

I - A 58

ゴム支承を用いた鋼箱桁支点部の補強検討

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

ゴム支承は従来主にコンクリート橋に採用されていたが、兵庫県南部地震以降、鋼橋に対する使用は急増している。ゴム支承は、鋼製支承に比べ広い支圧面で弾性支持しており、支点の位置や支点上補剛材の剛性により、支圧応力分布に影響を受ける。さらに、ゴム支承自身の弾性拘束による回転抵抗特性については不明な点も多い。そのため、支承と鋼桁を固定しているセットボルト、ソールプレート形状及び補剛材構造については十分に留意する必要がある。

これらの問題点は解析的研究を実施するとともに実験的研究により確認をする必要がある。ここでは解析的研究の内、鋼箱桁支点構造部を対象として3次元弾性 FEM 解析を行い、ゴム支承の支圧応力分布、補剛材の応力等に着眼して検討を行ったのでその一部を報告する。

2. 解析概要

解析対象部材は3径間連続非合成箱桁の中間支点部とし、その支間構成と使用ゴム支承の設計条件概要を表-1に示す。ただし、全体系を3次元で解析することは不合理であるため、図-1に示すように部分的に取り出すとともに、境界条件を合わせた。解析は支点反力最大(Case-1)と支点部回転変形最大(Case-2)の2Caseの载荷状態に対して行った。この時の支点条件としては、死荷重時は、キャンパーにより桁の回転の影響はキャンセルされるため、回転拘束自由とし、活荷重時はゴム支承が回転変形を拘束するため、回転拘束を行った。ゴム支承は、その上面の離散化節点に対して、圧縮バネ定数 K_v を各節点の分担面積で割った節点バネ値を有する鉛直バネ点としてモデル化を行った。

表-1 鋼箱桁スパン構成及びゴム支承設計条件概要

鋼 桁	スパン構成	m	57.55+58.400 +57.625
ゴ ム 支 承	最大反力 R_{max}	t f	864.4
	死荷重反力 R_d	t f	609.8
	けたの回転角	r a d	1/294
	設計寸法 $a \times b$	c m	120×120
	ゴム総厚 Σt_e	c m	2.8×5層=14.0
	せん断弾性係数	kgf/cm ²	12
	鉛プラグ $D_p \times N_p$	c m	17.0×4
	形状係数 S	—	10.04
	圧縮バネ定数 K_v	t f/m	770332

支点部付近の構造としては、鋼製支承で多用していた構造を踏襲したもの(Type-A)と、ゴム支承における支圧応力度の均等化を目的として構造設計したもの(Type-B)とした。図-2に Type-B の補強構造の概念図を示す。

3. 解析結果

1) 支圧応力分布 死荷重時の最大・最小支圧応力度及びその比に関する両モデルの比較を表-2に示す。ここで、Type-A では剛度の高い支点上ダイヤフラム直下の支圧応力が非常に大きく、 σ_{max} は σ_{min} に対し13倍の値となり非常に偏った支圧応力分布となっている。

これに対し、Type-B でその比率は1.7倍程度の値となっており、ほぼ均等に支圧応力が分布している。図-3に、Case-1の荷重に対する Type-A と Type-B の両モデルにおける支圧応力分布を示す。この図からも死荷重時同様の結果が得られる。

2) 部材発生応力度 支点上各部材の発生応力度に対して両モデルの比較を表-3に示す。ここで、発生応力度は Von Mises の相当応力を表す。この表より、Type-A では、支点上補剛材及び縦リブにおいて許容応力度を大きく超える応力が発生している。これに対し、Type-B では上記部材の発生応力度は許容応力度内の値となっている。また、主桁下フランジ、腹板に発生する応力度もほぼ同程度であるが、低減されている。このほか、下フランジ側の応力分布に着目した場合に、Type-A の構造では、特に Case-2 の载荷状態においてソールプレートの縁端に応力が集中する傾向が見られた。

