

減衰性能の更なる向上を実現した新しい免震ゴム支承の開発

(株) 川金コアテック 正会員 ○姫野 岳彦, 新名 裕, 都築 昭夫

1. はじめに

阪神淡路大震災など、日本では過去に非常に大きな地震に遭遇し、橋梁をはじめとした重要な社会資本が甚大な被害に見舞われた経験から、合理的に構造物を守るための手法として、免震設計法の採用が広まり、多くの実績を積み重ねている。このとき、この設計法の「かなめ」となるのが、長周期化と復元力の機能、加えて減衰性能をあわせもつ免震ゴム支承であるが、筆者らは、更なる高性能デバイスを求めて開発を進めている。

その中でも、特に減衰性能の向上に着目することで、地震時の応答変位、応答加速度を効果的に低減させ、例えば、桁遊間を小さく抑えて、伸縮装置の大型化を防ぎ、また、橋脚に与える慣性力を低減することなど目指した検討を行っている。本稿では、従来型の免震支承において減衰材として採用されている、特殊配合のゴム材料および鉛プラグの両方の要素を組み合わせることで、それらの利点を最大限に引き出すことを考え、まず、各種の性能検証試験を実施し、また、その特性によって得られる応答低減効果に関する検討結果について報告する。

2. 新しい免震支承のコンセプト

減衰性能を向上させた新しい免震支承の基本構成は、図-1に示す通り、非常にシンプルな発想によるものである。従来から減衰性能を発揮する部材として用いられてきた2つの要素（特殊配合のゴム、鉛プラグ）を組み合わせたものである。それぞれ過去に数多くの実績があり、製造方法が確立された技術であるため、各要素の基礎的な知見は多く、信頼性が高いことが大きな特徴である。

3. 性能検証実験

免震支承の性能評価法には、例えば、道路橋免震マニュアル¹⁾や構造物施工管理要領²⁾、ISO規格³⁾などがある。そこで、これらの基準を参考に、表-1に示す各形状の供試体に対して、一連の性能検証試験を実施した。ここでは、紙面の都合上、代表的なデータとして、各せん断ひずみにおける履歴特性（図-2）とせん断変形性能（破断性能）の計測結果（図-3）について示す。これらから、従来の免震支承の設計モデルに比べて、非常に大きな非線形履歴（エネルギー吸収面積）を有していることが確認でき、また、実大供試体による破断性能についても、破断ひずみ300%以上となる結果が得られている。

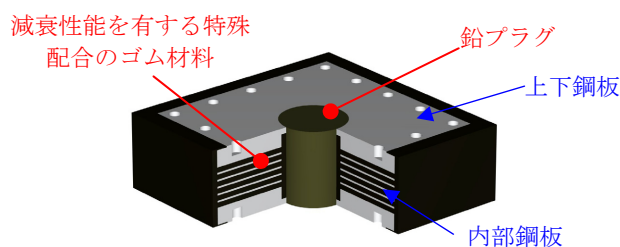


図-1 新しい免震支承の構造

表-1 実験供試体諸元

No	平面形状	ゴム厚	層数	総厚	鉛径	本数	鉛比率	S1	S2
1-8	320	8	4	32	95	1	7.4%	9.3	10.0
9-10	320	10	4	40	95	1	7.4%	7.4	8.0
11-12	320	16	5	80	95	1	7.4%	4.7	4.0
13-14	600	14	4	56	180	1	7.6%	10.0	10.7
15-16	600	20	4	80	180	1	7.6%	7.0	7.5
17-18	600	28	5	140	180	1	7.6%	5.0	4.3
19	800	19	4	76	240	1	7.6%	9.8	10.5
20	800	25	4	100	240	1	7.6%	7.4	8.0
21	800	37	5	185	240	1	7.6%	5.0	4.3
22	800	19	4	76	120	4	7.6%	9.8	10.5
23	800	25	4	100	120	4	7.6%	7.4	8.0
24	800	37	5	185	120	4	7.6%	5.0	4.3
25	1000	24	4	96	150	4	7.6%	9.7	10.4
26	1000	46	5	230	150	4	7.6%	5.1	4.3

