

### けた衝突を考慮した耐震設計における橋台剛性の影響

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 今村 壮宏  
 大日本コンサルタント(株) 正会員 田崎 賢治  
 大日本コンサルタント(株) 曳野 誠也  
 大日本コンサルタント(株) 具志 一也

#### 1. はじめに

既設橋の耐震設計において、上部構造と橋台パラペットとの衝突を考慮しない設計が一般的であるが、過去の地震被害において、けた衝突により橋脚の被害が小さくなったと想定される事象があった。そこで、今後も数多く実施される耐震補強において、遊間量の狭い橋梁ではけた衝突による橋台部の水平抵抗を考慮した耐震設計を行うことで、中間橋脚の耐震補強を回避できる可能性があり有効な手法であると考えられる。そこで、けた衝突を考慮した耐震設計における橋台剛性の影響把握を目的に、橋台の高さとウィング形式をパラメータとした動的解析を実施した。本文では、その検討結果より、得られた知見について報告する。

#### 2. 設計概要

けた衝突を考慮した耐震設計は、図1に示すように、既設橋梁の大規模地震時における橋台部の水平抵抗を橋梁全体系での動的解析に考慮するものである。本設計に用いられる主な水平抵抗は、橋台パラペット、橋台背面土、けたの衝突であり、橋梁全体系でのフレーム解析において、これらの水平抵抗は、図2に示すようなバネを考慮する。よって、橋台部の抵抗特性や背面土のモデル化は本設計の結果に影響する重要な要素となるため、橋台躯体の破壊形態や背面土の地盤条件を考慮した設定が必要である。

#### 3. 対象橋梁

対象橋梁を図3に示す。本橋梁は道路橋示方書・同解説(以下、「道示」)耐震設計編(昭和55年5月)により設計された橋梁であり、橋長40mのPC2径間連続プレテン桁橋である。橋脚は壁式、橋台は高速道路での採用実績で最も多い逆T式橋台、地盤種別はⅡ種地盤である。

#### 4. 解析モデルおよびパラメータ

図4に解析モデルの概要図を示す。橋脚は基部の曲げ破壊先行型とした。橋台背面土はN値5程度の裏込め土( $\phi=30^\circ, c=0N/mm^2$ )を想定し「既設橋梁の耐震補強事例集(以下、事例集)」<sup>1)</sup>を参考に設定した。パラペットバネとけた衝突バネも事例集を参考に設定した。入力地震波形はレベル2地震動のタイプⅡを、を対象とした道示標準波形を用い直接積分法による時刻歴応答解析を行った。数値積分法にはNewmark法( $\beta=1/4$ )を用い、積分時間間隔は0.0001秒とした。また、各非線形部材の履歴減衰の他に粘性減衰定数として、橋脚は2%、基礎は20%、橋台は2%、上部構造は3%、橋全体の粘性減衰としてレーリー減衰を用いた。

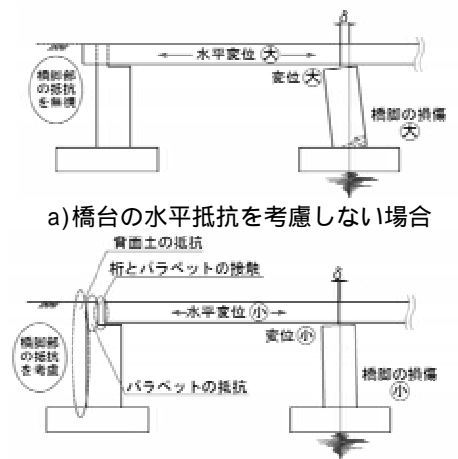


図1 けた衝突の概要図

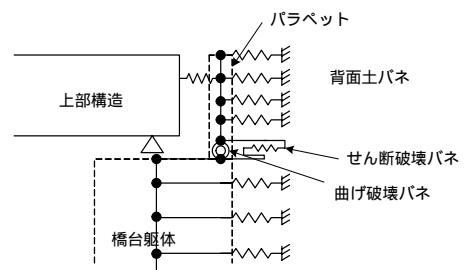


図2 けた衝突に用いるバネ

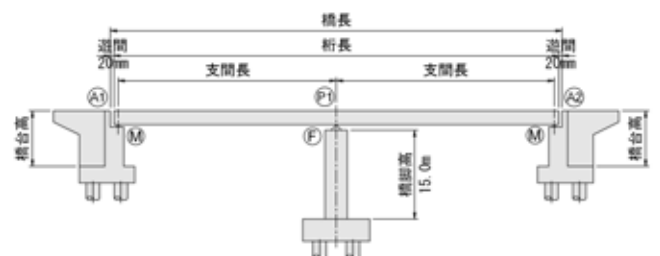


図3 対象橋梁

キーワード けた衝突, 耐震補強, 中間橋脚, 橋台

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 (株)高速道路総合技術研究所橋梁研究室 TEL042-791-1625

解析に用いたパラメータとして、橋台高さは、逆T式橋台の一般的な適用高さを実橋梁での実績を考慮し、パラペット天端～堅壁基部を5m, 7.5m, 10mとした。ウィングの有無及び形状パラメータとしては、実橋梁例を参考にウィング無し、パラレルウィング、2辺固定ウィング、2辺固定パラレルウィングの4ケース(図5)にて検討を行った。

