

I-311

首都高速12号線吊橋の連続鋼床版縦桁用支承実験

首都高速道路公団

正会員 佐藤栄作

首都高速道路公団

○正会員 富永博夫

川重・三井・東骨共同企業体

正会員 八部順一

川重・三井・東骨共同企業体

須藤典助

1. まえがき

首都高速12号線吊橋は、上層が首都高速道路、下層が臨港道路および新交通システムから構成されるダブルデッキの3径間2ヒンジ補剛トラス吊橋である。

本橋では、上層の高速道路に対して中央径間570mに配置される鋼床版桁562mを伸縮装置のない連続鋼床版(重ね梁形式)を採用している。これにより、車両走行性の向上、維持補修の軽減および低騒音化を図ろうとするものである。

しかし、このような構造は過去の吊橋において検討されてはいるが実績はないため、今回の採用に当たってはさまざまな検討を行ってきた。

本稿では、このうち重ね梁鋼床版縦桁用として開発した支承の構造を紹介し、機能確認のため実施した実物大模型による機能試験の内容と結果について報告する。

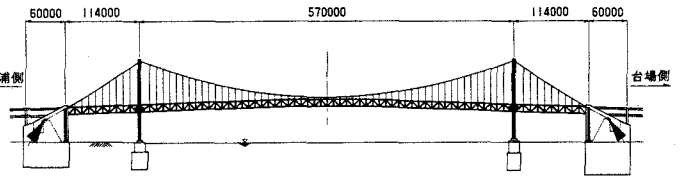


図-1 一般図

2. 重ね梁鋼床版縦桁用支承の構造

重ね梁鋼床版縦桁用支承は、『橋軸方向可動、上下方向拘束、全方向回転可能』を満足する機能が要求される。支承構造としては、密閉ゴム支承を基調とし、さらに以下の付加機能を追加している(図-2)。

上下方向拘束部は、ピンチプレート部にベアリングプレートBとゴムパッドを設置する(上沓側にはステンレス板設置)構造である。本橋は縦桁を支持する横フレームがラーメン形式でたわみやすいことから支承には常時橋軸直角方向回転が生じる。この回転を吸収するため、図-3に示すようなゴムパッドが側方開放ゴムとして機能し($0 \sim P_{v0}$, $0 \sim \delta v_0$ の範囲、 $\sigma_{ba} = 80 \text{ kg/cm}^2$)、上揚力作用時には密閉ゴムとして機能する($P_v > P_{v0}$, $\delta v > \delta v_0$ の範囲、 $\sigma_{ba} = 250 \text{ kg/cm}^2$)構造である。

また、同一支承線上に一個設けられる橋軸直角方向固定支承においては、サイドブロックにより上沓の側方への移動を固定している。さらに、上沓側面にはステンレス板を、サイドブロック側にはベアリングプレートCを設置し、橋軸方向への移動を円滑にする構造とした。

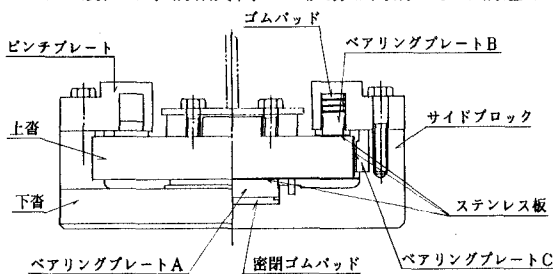


図-2 縦桁支承断面図

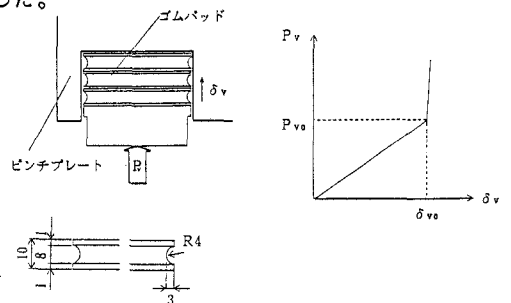


図-3 ピンチプレート内蔵ゴムパッド

3. 実験の概要および実験方法

(1) ピンチプレート部内蔵ゴムパッドの性能試験

支承の挙動に応じて異なった2つの機能を持つゴムパッドが設計思想どおりの挙動を示すかどうか、また耐久性があるかどうかを確認する目的で静的圧縮試験、および圧縮疲労試験をおこなった。

静的圧縮試験は、200tアムスラー型試験機を使用し、圧縮変形量とゴムの側方はらみ量、およびピンチプレート内蔵状態（側方開放～密閉）での圧縮変形量と圧縮応力度などについて計測した。圧縮疲労試験は、サーボアクチュエータを使用し 200万回の繰返し荷重（繰返し強制変位1.0～2.0mm、加振周波数 2Hz）を与え、鉛直荷重－鉛直変位および供試体温度を計測し、試験後ゴムパッドの状態を確認した。

