

新型固定支承の載荷実験 (その2)

株式会社ビービーエム 正会員○田中 健司, 正会員 合田 裕一
正会員 完塚 正美, 正会員 小泉 貴宏

1. はじめに

水平力支持機構として支承中央に“シンボウ”を用いた新型の固定支承を開発し、その開発過程において、実験的検討も含めて、様々な角度から検討を行った。本研究では、その中の水平力支持機構を対象とした1/2模型を用いた載荷実験を通して、鉛直荷重の有無や上揚力が作用した場合の、水平力支持機構の水平耐力に対する影響を明らかにする。

2. 実験概要

2-1 模型支承

支承に対しては、鉛直力を受ける状態よりも、上揚力を受けた状態で水平地震力を受ける場合の方が耐力的に厳しい状態となる。このため、ここでは後者の状態を対象にシンボウの有効性を検討することとした。実験としては、支間長 30m 程度の単純鋼鉄桁橋を支持するタイプB支承を対象とし、鉛直荷重は対象橋梁の約 1/2 の死荷重反力を 130kN、活荷重反力を 70kN と見込んで、最大鉛直荷重を 200kN と想定した。

道路橋示方書¹⁾に基づきⅠ種地盤を想定し、構造系の許容塑性率を3と仮定すると、等価水平震度は0.89となる。したがって、支承の設計水平力は等価水平震度×全死荷重反力=0.89×130×2=232kNと見込む。

また、支承部の照査に用いる上揚力としては、道路橋示方書に基づいて0.3×死荷重反力=0.3×130kN=39kNとする。

以上の条件により設計した模型支承の構造が図1である。

2-2 載荷方法

図2に示すように供試体として用いる模型支承(固定支承)の他にすべり支承を用いて、模型桁を支持する構造を採用することとした。これは、供試体だけで桁を支持すると不安定となるため、すべり支承と組み合わせて両方で鉛直力とモーメントを支持する構造としたものである。桁に作用する水平力は模型支承が分担し、鉛直力は模型支承とすべり支承が分担する。鉛直力 V を作用させた状態で水平力 F を両支承の底面から h_i の高さに作用させると、模型支承には水平力と同時に次式による鉛直力 V_1 も作用することになる。

$$V_1 = R - \frac{Fh_i}{\ell} \quad \dots (1)$$

ここで、 R は設計上の全死荷重反力、 ℓ は模型支承の中心からすべり支承の中心までの水平距離、 h_i は支承底面から水平力の作用高さまでの距離である。

式(1)において、水平力の作用高さがそれぞれ $h_1 = 234 \text{ mm}$ 、 $h_2 = 654 \text{ mm}$ 、 $h_3 = 1,074 \text{ mm}$ の3ケースを実験対象とすることとした。

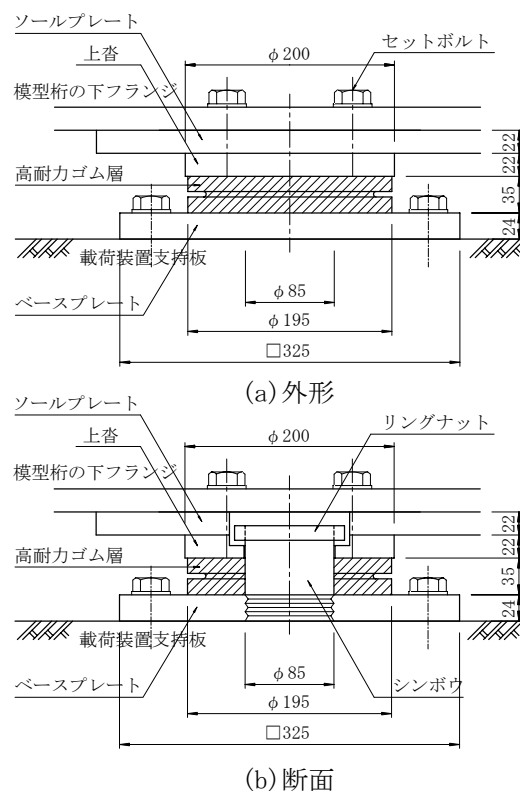


図1 1/2 模型

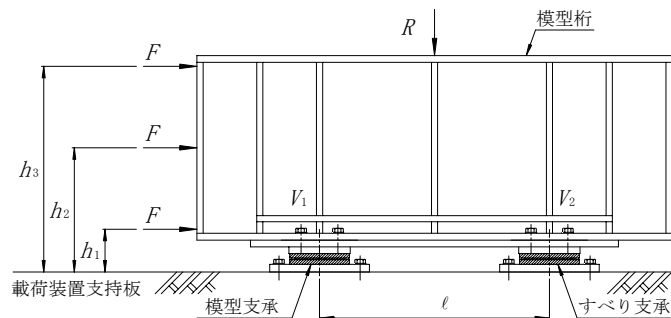


図2 1/2 模型に対する荷載実験装置

キーワード 橋梁, 固定支承, ゴム支承, シンボウ, F-HiPS

連絡先 〒104-0033 東京都中央区新川2丁目13番9号 (株) ビービーエム TEL 03-3523-5389

すべり支承も鉛直荷重を支持するため、上下方向アクチュエーターにより一定鉛直力 ($130\text{kN} \times 2 = 260\text{kN}$) を作用させた状態で、水平方向アクチュエーターにより設計水平力 (232kN) に相当する荷重まで載荷した。荷重が 0 となるまで除荷した後、供試体が破壊するまで水平力を 1 方向に作用し続けた。