5. 検討結果

検討結果を表1に示す。橋台の損傷について着目すると、まず、パラペット基部の破壊形態は、PC桁の端部が面的にパラペットに衝突するため、押し抜きせん断破壊型となる。解析結果より、パラペット基部は全てのケースで解析上の衝突力により押し抜きせん断耐力に達しており、解析上の最大押し抜き量も100mmを超えている。また、堅壁については、曲げ破壊型であり、橋台高が高く、ウィングが大きくなると損傷程度が小さくなっている。これは堅壁基部の曲げ剛性が大きくなり、橋台部の水平抵抗が大きくなったためと考えられる。なお、ウィング形状が2辺固定でない場合に堅壁基部が降伏しているケースがあるが、最大塑性率は1.3程度で、許容塑性率に対しては大きく下回る結果である。

一方、橋脚の応答結果について着目すると、ウィング無しやパラレルウィングを有する橋台の場合は、橋台高さに関らず橋脚変位は許容変位を超えているが、2辺固定および2辺固定パラレルウィングを有する橋台の場合には、橋脚変位は許容変位以内に収まっている。これは橋台の剛性が大きくなることにより、上部構造の変位が抑えられ、橋脚の変形が小さくなったためと考えられる。

なお、橋脚の耐震性を満足した場合においても、橋台パラペットが押し抜きせん断破壊しており、損傷程度を考えると、地震後、桁間に生じた隙間に鉄板+舗装等の対策により応急復旧し、緊急車両の通行は可能と考えられるが、損傷程度によっては、本復旧には通行止めを伴う工事が必要になる。

6. おわりに

けた衝突を考慮した耐震設計は、橋台部の水平抵抗を考慮した手法であり、橋脚の耐震補強を回避するためには有効な手段である。けた衝突は、橋台の剛性に影響され、橋台高が高く、2辺固定パラレルウィングの場合に最も水平抵抗を期待できることがわかった。ただし、けた衝突により橋脚の耐震補強が回避できても抵抗側の橋台部が損傷している可能性が高いため、その損傷程度を把握しておく必要がある。

参考文献

- 1) 既設橋梁の耐震補強工法事例集, (財)海洋架橋・橋梁調査会, 平成17年4月

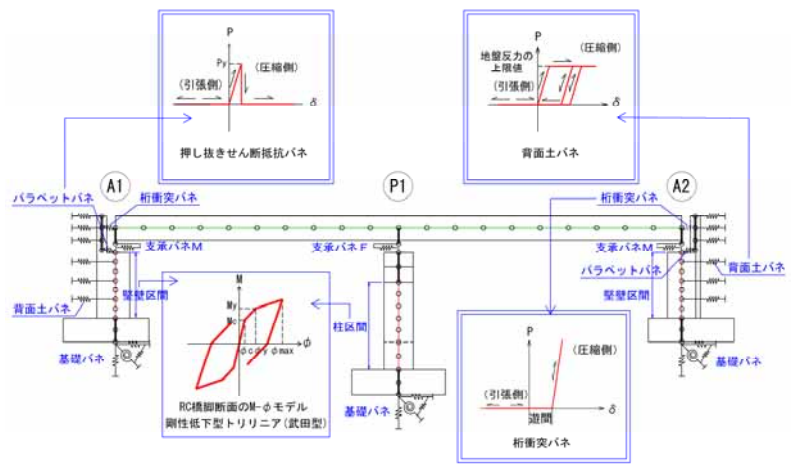


図4 解析モデル

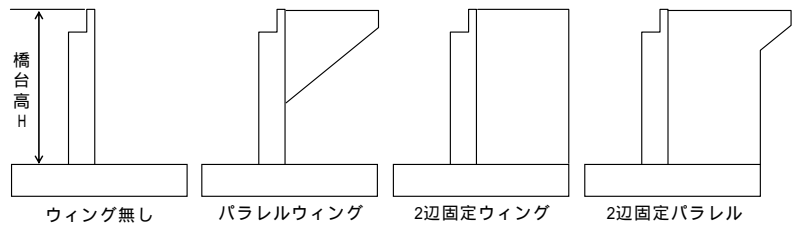


図5 解析パラメータ

表1 検討結果

橋台高	ウィング	橋台		橋脚		
		パラペット基部	堅壁基部	判定	応答変位/許容変位 (/ a)	橋脚許容変位 (m)
5.0m	A(ウィングなし)	押し抜きせん断破壊	-	x	-	タイプ :0.118 タイプ :0.220
	B(パラレル)	押し抜きせん断破壊	-	x	-	
	C(2辺固定)	押し抜きせん断破壊	-	x	-	
	D(2辺固定パラレル)	押し抜きせん断破壊	184mm 曲げひび割れ	x	1.014	
7.5m	A(ウィングなし)	押し抜きせん断破壊	196mm 降伏	x	1.109	
	B(パラレル)	押し抜きせん断破壊	192mm 降伏	x	1.105	
	C(2辺固定)	押し抜きせん断破壊	167mm 曲げひび割れ	x	0.927	
	D(2辺固定パラレル)	押し抜きせん断破壊	167mm 曲げひび割れ	x	0.936	
10.0m	A(ウィングなし)	押し抜きせん断破壊	230mm 曲げひび割れ	x	1.045	
	B(パラレル)	押し抜きせん断破壊	133mm 弾性	x	1.009	
	C(2辺固定)	押し抜きせん断破壊	115mm 弾性	x	0.664	
	D(2辺固定パラレル)	押し抜きせん断破壊	114mm 弾性	x	0.655	