

## 既設鋼上路式トラス橋の動的挙動に関する解析的検討

川田テクノシステム株式会社 正会員 ○田巻 嘉彦 筑波大学 正会員 庄司 学  
 株式会社 IHI インフラシステム 正会員 田嶋 仁志 正会員 齋藤 剛  
 株式会社 IHI インフラ建設 正会員 山田 智之 正会員 内田 達大

## 1. 目的

大規模地震が頻発する時代、社会資本が受ける被害を最小限にとどめるため耐震設計が必須となる。特殊橋梁の耐震補強対策は、構造物の振動特性を把握し、効果的な対策を講じる必要がある。レベル 2 地震動に対する耐震設計が行われていないトラス橋においては、免震化および制震化対策がなされることが多く、橋軸直角方向対策としては地震時に抵抗する部材（対傾構・横構）を制震デバイスに取替える対策が実施される。

本研究では、鋼上路トラス橋を対象に橋軸直角方向の制震化対策について二次部材（対傾構・横構）に着目し、その部材のモデル化の違いが橋梁全体系に及ぼす影響について解析的検討を行った。

## 2. 解析条件および検討条件

対象橋梁は、図 1 に示す橋長 165.0m(46.0+61.0+58.0)の 3 径間連続鋼上路式トラス橋とした。解析モデルは立体骨組モデルとし、主要部材は線形部材としてモデル化した。既設の二次部材（対傾構・横構）は、レベル 2 地震時において塑性化することが想定されるため、非線形部材としてモデル化した。非線形モデルとしては、塑性後にエネルギー吸収を考慮しない非線形弾性モデル（図 2a）、軸降伏型ダンパーのように履歴減衰によるエネルギー吸収効果を考慮する移動硬化型バイリニアモデル（図 2b）とした。なお、基本とする現況モデル(Case502)ではすべて弾性部材としてモデル化した。

## 3. 部材の応力照査

表 2 に部材照査（応力超過率，超過部材数）を示す。CASE502（現況）と各ケースの照査結果の差異について述べる。

①下横構に非線形特性を考慮すること（Case504）により、エネルギー吸収効果を考慮しない場合においても下弦材の応力超過率が

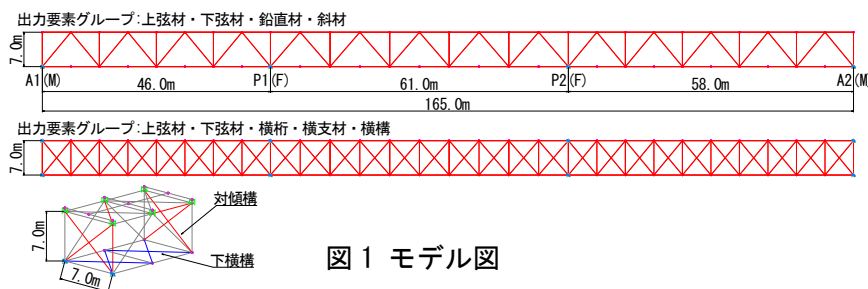


図 1 モデル図

表 1 設計条件

橋格	B 活荷重
橋長	L=165.0m(46.0+61.0+58.0)
幅員	有効幅員 10.5m,全幅 11.2m
地盤種別	I 種地盤
橋梁形式	鋼 3 径間連続上路式トラス橋
適用示方書	鋼道路橋示方書
重要度区分	B 種の橋
地域区分	A1 地域