キーワード：ゴム支承、支点上補強、支圧応力度、FEM 解析

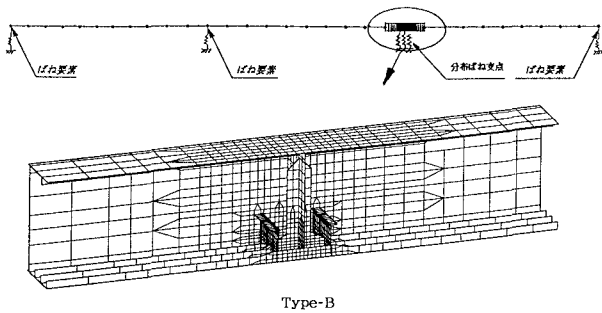
〒 460-0002 名古屋市中区丸の内二丁目 1-36 名古屋高速道路公社 工務部設計課 TEL 052-223-3562 FAX 052-223-3574

表一 死荷重時の支圧応力度の比較

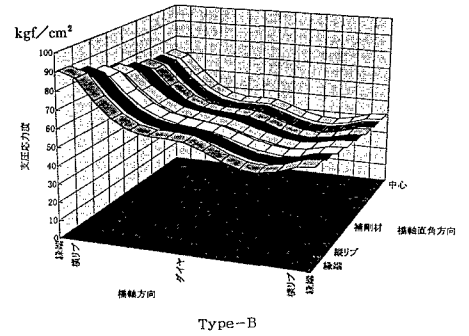
	Type-A	Type-B
① $\sigma_{\max}$ (kgf/cm ²)	64.0	52.2
② $\sigma_{\min}$ (kgf/cm ²)	4.9	31.0
比率 ①/②	13.1	1.7

表一 支点上各部材の発生応力度 (kgf/cm²)

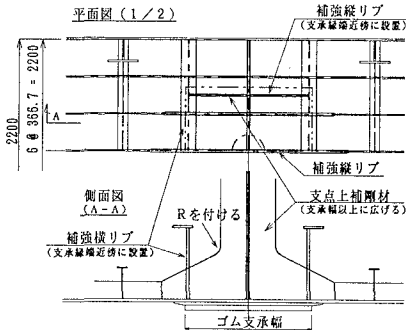
	Case-1		Case-2	
	Type-A	Type-B	Type-A	Type-B
支点上ダイヤフラム	1377	976	1229	872
支点上補剛材	4358	1030	4244	1119
縦リブ	2971	1160	2465	1038
主桁腹板	2544	2339	2203	2299
主桁下フランジ	2839	2595	2307	2521



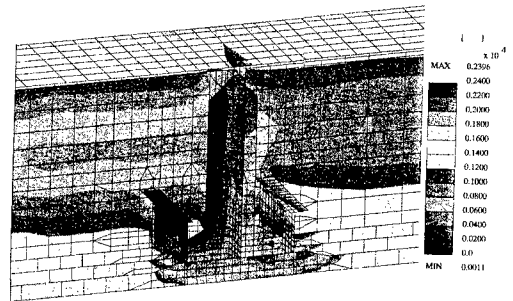
図一 解析モデル図



図一 支圧応力度分布図 (荷重 Case-1)



図二 補強構造概念図



図四 応力コンター図 (kgf/cm²)

4. まとめ

- ①鋼製支承で多用していた支点構造では、支圧応力分布は非常に不均等であり、支点上補強材等の一部の部材に非常に高い応力が生ずる。さらに、ソールプレート縁端に応力が集中する傾向がある。
- ②支圧応力度の均等化を目的とし構造設計したものの有効性は確認された。
- ③本解析対象とした非合成箱桁は、全反力に対し死荷重反力の占める割合が高いため、ゴム支承に大きな引張応力度は発生しなかったが、鋼床版桁等でその割合が小さい場合は、十分に検討する必要がある。
- ④ゴム支承の回転拘束特性は、今回は線形バネで評価しているがその妥当性については今後実験等を用いた検証を予定している。

<参考文献>

- 1) Charles Rejcha: Design of Elastomer Bearings, PCI Journal, October, p62-78, 1964
- 2) 日本道路協会：道路橋支承便覧，平成3年7月