3. 実験結果

(1) $h_1 = 234\text{ mm}$ の場合

図 3 (a) に示すように、設計水平力 (232kN) まで載荷した段階ではほとんど弾性状態を保っており、損傷は生じない。この状態から荷重が 0 となるまで除荷した後、シンボウの抜け出しが生じるまで再載荷しようとしたが、ベースプレートが変形し、ベースプレートと載荷治具に隙間が生じたため、水平力が 340kN に達した段階で実験を終了した。

(2) $h_2 = 654\text{ mm}$ の場合

図 3 (b) に示すように、載荷途中で水平変位の増加率が大きくなった。さらに、設計水平力 (232kN) まで載荷した時点でベースプレートが変形し、ベースプレートと載荷治具に隙間が生じたため、実験を終了した。

この時には、上揚力 $V = 207\text{kN}$ が作用しているため、上沓と高耐力ゴム層、高耐力ゴム層とベースプレート間に隙間が生じている。模型支承は、設計上揚力 $V = 39\text{kN}$ に対して降伏応力以下となるよう設計されているが、設計上揚力の約 5 倍の上揚力 $V = 207\text{kN}$ が作用しても、シンボウがベースプレートから抜け出してない。

(3) $h_3 = 1,074\text{ mm}$ の場合

図 3 (c) に示すように、 140kN 付近で降伏し、最終的に破壊に至った。上揚力は、式(1)によれば、 $V = 252\text{kN}$ となり、設計上揚力の約 6.5 倍の上揚力が作用したことになる。

4. 結論

本実験を通して得られた結論は以下の通りである。

①上揚力を設計上揚力の約 6.5 倍まで大きくして水平力を作用させた場合、シンボウとベースプレートおよびリングナット間のねじ結合部がねじ山のせん断破壊により損傷を受け、これがシンボウの抜け出しをもたらした。ただし、設計水平力の作用下では、ねじ部には損傷は生じない。したがって、設計荷重に対してどこまでの余剰耐力を持たせるべきかについては慎重に検討する必要があるが、余剰耐力を高めるためには、シンボウとベースプレートおよびリングナット間のねじ固定方法をさらに工夫する余地がある。

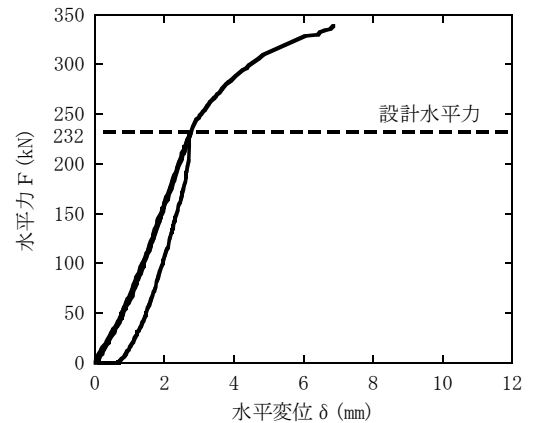
② 25MPa の高支圧に耐えられる高耐力ゴム層を用いたが、今回の一連の実験では高耐力ゴム層に損傷は生じなかった。

謝辞

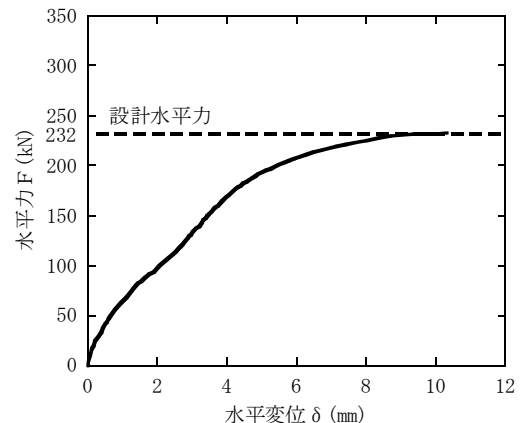
本研究の実施にあたっては、東京工業大学大学院の川島一彦教授に多大なるご支援をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

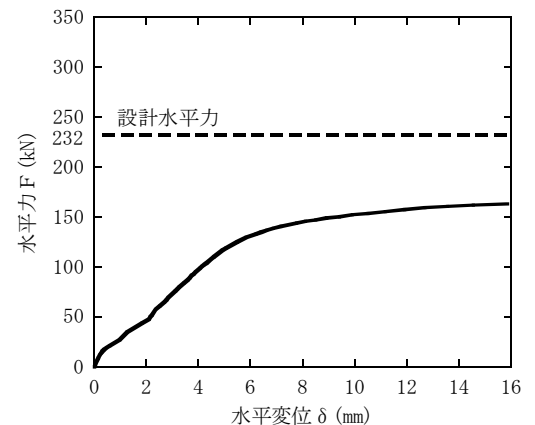
1) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 日本道路協会, 平成 14 年 3 月



(a) $h_1 = 234\text{ mm}$



(b) $h_2 = 654\text{ mm}$



(c) $h_3 = 1,074\text{ mm}$

図 3 水平力-水平変位の履歴