橋台背面の地盤抵抗を考慮した既設道路橋の耐震性能に関する解析的検討

国立研究開発法人	土木研究所	正会員	O今野	貴元
国立研究開発法人	土木研究所	正会員	大城	一徳
国立研究開発法人	土木研究所	正会員	眞弓	英大
国立研究開発法人	土木研究所	非会員	七澤	利明

1. はじめに

先の東日本大震災や熊本地震において多くの道路橋が甚大な被害を受けたが、一方で、 古い基準で作られた道路橋であっても特筆すべき損傷が無かったものも多数存在する.地 震動が道路橋に作用した場合、下部構造は周辺地盤から様々な抵抗を受ける.耐震設計で の想定と実際の耐震性能との差異が生じる要因の一つとして、通常の設計¹⁾で考慮してい ない図-1のような副次的な地盤抵抗の影響が考えられる.

そこで、本稿では熊本地震で損傷した道路橋を対象とした静的 解析を行い、実橋の損傷状況との比較により橋台背面の副次的な 地盤抵抗が耐震性能に与える影響について解析的に検討した.

2. 対象道路橋の選定

解析対象は,熊本地震で損傷した道路橋の中から規模,形式及び 設計資料の残存状況等を基に選定した(以下「A橋」).A橋の諸元 を表-1に,熊本地震における主な損傷を表-2に各々示す.

3. 解析モデルと解析ケース

解析モデルは、図-2 のように上部構造を線形梁要素、下部構造 を非線形梁要素、周辺地盤等を非線形バネ要素とした.非線形バネ 要素は柱状図等より設定し、慣性力を受ける側の橋台(図-2のA2) 背面の地盤抵抗を表す背面土バネは、ケーソン基礎の設計式¹⁾より 地盤反力係数と地盤反力の上限値を算出した.

解析方法は、地震動による構造物と橋台裏込土の慣性力及び地

図-1 副次的な地盤抵抗のイメージ

表-1 A 橋の諸元

上部工	プレテンション方	式PCi	羊純T桁橋	
下部工	逆T式橋台,張出	式橋脚		
基礎工	既製PC杭φ450			
橋長	63.00m(3径間)	幅員	12.25m	
適用道示	S55道路橋示方書	竣工	S59年1月	

<u>表-2 A 橋の主な損傷</u>		
部位	主な損傷状況	
橋台	堅壁の亀裂 A2:最大幅10mm 背面側へ傾き A2:2.7° 悲西沈下 A1:80~140mm A2:200mm	
	遊間異常 A1:5mm A2:0mm	
橋脚	A1側へ傾き P1:0.4° P2:0.1°	
支承	変形・破断・移動	



キーワード 既設道路橋,橋台,地震動,副次的地盤抵抗,プッシュオーバー解析,耐震性能評価 連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 国立研究開発法人 土木研究所 TEL029-879-6773

震時土圧を静的に漸増載荷するプッシュオーバー解析とした.

解析ケースは、Case1:橋台背面の地盤抵抗有り、Case2:橋台背面の地盤抵抗無しとした.各ケースとも、 慣性力の作用方向がA1→A2とA1←A2の2パターンで解析したが、以下では実際の損傷状況に近い結果を得 られたA1→A2の場合について述べる.

4. 解析結果と考察

Case1 における水平震度と各部位の水平変 位及び主な状況を図-3 に示す.

橋台について, A1 橋台は水平震度 0.3 を超 えた付近③で降伏して変位が急増し, 90mm を超えた付近⑥で再び変位が抑えられてい る.これは,図-4のように全ての可動支承の 遊間が無くなって慣性力が A2 橋台に伝達さ れ,A2 橋台が抵抗したためと考えられる.そ の後,⑦で A2 橋台が降伏し再び A1 橋台の 変位が増加する.A2 橋台の降伏は,実際の損 傷状況である堅壁の亀裂とも整合している. 橋全体系の耐力は水平震度 0.55 程度である.

橋脚について,①の P1・P2 橋脚の降伏から 終局に至るまで,P1 橋脚の変位が P2 橋脚よ り大きい解析結果は実際の損傷状況と一致 している.②及び④で橋脚の可動支承の遊間 が無くなった後,P1-P2 径間が P2-A2 径間と 一体で A2 橋台に寄りかかり,慣性力に対し A2 橋台が抵抗して P1・P2 橋脚の変位は抑え られている(図-3 緑字).

Case2 における水平震度と各部位の水平変 位及び主な状況を図-5 に示す.橋全体系の耐 力は水平震度 0.4 程度となっている.⑦全可 動支承の遊間が無くなる前の⑥時点で既に A2 橋台は降伏している.A2 橋台の分担でき る慣性力が Case1 と比べて小さいため,全て の部位の終局が早く P1・P2 橋脚の壊れ方も早 くなっている.



まとめ

今回の解析では、Caselの耐力が水平震度 0.15 程度上回っており、橋台背面土の地盤抵抗を考慮することに より橋全体系の耐震性は向上した.また、熊本地震における実橋の損傷状況と今回の解析結果で一致する部分 が見られたことより、耐震設計に橋台背面土の地盤抵抗を考慮できる可能性が示された.今後は、エネルギー 一定則に基づき算出した水平変位による解析結果の検証や実験的な検討等を行い、橋台背面の地盤抵抗を既 設道路橋の耐震性能評価でどのように考慮するかを提案していく.

参考文献

1) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説 IV下部構造編及びV耐震設計編, 2012.3.