(2) 実物大モデルによる機能試験

拘束条件の多い本支承において、移動時の摩擦力が設計上考慮している値以下であることを確認する目的で機能試験を実施した。試験は実物大支承模型により、支承の設計条件をもとに、すべり速度、鉛直荷重およびゴムパッドの初期面圧をパラメータとして、すべり速度特性および荷重特性を確認した。また、支承の回転時におけるすべり特性の確認もおこなった。試験機としては 2軸すべり試験機を使用し、鉛直アクチュエータにより支承に鉛直荷重を、水平アクチュエータにより交番水平変位を与えた。

4. 試験結果と考察

(1) ゴムパッドの圧縮応力度と圧縮変形量の関係を図-5に示す。 $\delta v=2.9\text{mm}$ までは側方開放状態でありバネ定数も計算値とよく一致する。 $\delta v=2.9\text{mm}$ でバネ定数が急激に硬くなるのは、自由側面が側壁に当たる為であり、理論値とも一致する。しかし、理想的には図-3のようにグラフはほぼ鉛直となる。図-4の(a)から(b)への過程でゴムのはらみ出し量は(c)のようになること、およびゴムパッドと収納部側面にはわずかな隙間があるため図-5のような挙動となったと思われる。

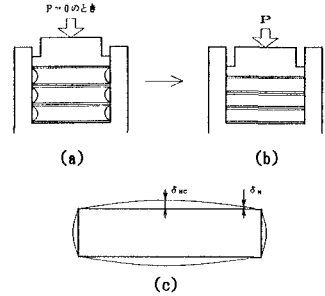


図-4 ゴムの圧縮変位と側方はらみ出し

(2) ゴムパッドの 200万回圧縮疲労試験では、ゴムに亀裂・接着はく離などはなく、機械的性質の変化も微少であった。

(3) 図-6に種々の荷重条件による支承のすべり速度特性を示す。 $\sigma_c = 0 \text{ kgf/cm}^2$ は上下拘束のない従来の支承と同じと位置づけられる。摩擦力は摩擦速度が速い程大きくなる傾向を示す。ピンチプレートの押さえつけによる摩擦力の増加は標準設置時 ($\sigma_c=12 \text{ kgf/cm}^2$) の $P_v=39.1\text{tonf}$ で約 400kgfであった。また、同じ条件での静摩擦力は 3690kgfであった。いずれの場合においても設計上考慮している静摩擦力 $0.15P_v=5865\text{kgf}$ を越える動、静摩擦力は作用しないことが確認できた。

(4) 支承回転時におけるすべり特性を図-7に示す。1/125の回転角（発生回転角の約3倍）における摩擦力は回転のない場合と大差ない値となっており、支承の回転がすべり特性にほとんど影響を与えないことが確認できた。

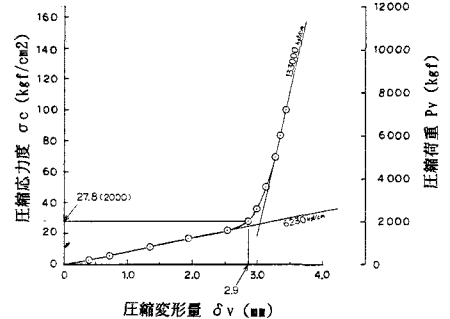


図-5 圧縮応力度と圧縮変形量との関係

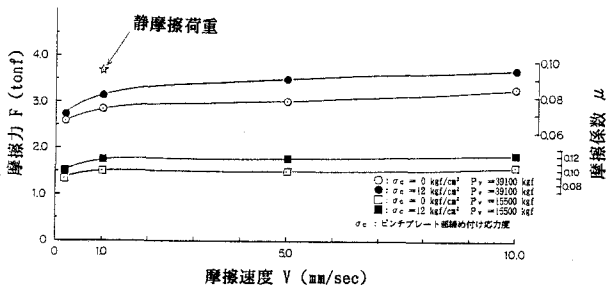


図-6 摩擦力と摩擦速度との関係

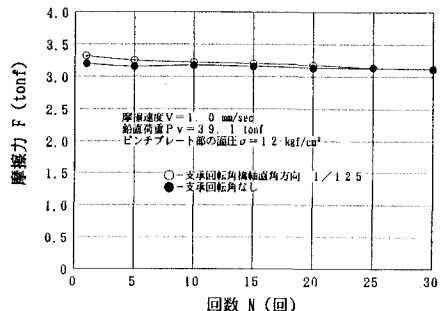


図-7 摩擦力と摩擦回数との関係