

ロックオフ部材を有するすべり支承の高架橋への適用性

(株)ニュージェック 正会員 ○中西 泰之
 京都大学大学院 正会員 松村 政秀
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

1. 研究背景および目的

すべり系支承を活用して、下部構造・基礎構造へ伝達される地震時慣性力の伝達を遮断できると、下部構造、基礎構造の小規模化、支承形式の簡略化などのコスト削減が期待できる。特に、基礎・定着構造の損傷発生を防止出来る点でもすべり支承活用のメリットが大きい。すべり支承の活用に向けては、車両走行性の確保やすべり面の劣化防止の観点から、常時・中小地震時には復元力を有することが望ましく、強地震時には移動制限を開放する機構(以下、ロックオフ部材という)、および過大な変位や落橋を防ぐための変位制限機構を組み合わせることが考えられる。

そこで、すべり系支承、ロックオフ部材、変位制限装置を組み合わせ配置し、強地震時にのみ可動化を図る支承形式(以下、提案形式という)に着目し¹⁾、提案形式の3径間連続非合成箱桁橋への適用可能性を地震応答解析により確認する。

2. 対象橋梁および解析条件

対象橋梁は、道路橋示方書を参考に試設計したRC橋脚で支持される橋長150mの3径間連続非合成箱桁橋である(図-1)。橋脚断面は、地震時保有水平耐力法により設計震度の下限值である $0.4c_z$ ($c_z=1.0$)の条件で設計した。橋梁全体を集中質点系による骨組みモデルへモデル化し、RC橋脚は武田型バイリニア($\alpha=0.5$)の履歴特性を有する $M-\phi$ 要素によりモデル化する。なお、地震応答解析はEPASS/USSPにて行い、入力加速度は道路橋示方書に示されるI種地盤用のレベル2地震動の加速度波形6波を橋軸方向へ入力する。

図-2に提案形式を示す。橋梁全体で常時や中小地震時には支承条件が固定、強地震時には可動化を図り、すべり支承による慣性力遮断効果を期待することから、ロックオフ部材の破断荷重や変位制限装置の設置遊間が設計項目である。