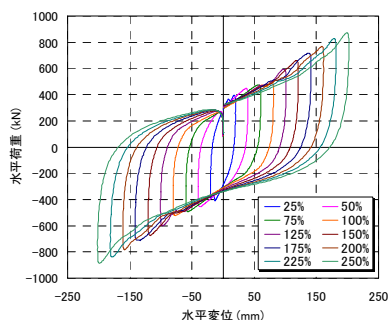


図-2 非線形履歴特性

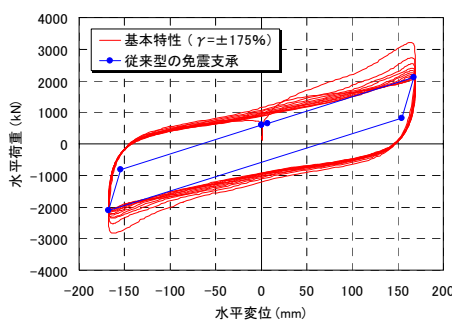
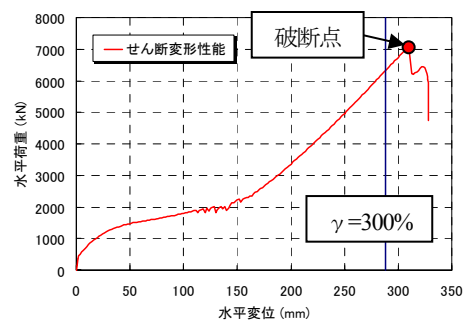


図-3 実大供試体におけるせん断変形性能



キーワード 免震支承、バイリニアモデル、非線形履歴、エネルギー吸収性能

連絡先 〒332-8502 埼玉県川口市宮町 18-19 (株) 川金コアテック 本社技術部橋梁部材開発G r TEL 048-259-1118

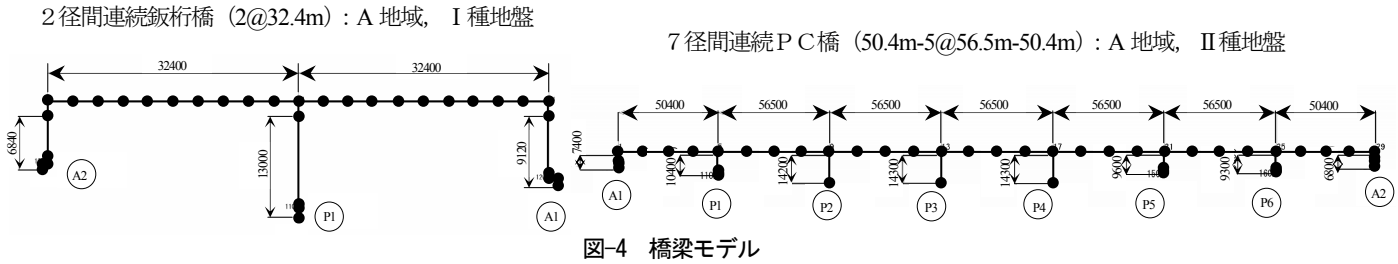
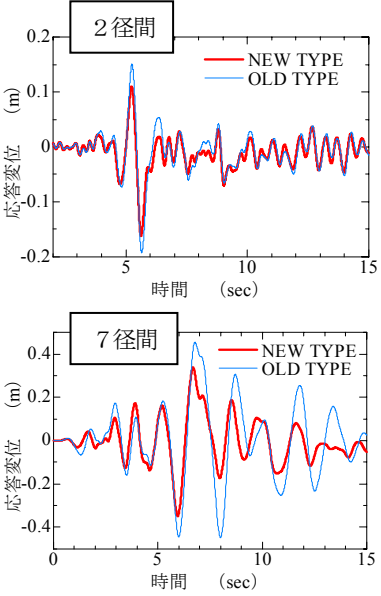


