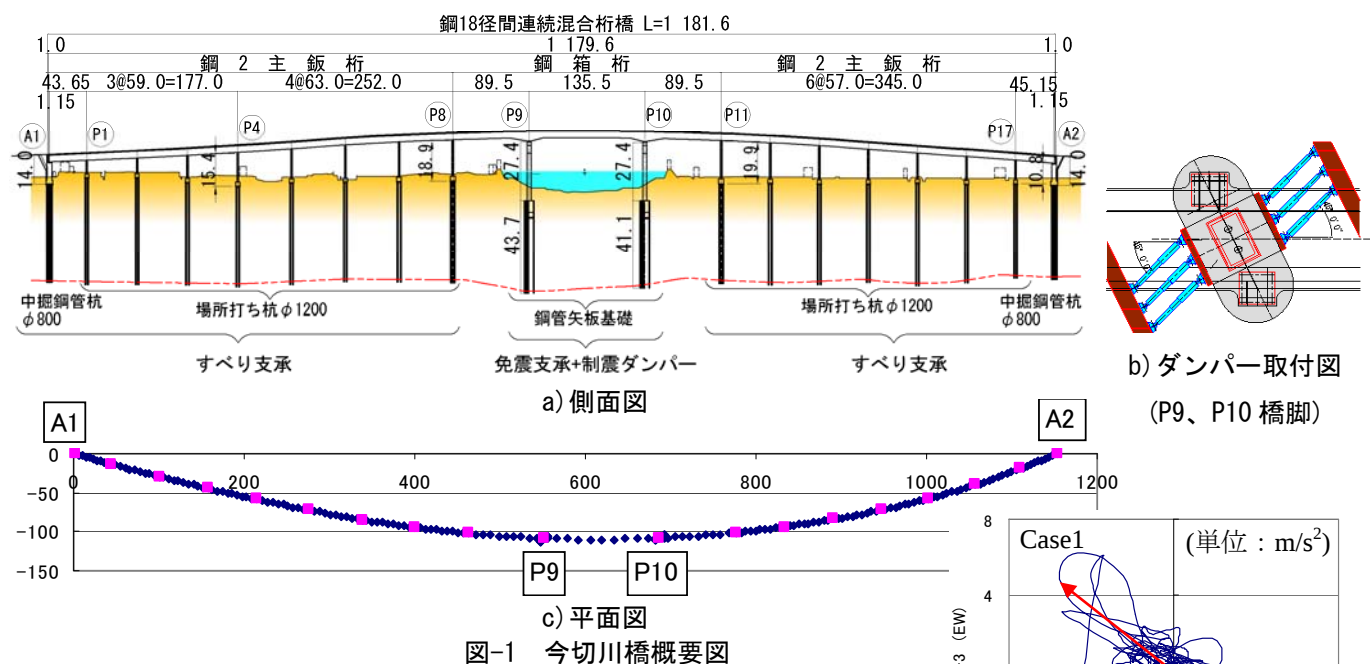


免制震すべりシステム (Ⅱ-1) : 2方向同時入力による耐震性の評価

(株)ドュー大地	正会員	○中谷隆生	京都大学工学研究科	正会員	五十嵐晃
京都大学工学研究科	正会員	古川愛子	西日本高速道路(株)	正会員	上田卓司
西日本高速道路(株)	正会員	和田吉憲	(株)フジエンジニアリング	正会員	松田哲夫
JIPテクノサイエンス(株)	正会員	松田 宏	オイレス工業(株)	正会員	宇野裕恵