すべり支承は全橋脚上とも、温度や活荷重による変形に対して追従でき、構造が簡易で比較的安価で実績も豊富

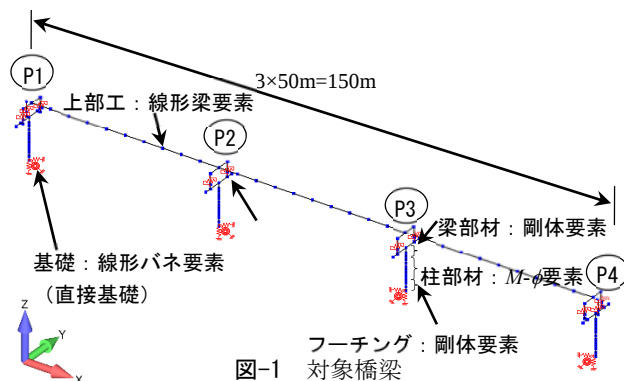


図-1 対象橋梁

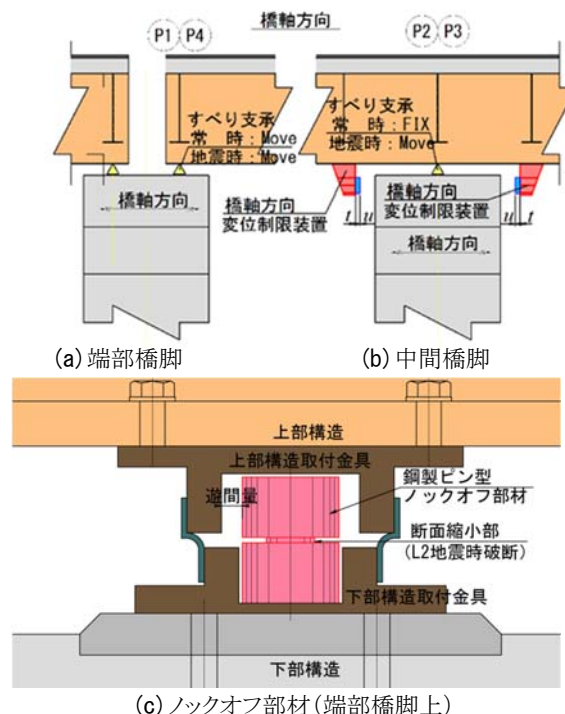


図-2 すべり支承およびロックオフ部材

なすべり支承(PTFEとSUSのすべり)を想定する。

ロックオフ部材には、力の作用方向によらずロックオフが実装できる鋼製ピン型ロックオフ部材²⁾を用いる。常時の伸縮量を吸収できるように端部橋脚上に併設するロックオフ部材には所定の遊間量を設け、ロックオフ部材の設計破断荷重は $k_h=0.3$ にて設計し、レベル1地震を少し上回る慣性力で破断することを想定する。

変位制限装置には、衝突力の緩衝を期待して緩衝材を設け、中間橋脚上の上部構造に鋼製の突起を設置し橋軸

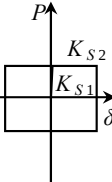
キーワード 高架橋, ロックオフ部材, すべり支承, 動的解析

連絡先 〒558-0003 大阪市北区本庄東2-3-20(株)ニュージェック道路グループ TEL:06-6374-4479

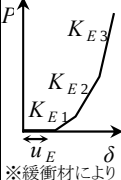
E-mail:nakanishiys@newjec.co.jp

表-1 提案支承を構成する各要素の履歴特性

支承履歴特性				
すべり支承				
項目		P1, P4	P2, P3	備考
初期剛性 K_{S1} (kN/mm)		4,603	4,603	橋脚剛性の10倍と設定
2次剛性 K_{S2} (kN/mm)		0.0001	0.0001	
限界摩擦力 R_d (kN)		200	370	$\mu=0.1$
鉛直反力 R_d (kN)		2,000	3,700	1支承当り

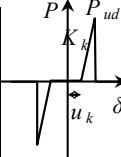


変位制限装置(緩衝材を2基設置)				
項目		P1, P4	P2, P3	備考
初期剛性 K_{E1} (kN/mm)		5.4	5.4	
2次剛性 K_{E2} (kN/mm)		64.8	64.8	60%ひずみ時 $K_{E2}=12 \times K_{E1}$
3次剛性 K_{E3} (kN/mm)		129.6	129.6	80%ひずみ時 $K_{E3}=24 \times K_{E1}$
遊間量	CASE1	180	180	衝突あり
u_E (mm)	CASE2	700	700	衝突なし
設計荷重 P_u (kN)		3,000	5,550	$1.5 \times R_d$



※緩衝材により
衝撃を緩和

ノックオフ部材				
項目		P1, P4	P2, P3	備考
初期剛性 K_k (kN/mm)		700	1,100	実験結果より
破壊荷重 P_{ud} (kN)		520	1,110	$k_p=0.3$
遊間量	橋軸 (mm)	50	5	橋軸の遊間は
u_k (mm)	直角 (mm)	5	5	常時移動量より



方向の移動に対する変位制限を期待する。

提案支承を構成する各要素の履歴特性を表-1に示す。提案形式の変位制限装置への衝突の有無による高架橋の応答性状の差異を確認するために、変位制限装置の設置遊間量 u_E を変化させた2ケースの解析を実施する。また、提案支承の慣性力遮断効果を確認するために、固定可動支承を設置したCASE0の解析も併せて行う。

