

I-A298

## ゴム支承を用いた鋼箱桁支点部補強の実験

名古屋高速道路公社 工務部 正 鈴木 信勝 正 前野 裕文  
宮地鐵工所 設計部 正○永谷 秀樹 正 井上 雅夫

## 1. まえがき

ゴム支承は鋼製支承に比較して形状寸法が大きく、荷重支持点としての剛性が低いと考えられた。名古屋高速道路公社では鋼箱桁を対象とし、従来の鋼製支承を対象とした支点構造や設計法をそのまま適用した場合の問題点について解析的に検証を行い、その結果よりゴム支承を用いた場合の支点部補強設計法を提案している。<sup>1, 2)</sup>

本報告では、上記の補強設計法により設計を実施した支点部の実橋を用いた室内載荷実験を行い、補強設計の有効性、解析の妥当性の検証を行っている。

## 2. 実験概要

実験対象は、公社として使用頻度の高い設計反力 300~400tf のゴム支承を用い回転角の大きな端支点とする。図-1 に本補強設計法による支点部構造図を示す。ゴム支承としては設計条件が同一の 2 体の供試体を用いており、供試体①は積層ゴム支承、供試体②は免震支承であり、表-1 にその設計特性値を示す。

実橋の支点には鉛直反力に加え活荷重による回転変形が生ずる。そのため、実験では図-2 に示すように、活荷重による回転変位は回転制御ジャッキを下げるにより与える。また、鉛直力は、支点上ダイヤフラムと腹板の交点において載荷する。ただし、載荷方法は、ゴム支承本体、セットボルトの破損およびスライドジャッキ摩擦抵抗の最小化に配慮し、回転角に対応する最低鉛直荷重を載荷した直後に回転変形を与え、50tf ピッチで最大荷重 400tf まで載荷を行う。応力測定位置を図-3 に示す。

測定項目は主に①補強部材の応力度、②ゴム支承の回転拘束、③セットボルト軸力および④支承上面変位である。

## 3. 実験結果

## (1) 発生応力度に関する解析値との比較

各補強部材での Von Mises の相当応力を FEM 解析値と実験値の比較を 1) 死荷重、2) 死荷重+活荷重に対して表-2 に示す。ここで、1) は鉛直反力のみによる応力を示すに対し、2) では支承の回転拘束の影響を含んでいる。

死荷重においては、解析値と実験値はよく一致したものとなっている。一方、死荷重+活荷重では解析値の応

表-1 ゴム支承設計特性値

	単位	端支点
設計反力 R	tf	363.4
設計回転角 $\theta$	rad	1/150
設計寸法 a×b	mm	700×900
ゴム厚さ $\Sigma t_e$	tf	18mm×8層
せん断弾性係数	kgf/cm <sup>2</sup>	10
形状係数 S	—	10.5
圧縮バネ定数 K <sub>v</sub>	tf/m	3.10×10 <sup>5</sup>

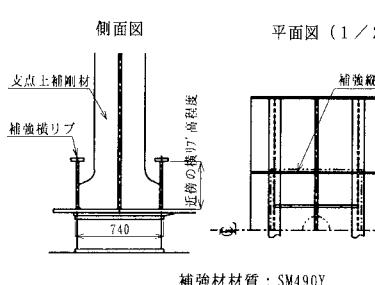


図-1 端支点補強構造

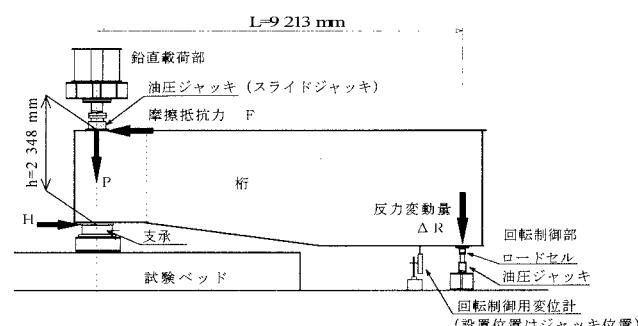


図-2 実験装置概要

キーワード：ゴム支承、支点部補強設計法、実橋載荷実験

〒460-0002 名古屋市中区丸の内二丁目 1-36 名古屋高速道路公社 工務部設計課 TEL 052-223-3562 FAX 052-223-3574

力が大きくなっている。また、最大応力度は、フィレット部の応力集中点（測点 DR19）において 2) 死荷重+活荷重に発生し解析値を 7% 越える値となっているが、その値は許容応力度の 1.06 倍程度である。また、その他の部材において実験値は解析値の 80% 以下であるものの、死荷重に比べその差は大きい。