表-2 試設計結果一覧

			等価剛性 ΣKB (kN/m)	減衰定数 hB (%)	設計変位 UB (m)	せん断歪 γ (%)	変位比率 新型 従来型	ゴム省 体積V (cm ³)	体積比率 新型 従来型
2径間連続鉄桁橋	従来型	A1	4015	13.5%	0.173	239.7%	1.00	17687	1.00
		P1	12245	13.6%	0.121	237.6%	1.00	33000	1.00
		A2	4030	13.2%	0.177	246.0%	1.00	17687	1.00
	新型 免震支承	A1	4389	22.1%	0.137	239.5%	0.79	13262	0.75
		P1	14960	23.4%	0.094	223.3%	0.77	28572	0.87
		A2	4378	21.4%	0.142	249.5%	0.80	13262	0.75
7径間連続PC橋	従来型	A1	13300	13.4%	0.493	241.6%	1.00	216028	1.00
		P1	28086	13.7%	0.455	236.7%	1.00	413280	1.00
		P2	31102	13.2%	0.392	245.1%	1.00	330625	1.00
		P3	31077	13.3%	0.390	243.7%	1.00	330625	1.00
		P4	31075	13.3%	0.390	243.6%	1.00	330625	1.00
		P5	28154	13.4%	0.463	240.9%	1.00	413280	1.00
		P6	28152	13.4%	0.462	240.8%	1.00	413280	1.00
	新型 免震支承	A2	13297	13.4%	0.492	241.2%	1.00	216028	1.00
		A1	14577	23.7%	0.392	204.1%	0.79	207358	0.96
		P1	39481	21.0%	0.336	240.1%	0.74	331200	0.80
		P2	45464	21.4%	0.266	237.7%	0.68	261855	0.79
		P3	45479	21.5%	0.265	236.2%	0.68	261855	0.79
		P4	45478	21.5%	0.265	236.3%	0.68	261855	0.79
		P5	39439	20.5%	0.346	247.1%	0.75	331200	0.80
		P6	39447	20.6%	0.344	245.6%	0.74	331200	0.80
		A2	14585	23.8%	0.389	202.7%	0.79	207358	0.96



4. 試設計による応答低減効果

性能検証実験で得られた非線形履歴特性を既報のモデル化思想⁴⁾を用いてバイリニア型に置換し、免震設計を採用した橋梁に適用することで、その効果検証を実施した。

対象とした橋梁諸元を図-4に示す。2つの橋梁形式をピックアップし、2径間連続鉄桁橋および7径間連続PC橋のそれぞれに対して、免震設計法に従って、各断面の形状設定を行い、設計地震動の入力を行った⁵⁾。

この結果、図-5に示す通り、上部構造の変位応答に大きな低減がみられ、新型免震支承が有する高い減衰性能による効果が確認できた。また、各支点上の支承部の設計諸元を整理した結果を表-2に示す。新型免震支承を用いたケースでは、応答変位量が20~30%程度低減されており、なおかつ、支承(ゴム本体)の体積も20%程度小さくすることができている。一方で、多径間連続橋における端支点部については、橋桁の温度伸縮量に対する追従性の照査などの制約から、ゴム本体の体積低減効果は比較的小さいことが分かる。

これらの検討結果から新型免震支承を用いることにより、支承部の減衰性能を向上させることで、地震時の応答変位が抑制され、桁遊間が縮小でき、これに伴い、伸縮装置の

小型化も期待できる。また、支承本体についても、ゴム体積が小さくなることで、コスト削減に寄与することができる。さらに支承の小型に伴い、支承縁端距離を確保した橋脚断面の必要幅も縮小できれば、全体系としての大きなメリットが期待できると考えられる。

5. まとめ

本研究では、従来の免震支承技術を参考に、減衰部材の新しい組み合わせを行うことで、さらなる性能向上が可能であることを示した。

今後は、より多くの性能検証データを積み重ね、また同時に新型免震支承の効果・適用性についても、ケーススタディーの中で詳細な吟味を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 土木研究センター：道路橋の免震設計法マニュアル(案)，1992
- 2) 東・中・西日本高速道路株式会社：構造物施工管理要領，2010.7.
- 3) ISO 22762-2 Elastomeric seismic-protection isolators-Part2，2010
- 4) 姫野・鶴野：免震支承の要素別非線形履歴特性評価法に関する検討，土木学会第61回年次学術講演会，I-228，2006.9
- 5) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，2002