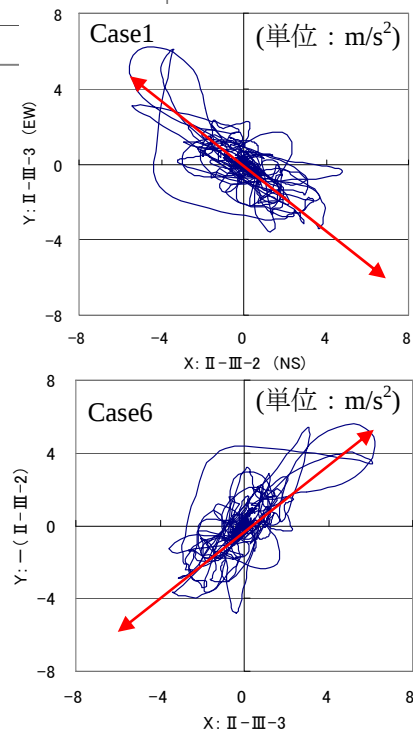
1. はじめに

免制震すべりシステムを適用した今切川橋は、地震時において免震支承や制震ダンパーが水平2次元的に複雑な挙動を示す。また、図-1 のとおり、平面線形は曲線であり、部材長の長い制震ダンパーを用いるため、従来の地震波を1方向に入力する照査では橋梁の地震時挙動を適切に評価できない恐れがある。本稿は、レベル2地震(タイプⅡ)の非線形動的解析において、地震波の入力角度を変化させた1方向入力と、2つの地震波形を同時に入力する方法(以下、2方向同時入力)を用いて今切川橋の耐震性の評価を行った結果を報告する。



2. 入力地震波形

今切川橋架橋地点の地盤種別はⅢ種地盤であることから、道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編(以下、道示Ⅴ)の標準波形のうち、Ⅲ種地盤の波形を用い、A1橋台とA2橋台を結ぶ方向をX軸(0°)として、1方向入力では地震波の入力角度を30°刻みで変化させた。また、2方向同時入力では、同一地点で直交する2つの成分の地震波であるⅡ-Ⅲ-2とⅡ-Ⅲ-3の2波を直交2方向に組み合わせた解析を行った。図-2にⅡ-Ⅲ-2とⅡ-Ⅲ-3の2波をそれぞれX軸とY軸に入力した場合のオービットを示す。図のとおり、2方向同時入力とした場合、入力波形と入力方向の組み合わせにより方向性を持つことが分かる。このため、2方向同時入力では表-1に示す8ケースの組み合わせについて解析を行い、8ケースの2方向同時入力の特性による特異な影響を平準化するため、8ケースの応答の平均値を対象に検討を行うこととした。



キーワード 免制震すべりシステム, 免震支承, すべり支承, 制震ダンパー, 2方向同時入力

連絡先 〒733-0812 広島市西区己斐本町2丁目20-16 (株)ドュー大地 TEL 082-273-1471

3. 解析結果

表-2 は 1 方向入力 of 支承ひずみとダンパー変位の応答値を、表-3 は 2 方向同時入力の支承ひずみとダンパー変位の応答値を示す。2 方向同時入力の応答値は入力角度によっては 1 方向入力の応答値に比べて極端に大きくなっており、8 ケースの平均値で比べてみても概ね 1~3 割程度大きくなっている。これは、1 方向入力波形に用いた 3 波形のうち、最大入力加速度が 619gal (II-III-2) であるのに対し、2 方向同時入力により合成された最大入力加速度は 791gal となり、1 方向入力の約 1.3 倍となることが影響すると考えられる。

図-3 は入力角度と支承ひずみの関係を示したものである。図のとおり、2 方向入力の応答値は 1 方向に比べて大きくなっているが、入力角度による応答値の変動は小さく、2 方向同時入力においても入力角度が支承ひずみに及ぼす影響は小さいことが分かる。一方、図-4 は入力角度とダンパー変位の関係を示したものであるが、ダンパーの変位は入力角度によって大きく変化しており、入力角度がダンパー変位に及ぼす影響は大きいことが分かる。これは、制震ダンパーが軸方向にしか機能しないこともその原因であるが、設置方向からのダンパーの剛体回転変形が先行し、粘性抵抗が作用するまでに時間がかかるためであると考えられる。

4. まとめ

2 方向同時入力による耐震性の評価結果をまとめる。

- (1) 振幅調整された道示 V の標準波形を用いた 2 方向同時入力の解析では、入力加速度が合成されることで道示 V のレベル 2 地震動よりも大きな地震動となり、道示 V の耐震基準に適合せず、過大設計になる恐れがある。
- (2) 標準波の 2 方向同時入力で合成された波形は方向性を有しており、入力角度による応答値の変化が大きい。

これより、2 方向同時入力による適切な解析を行うためには、架橋地点で観測されたサイト波を用いるか、道示 V の耐震基準に適合した 2 方向同時入力用の地震波形を検討する必要がある。

参考文献

- (1) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計 編 参考資料 pp.305-pp.310, 平成14年3月
- (2) 和田, 五十嵐, 井置, 上田, 松田, 中谷, 宇野, 松田：免制震すべりシステムを適用した今切川橋の耐震性, 第66回土木学会年次学術講演会講演概要集第 I 部門, 2011.9.
- (3) 宮崎, 五十嵐, 井置, 上田, 和田, 松田, 中谷, 宇野, 松田：免制震すべりシステムを適用した今切川橋の支承部デバイスの応答評価, 第 66 回土木学会年次学術講演会講演概要集第 I 部門, 2011.9.

