

I-B5 門型ラーメン橋脚を有する鋼鉄道橋の地震被害解析と対策工法の検討

鉄道総研	正会員	杉館 政雄	
岩手大学	正会員	宮本 裕	
東京工業大学	正会員	市川 篤司	
J R 貨物	正会員	町屋千加志	
CRC 総研	正会員	酒井 和男	北原弥生

1. はじめに

門型ラーメン橋脚を有する鋼鉄道橋は、線路あるいは大きな道路を跨ぐ交通の要となる個所に設けられることが多い。兵庫県南部地震において、この構造タイプの鋼鉄道橋が大きな被害を受けたケースがある。被害の程度によっては社会的影響も大きく、これらの橋梁の耐震性を評価し補強工法を示すことが緊急かつ重要な課題となっている。ここでは実際に被害を受けた鋼鉄道橋について、被害の発生状況を解析的にシミュレーションし、今後の対策工法について検討した事例を紹介する。

2. 橋梁の概要と被害状況

被害を受けた橋梁(図-1参照)は、昭和40年に架設された3径間の単線道床式下路プレートガーダーである。2径間は支間長43mと40mの連続桁で、残りの1径間は単純桁形式で構成されている。A1橋台には斜角右36度で鉛直シュー(橋軸直角方向固定)と水平シュー(橋軸方向固定)が分離して取り付けられている。連続桁を支えるP1橋脚は遠心力鋳鋼管製で上端は桁と剛結され、脚基部はピボットシューを有する1本柱橋脚である。P2橋脚は、脚基部がピボットシューによるヒンジ構造で脚上は連続桁と単純桁を可動シューで支える

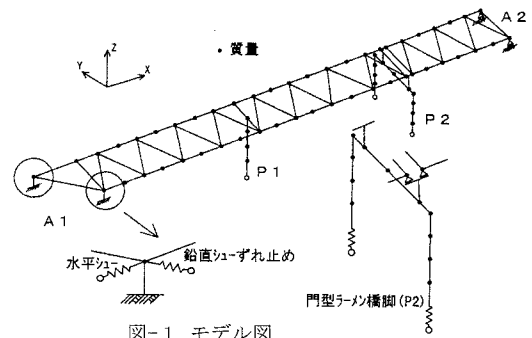


図-1 モデル図

る門型ラーメン構造になっている。またA2橋台には単純桁用の鉛直固定シューが取り付けられている。

主な被害は、①A1橋台上の鉛直シュー、水平シューの破損(図-2)、桁端部の座屈と桁ずれ約50cm、②P2橋脚ピボットシューの逸脱(図-3)、③A2橋台上のアンカーボルトの抜け(図-4)等である。