3. 解析結果

図-3 および図-4に解析結果を示す。図-3に示すように、提案形式では、地震動の初期段階においてはノックオフ部材により支承変位が小さく抑えられ、ノックオフ部材の破断後にはすべりに移行することが確認できた。また、提案形式では、PTFEとSUSによるすべり支承($\mu=0.1$)には摩擦限界荷重以上の支承反力は生じず、エネルギー吸収はほとんど期待できないため、上部構造の移動量が大きくなり、CASE1のように遊間量を十分に確保できない場合には変位制限装置への衝突が生じる。

橋脚に発生する曲率およびせん断力は、固定・可動支承としたCASE0では一部で許容値を大きく超過するのに対して、提案支承であるCASE1およびCASE2では顕著に低下する。変位制限装置への衝突が生じたCASE1では、I-I-3地震動による変位制限装置の最大反力が大きくなり、橋脚にも比較的大きな曲率およびせん断力が生じている。変位制限装置への衝突が生じなかったCASE2では、

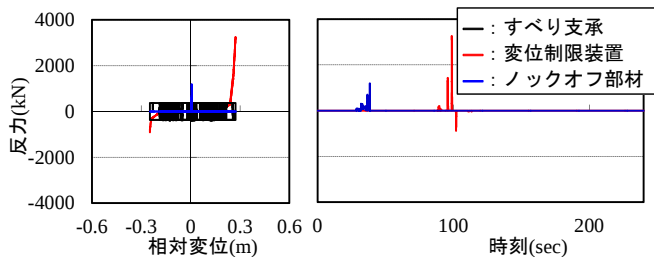


図-3 支承の履歴特性の一例(CASE1 TYPE I - I-III地震時)

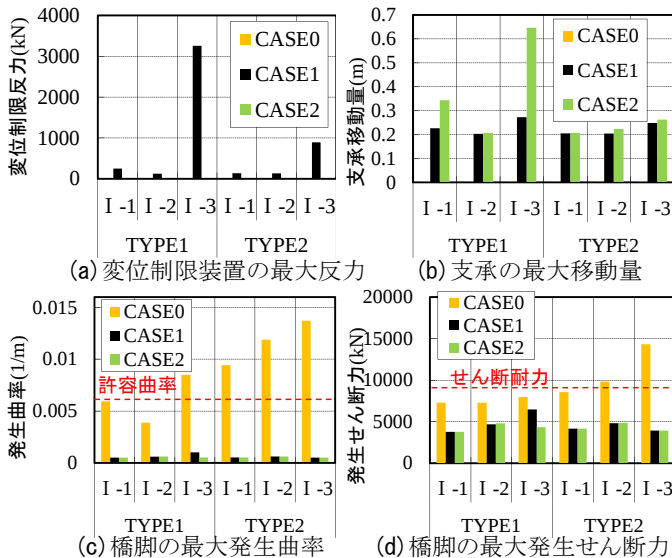


図-4 中間橋脚(P3)の主な解析結果

橋脚への発生曲率およびせん断力も小さく、変位制限装置への設置遊間量を地震時の移動量以上に広く確保できる場合には、すべり支承による慣性力遮断効果が最大限に期待できるといえる。以上より、提案形式によると、変位制限装置への衝突発生の有無によらず、橋脚の曲げおよびせん断に対する照査を満足し、対象高架橋への適用性が確認できた。

4. 結論

本研究では、ノックオフ部材とすべり系支承を併用した支承形式の対象橋梁への適用性を動的解析により検討した。その結果、常時・中小地震時には固定、強地震時にはすべり支承による慣性力遮断効果により下部構造の損傷が低減できることがわかった。また、変位制限装置と上部構造に衝突が生じたとしても、すべり支承による慣性力遮断効果が期待できる。

参考文献

- 1) 中西泰之, 松村政秀, 山口隆司: ノックオフ部材とすべり支承からなる支承形式のモデル化に関する検討, 土木学会論文集, Vol.71, No. 4, pp. I_265-I_273, 2015.
- 2) 金田貴洋, 松村政秀, 中西泰之, 山口隆司: スリット加工を施した鋼製ピンのせん断破断実験, 土木学会第69回年次学術講演会, I-065, 2014.