表-1 2 方向同時入力の組み合わせ

Case	入力波形		入力角度 (X軸方向)
	X軸	Y軸	
1	II-III-2	II-III-3	0°
2	II-III-2	II-III-3	90°
3	II-III-2	II-III-3	180°
4	II-III-2	II-III-3	270°
5	II-III-3	II-III-2	0°
6	II-III-3	II-III-2	90°
7	II-III-3	II-III-2	180°
8	II-III-3	II-III-2	270°

表-2 1 方向入力による解析結果

1方向入力 入力波形	入力 角度	LRB支承ひずみ		制震ダンパー	
		P9橋脚 (%)	P10橋脚 (%)	P9橋脚 (mm)	P10橋脚 (mm)
3波形平均 II-III-1 II-III-2 II-III-3	0	197	190	351	323
	30	174	176	408	450
	45	131	147	366	465
	60	99	138	302	435
	90	104	142	208	322
	120	147	165	62	113
	135	167	171	84	102
	150	179	188	162	106

表-3 2 方向同時入力による解析結果

Case	2方向同時入力 入力波形		入力 角度	LRB支承ひずみ		制震ダンパー	
	X軸	Y軸		P9橋脚 (%)	P10橋脚 (%)	P9橋脚 (mm)	P10橋脚 (mm)
1	II-III-2	II-III-3	0	256	246	231	279
2	II-III-2	II-III-3	90	246	252	675	756
3	II-III-2	II-III-3	180	256	246	232	274
4	II-III-2	II-III-3	270	244	253	677	753
5	II-III-3	II-III-2	0	335	324	139	317
6	II-III-3	II-III-2	90	208	241	641	779
7	II-III-3	II-III-2	180	335	330	138	321
8	II-III-3	II-III-2	270	208	241	640	779
8ケース平均値				261	267	421	532

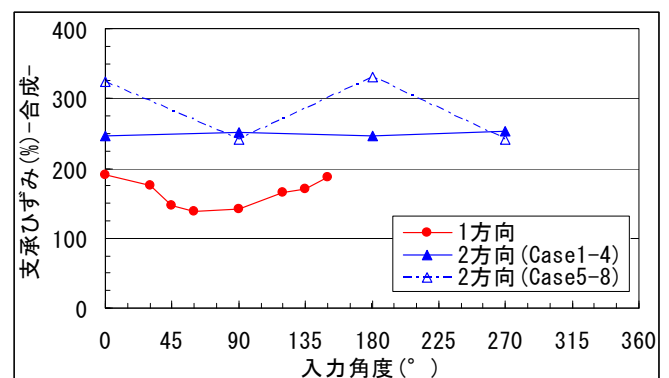


図-3 入力角度と支承ひずみの関係 (P10 橋脚)

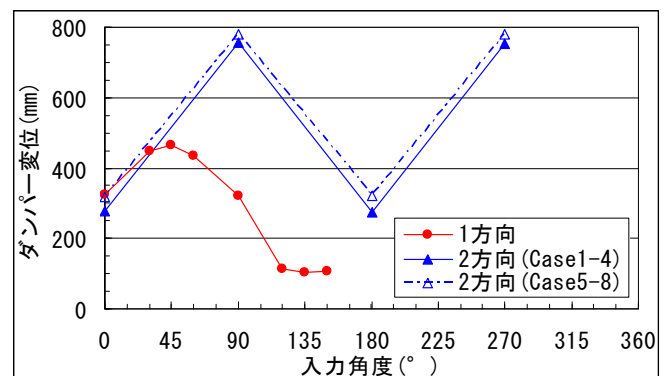


図-4 入力角度とダンパー変位の関係 (P10 橋脚)