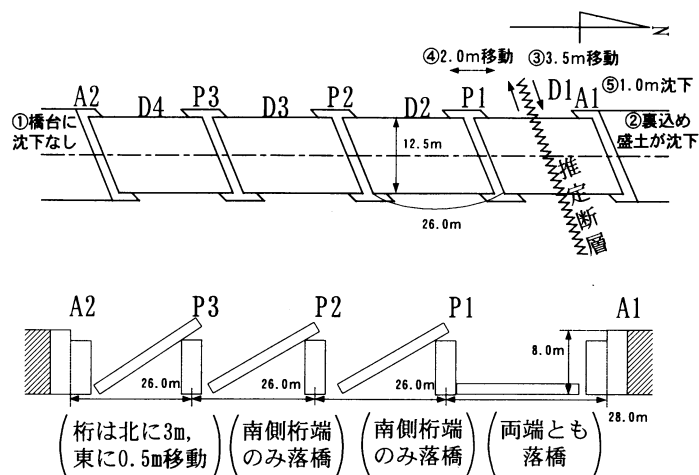


図-2 橋梁損傷状況

キーワード：橋梁・トルコ地震・断層・桁かかり長

連絡先 (〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 TEL093-884-3123 FAX 093-884-3123)

に示すようにA1橋台とP1橋脚の間をほぼ平行に横切るように断層が通っている推定される。また、現地より入手した資料によると、A1～P1間は橋軸直角方向に3.5m、橋軸方向に2.0m移動しており、A1橋台側の1.0mの沈下が報告されている。橋脚が橋軸直角方向に移動し、桁が斜角を持つことにより落橋したことが川島らによって指摘されており、現地の調査結果からもD1桁の落橋原因としては有力であると考えられる。しかしながら、他の橋脚ではそれほど大きな橋脚間の相対変位は生じてなく、他の桁の落橋原因は不明確である。一方、図-2の損傷状況から推定すると、D4桁およびD1桁が大きく北側に移動していることが分かる。これから、類推されることは、各桁が北側に移動することによって、各桁の南端が落橋に至ることである。その後、D1桁はA1～P1桁間の断層の開きによって両端とも落橋に至ったと考えられる。

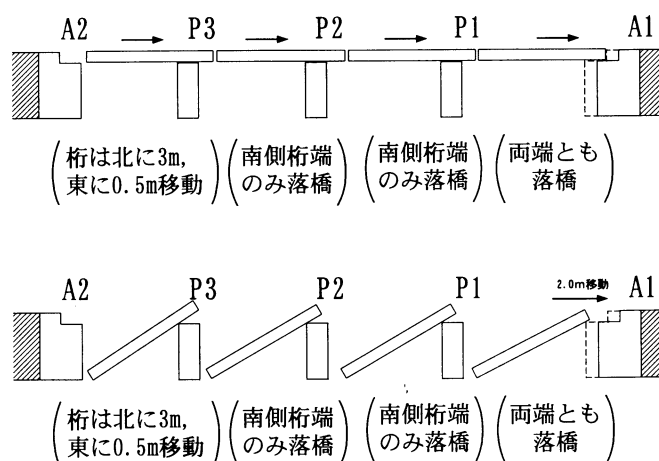


図-3 桁の移動

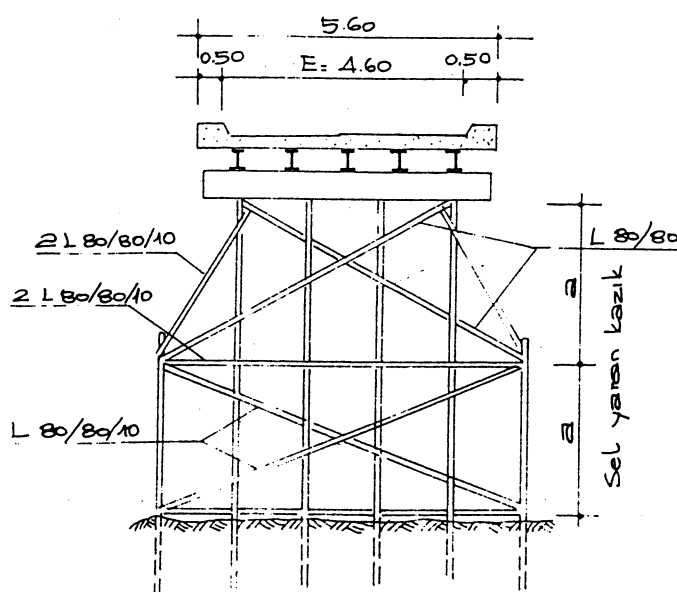


図-4 橋脚形状図

3. サカリヤ河横断橋

高速道路E80近くに13号インターチェンジがあり、その近傍のトヨタ自動車工場近くの河川を横過する橋梁が落橋していた。両側の橋台は残っていたが、中央部は水没しており、構造の詳細は確認できなかった。現地より入手した資料によると、断面形状は、図-4に示すような8径間有ヒンジプレートガーダー橋で、下部工は鋼管パイプをチャンネル材で補剛した特殊形式である。上部工は、

鋼I桁上に床版厚27cmの合成構造となっていた。橋台の架台幅は60cm程度しか確保されていなかった。30年ほど前に建設された村道であり、水平方向の抵抗もブレス材のみで保持されており、耐震性の配慮が少ないように思われる。また、7橋脚いずれもが転倒したとすれば、断層による変位よりも地震力の横方向抵抗力が小さかったとも考えられる。

4. まとめ

Arifiye橋の損傷状況を検討した結果、橋脚は十分な耐震性能を有していたが、落橋の誘因としては上部工が単純桁であったことや桁かかり長が短かったことなどが上げられる。断層近傍桁の落橋状況からは、玉突き現象が発生しているとも考えられる。また、サカリヤ河横断橋は、チャンネル材を用いた特殊形状の橋脚であるが、横方向水平力によって転倒した可能性が高い。

参考文献：

- 1) 土木学会地震工学委員会報告書：THE 1999 KOCAELI EARTHQUAKE, TURKEY, 1999. 12.
- 2) 川島一彦・橋本隆雄・鈴木猛康：トルコ・コジャエリ地震による交通施設の被害概要，第3回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，1999. 12.