## (2) ゴム支承の回転抵抗の評価

ゴム支承の回転抵抗 $M_{\alpha e}$ は、図-2に示す実験装置における力の釣り合い状態から次式により算出することが可能である。ゴム支承のせん断力 $H(t_f)$ は、せん断性能試験結果より実験で計測された水平変位を用いて算出した。

$$M_{\text{eq}} = \Delta R \times L - H \times h$$

ここで、 $\Delta R$ ：回転制御ジャッキの反力減少量

*h* : 摩擦力  $F$  と支承水平反力  $H$

### の作用点間距離

$L$ : 支点から回転制御ジャッキまでの距離

#### H：ゴム支承せん断力

上式によるゴム支承の回転抵抗モーメントを図-4に示す。このようにして求めた支承の回転抵抗モーメントの実験値は鉛直バネ係数の設計値  $K_v$  を用いた FEM 解析値<sup>1, 2)</sup>の40%程度となっている。また、参考としてゴム支承の回転抵抗モーメントの算出法として用いられている C.Reicha 式による値を図中に示す。<sup>3)</sup>

#### 4. まとめ

この実験結果より、提案した方法<sup>1,2)</sup>で補強設計を行うことにより、支点上の鋼部材に発生する応力度の推定もある範囲で可能であることが解った。

しかしながら、ゴム支承の回転抵抗モーメント $M_{a,e}$ では、鉛直バネ係数の設計値 $K_v$ を用いたFEM解析は過大な評価になっている。また、鉛直バネ係数は支承形状に依存することも考えられるが、ゴム支承をモデル化し解析する際にバネ値の評価が重要であることが解った。今後は解析精度の向上と、更なる補強設計の合理化を検討する必要がある。

ダイヤフラム：測点番号 D1~D19

(在高士據鄉林，獨處幽居，EBI-EBIO)

図-3 応力測定位置

表-2 各部材発生応力比較 (Von-Misesの相当応力)

測定期		死荷重+活荷重		死荷重			
	番号	①FEM	②実験	①FEM	②実験		
支点上 ダイヤ フラム	D7	586	390	67%	389	235	60%
	D8	801	653	82%	473	458	97%
	D9	880	643	73%	467	499	107%
	D10	686	493	72%	281	335	119%
補強 横リブ	HB7	1034	732	71%	221	305	138%
	HB8	986	471	48%	196	191	97%
	HB9	912	497	54%	193	182	94%
	HB10	741	451	61%	166	155	93%
	FF4	1735	982	57%	372	412	111%
支点上 補剛材	DR10	1000	512	51%	407	231	57%
	DR11	1040	620	60%	406	293	72%
	DR15	1281	867	68%	515	533	103%
	DR16	1427	904	63%	467	413	88%
	DR19	2087	2233	107%	597	906	152%
補強 横リブ	FR3	538	357	66%	171	211	123%
	FP4	864	551	64%	150	225	150%

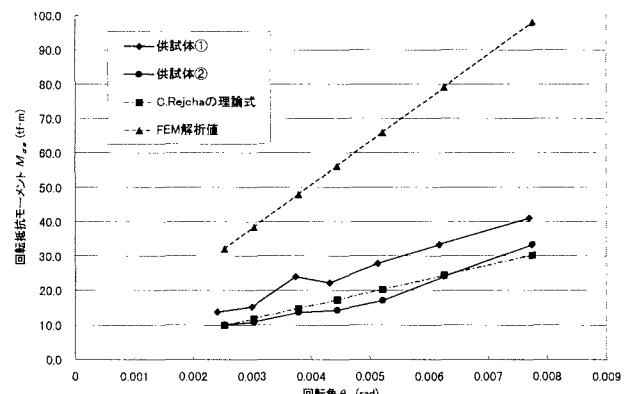


図-4 回転抵抗モーメントに対する評価値

- 1) 鈴木, 前野, 永谷, 井上: ゴム支承を用いた鋼箱桁支点部の補強検討, 土木学会第 53 回年次学術講演会  
2) 鈴木, 前野, 永谷, 井上: ゴム支承を用いた鋼箱桁支点部の補強設計法, 橋梁と基礎 (投稿中)  
3) Charles Reich: Design of Elastomer Bearings, PCI Journal October p62-78 1964