図-2 A1橋台支承部の損傷

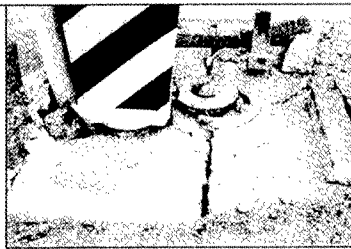


図-3 P2橋脚ピボットシューの逸脱

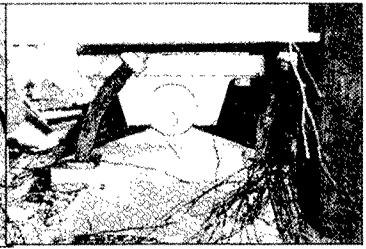


図-4 A2橋台アンカーボルトの抜け

3. 被害を検証するための解析

3.1 支承部の静的耐力の評価と履歴特性

動的解析における支承部のモデル化は、各支承部の降伏耐力ならびに終局耐力を算出し、非線型バネに置き換えた。

Key words : 鋼鉄道橋, 地震被害解析, 耐震性評価, 門型ラーメン橋脚

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38

電話 042-573-7279

ファックス 042-573-7472

また、A1橋台のシューは破断を考慮したモデル化（図-5）を行った。

同じく、P2橋脚のピボットシューははね上げ現象を考慮したモデル化（図-6）を行った。

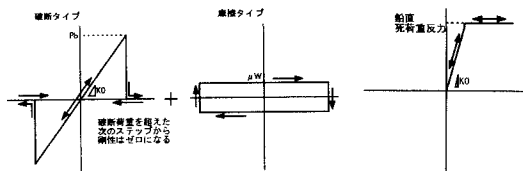


図-5 鉛直シューの履歴

図-6 ピボットシューの履歴

3.2 解析結果と被害との比較

実際の橋梁での主な被害状況を解析結果と比較すると以下のようになる。

- ①被害状況と解析結果はよく一致した。
- ②A1橋台鋭角側の橋軸直角方向反力は降伏耐力以下である。
- ③ラーメン橋脚の片側がピボットシューから逸脱しているが、解析でも跳ね上げが生じた。

④A2橋台のアンカーボルトには、引抜抵抗以上の鉛直反力が生じた。

4. 対策工法の検討

4.1 対策工法の概要と解析結果

本橋梁の対策工法として、①補強-1：A1橋台の水平シューの補強、②補強-2：同鉛直シューの補強、③補強-3：同水平シューおよび鉛直シューの補強、④構造-1：P1橋脚の完全剛結、⑤構造-2：P1,P2橋脚剛結、⑥構造-3：A1橋台斜角を直構造に変更、について解析を行った。その結果を表-2に示す。

以上の結果から、A1橋台の鉛直シューならびに水平シューの補強工法ではP2橋脚の跳ね上げ現象を防ぐことは出来なかった。また、A1橋台のシューを補強する対策工法を実施すると鋭角側の跳ね上げ量が増加し、鈍角側が減少する傾向を示した。

4.2 本橋梁の対策工法

跳ね上げ現象を防ぐためにはP2橋脚のピボットシューを固定することが必要となるが、そのためには180tfもの固定力が必要であり、その場合にはそのアンカーをどのように固定するかが問題となる。従って、より実用性が高い対策工法としては図-2に示すようなガイドの設置が現実的と考えられる。この対策工法は跳ね上げ現象を生じさせても逸脱を防ぐ効果があり、今回のような大きな損傷は防ぐことは可能と考えられる。

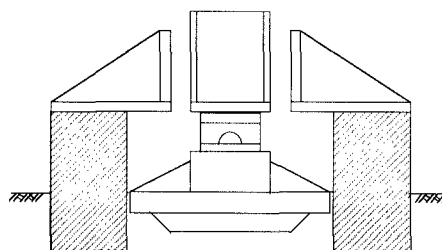


図-2 逸脱防止ガイドのイメージ

5. まとめ

以上の検討の結果から以下のことがわかった。

- (1) 動的解析により被害状況を概ね再現でき、被害の発生メカニズムが推定できた。
- (2) このような橋梁の対策工法としては逸脱防止ガイドが橋梁全体の耐震上有効であると考えられる。

参考文献 1) 土木学会他：阪神・淡路大震災調査報告(橋梁), 1996

表-1 解析結果と損傷状況 単位：kN

着目箇所	反力方向	位置	応答値	終局耐力	損傷状況
A1橋台	橋軸水平	鈍角側	1600	1600	PC鋼棒破断
		鋭角側	920	920	パラペット破壊
A1橋台	橋軸直角	鈍角側	3500	3500	ずれ止めの破損
		鋭角側	2010	3500	ずれ止めの状況は未確認
A2橋台	鉛直	鈍角側	1950	560	全て引き抜き
		鋭角側	1320	560	全て引き抜き
P2橋脚	鉛直	鈍角側	700	700*	ピボットシューの逸脱
		鋭角側	700	700*	

表-2 耐震対策工法の解析結果 単位：kN

モデルの種類	終局耐力	現状	補強-1	補強-2	補強-3	構造-1	構造-2	構造-3
水平支承	鋭角	920	920	6750	4964			1513
		-920	-920	-6030	-920	-6294		-4000
	鈍角	1600	1600	4468	1600	3926		1510
		-4000	-4000	-6145	-4000	-5780		-4000
鉛直支承	鋭角	3500	1486	2062	2563	2203	2009	1020
	鈍角	3500	3500	3489	4949	5179	3500	3500
跳上量 (mm)	鋭角		7	15	19	31	28	25
	鈍角		33	26	29	25	15	36