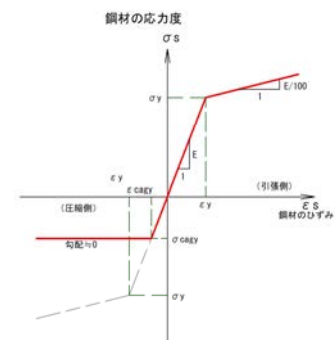


図 2a 非線形弾性モデル

鋼材バイリニア（移動硬化）

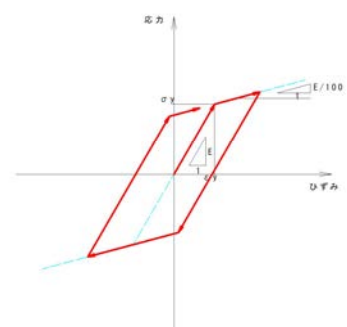


図 2b 移動硬化型バイリニアモデル

キーワード 特殊橋梁 トラス橋 制震化対策

連絡先 〒101-0041 東京都千代田区神田須田町 1-25 JR 神田万世橋ビル TEL : 03-3254-1801

表2 部材の応力照査（応力超過率、応力超過部材数） 応力超過率=応答値/降伏応力

ケース	Case502（現況）		Case503		Case504		Case505		Case506		Case513※		Case516※	
	弾性部材		対傾構		下横構		対傾構・下横構		対傾構・下横構		対傾構		対傾構・下横構	
	非線形弾性		非線形弾性		非線形弾性		非線形弾性		パイリニア		非線形弾性		パイリニア	
（全部材数）	超過率	部材数	超過率	部材数	超過率	部材数	超過率	部材数	超過率	部材数	超過率	部材数	超過率	部材数
上弦材 (56)	1.28	4	1.30	5	1.29	4	1.33	5	1.22	4	1.32	6	1.21	4
下弦材 (56)	1.09	3	1.28	8	1.06	3	1.18	7	1.03	2	1.31	9	1.02	1
斜材 (56)	0.62	0	0.57	0	0.62	0	0.58	0	0.61	0	0.60	0	0.66	0
鉛直材 (30)	1.15	3	1.04	2	1.15	3	1.05	3	0.99	0	1.08	3	0.94	0
対傾構 (30)	2.77	21	1.02	5	2.75	23	1.02	5	-	-	1.02	4	-	-
上横構 (56)	0.22	0	0.25	0	0.22	0	0.25	0	0.22	0	0.25	0	0.21	0
下横構 (56)	1.88	21	2.02	23	1.00	8	1.00	12	-	-	2.24	22	-	-
横支材 (29)	0.41	0	0.50	0	0.41	0	0.55	0	0.41	0	0.48	0	0.41	0

※中間支点上の対傾構を塑性化させた場合

僅かに減少している。さらにエネルギー吸収効果を考慮すること（Case506）により、応力低減効果が僅かに期待できる。②対傾構に非線形特性を考慮すること（Case503）で、鉛直材の応力低減効果がみられる。ただし、下弦材の応力超過率が增加することも確認されるため、耐震設計を行うにあたっては何らかの対策を講じる必要がある。

#### 4. 支承の鉛直反力

表3に支承の鉛直反力を示す。端支点上の鉛直反力は30%程度減少している（Case503, 506）。これは端支点上の支承条件が橋軸直角方向に固定されており、対傾構が塑性化しやすい構造であるため、対傾構を含む面内でせん断変形し、偶力作用が低下したものと考えられる。一方で中間支点上の鉛直反力はほぼ変化がない。これは地震波によって対傾構が塑性化しなかったことによる。よって、中間支点上の対傾構を塑性化の影響を確認するため、Case513（非線形弾性）、Case516（パイリニア）のケースを追加した。Case516では鉛直反力が減少する結果となった。

図3に鉛直反力時刻歴図を示す。対傾構が塑性化することで、鉛直反力がピーク値になることが分かる。また、エネルギー吸収効果を制御することにより、鉛直反力の低減効果を期待することができる。

#### 5. まとめ

上路トラス橋の二次部材（対傾構・横構）に着目し、塑性化した場合の応力低減効果を確認することができた。地震応答に対する応力低減メカニズムを解明し特殊橋梁の耐震設計に役立てたい。

最後に、本研究は鋼橋技術研究会「耐震・免震・制震デバイス研究部会（部会長：田嶋仁志）」の活動内容であり、関係各位からご指導いただきましたことを感謝いたします。

表3 支承の鉛直反力

タイプⅡ/2波目	Case502	Case503	Case506	Case513	Case516	
上段： 鉛直反力 (kN) (-) 負反力	A1_L側	-5465	-1920	-1377	-1942	-1324
		1.00	0.35	0.25	0.36	0.24
	A1_R側	-6095	-1881	-1330	-1903	-1329
		1.00	0.31	0.22	0.31	0.22
	P1_L側	-3323	-2574	-2686	-2477	-2022
		1.00	0.77	0.81	0.75	0.61
下段： Case502 との比率	P1_R側	-2824	-2612	-2083	-2569	-1946
		1.00	0.93	0.74	0.91	0.69
	P2_L側	-3566	-3472	-2826	-3358	-1769
		1.00	0.97	0.79	0.94	0.50
	P2_R側	-3122	-3298	-2889	-3051	-1766
		1.00	1.06	0.93	0.98	0.57
A2_L側	-5233	-1780	-1144	-1772	-1132	
	1.00	0.34	0.22	0.34	0.22	
A2_R側	-6009	-1749	-1060	-1754	-1182	
	1.00	0.29	0.18	0.29	0.20	

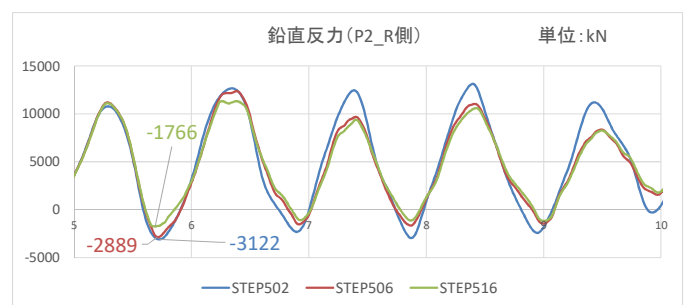
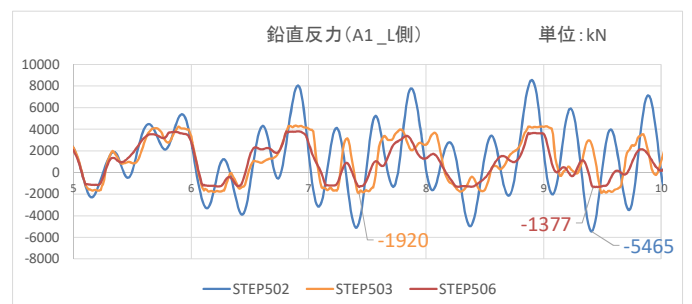


図3 鉛直反力時刻歴図