

首都高速道路公団

正会員 音川 庫三

〇要孫子敏雄

住友建設

山本 隆彦

1 まえがき 首都高速道路5号線二期、オ562工区オ563工区における上部構造は、3径間連続PCホロースラフ橋で、スパン25m・29m、巾員18mである。本構造は支承中心間隔10mの2支支承であり、そのため特に支承上の負のモーメントの取り扱い、また支承に横桁の設計における有知巾と荷重の取り方と横方向の荷重分配について問題があった。実施設計での解析方法は、a) 平面格子理論、b) 有限要素理論の2つの理論により検討を行ない、最終的に理論値の30~40%の割増を考慮して設計計算を行なったが、前記の問題点と、設計方法の確認と計るため、アクリル模型による載荷実験を行ない、ある程度の結果を得たので、ここに報告する次第である。

2. 実験方法

(2-1) 模型形状及び予備試験 模型の縮尺は、1/50とし、形状寸法は、図-1の通りである。大縮尺の模型で局部的な応力状態を明確にするために、アクリル模型を用いた。載荷実験は、温度、湿度を一定の状態で行なうため、地下5mのシールド内で行なった。製作はスラブを上下2個に分割加工したものを、接着剤(ペラダイン)により接合し、熱処理(70~80℃、3h)を行った。支束は端支束がX型ピン支承、中間支束は厚さ5mm、 $\phi=20$ mmのゴム支承、ヒンジ部はJ型支承とした。予備試験としては、単純梁に載荷を行ない、弾性係数と算定した。結果は、 $E=3.20 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ であり、また接着剤及び熱処理の影響がほとんどないことを確認した。測定系では、ポテンシヤルゲージ及びタイマルゲージを使用した。

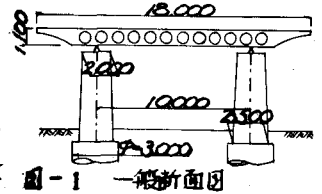


図-1 一断面図

(2-2) 載荷方法 荷重は小型油圧ジャッキ(1.0t)により10~60kgまで載荷し、測定は10kg行ない、3回繰り返した。載荷位置は、センタースパン及びサイドスパンの中央に、集中載荷(巾員の中央部、偏り部)、等分布の3ケース、計6ケースについて行ない、かつ中間支束の1支束を沈下させた場合と追加した。

3. 理論解析 単純梁解析の他に、次の2つの方法による比較計算を行なった。

(3-1) 平面格子解析 ホロースラフを図-2、3に示すように、支束奥に主桁を設け、全体で7本主桁を持つ平面格子に置換し、断面充足率、固定度などを考慮して、各々の部材の断面性能を換算して求めた。この結果、 $I_1 \sim I_7 = 2.38 \times 10^8 \text{ mm}^4$, $I_2 \sim I_6 = 3.68 \times 10^8 \text{ mm}^4$, $J_1 = 0.992 \times 10^8 \text{ mm}^4$, $J_2 \sim J_6 = 10.12 \times 10^8 \text{ mm}^4$ となり、電算はRUIDを使用した。

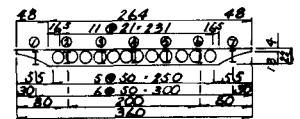


図-2 格子解析用断面図(350)

(3-2) 有限要素解析 平板の曲げ問題としては、矩形要素による有限要素法を用いた。要素の分割は、比較と容易にするため、格子の分割に合せ、要素内板厚一定の直を異方性板として取り扱った。スラブ面側の変断面部分及び中央ホロー部分の換算は要素内の歪みエネルギーが等しくなるように、板厚及び弾性係数 E_0 を決定した。(図-4、5)

計算を簡便にするために、要素内の変位関数は2次の項まで考慮した。ゲルバーヒンジ部については

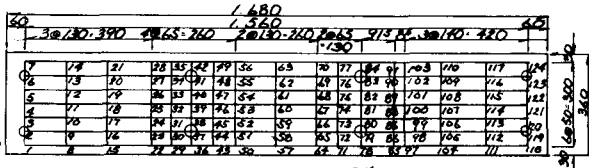


図-3 格子解析用平面図



図-4 応力の換算図

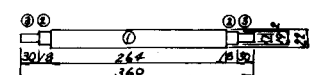


図-5 有限要素解析用換算断面図

等価バネに換算し、全体を2つの部分に分離し計算を行なった、この結果の断面性能は表-1に示す。

4. 実験結果と検討

(4-1) 計算値と実測値の比較 支梁断面及び載荷位置(スパン中央)断面における、計算値と実測値の応力の比較を図-6に示す。この結果から見ると、有限要素解析と格子解析による計算値との間に、大きな差異は見られない、また有限要素解析による計算値の方が比較的実測値に近い値を示している。

(4-2) 荷重分配について

a) 載荷断面直下では、中央載荷、偏に載荷、いずれの場合も載荷位置に大きな応力が発生し、樑理論の応力度に比較して30%~80%程度大きくなっている。

この傾向は、格子解析、有限要素解析及び実測値でも同様であるが、実測値においては、やや小さな値を示している。(図-6)

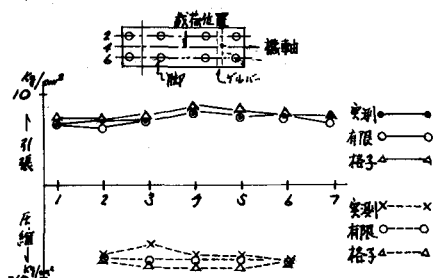


図-7 センタースパン載荷時のサトスパン中央の応力図

b) 中間支梁上では

センタースパン中央載荷、偏に載荷時に、載荷断面直下の場合と同様支梁直上に大きな応力が発生し、樑理論の応力に比較して、60%~100%程度大きくなっている。中央載荷の場合は有限要素解析より実測値の方が小さめであるが、偏に載荷の場合は有限要素解析の方が実測値より小さめである。(図-6)

(3) サトスパン中央に二点荷重を集中荷重

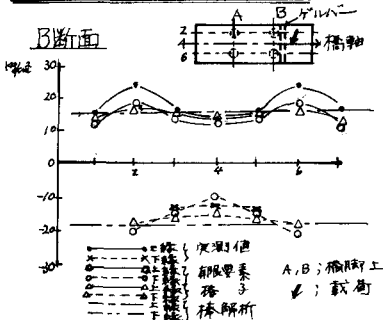


図-8 センタースパン中央に二点荷重を集中荷重

c) 載荷されている支間の中央では、応力の分布は一樣とっておりこの部分では樑理論とは大差はないと考えられる。(図-7)

以上のことから、計算値と実測値の荷重分配が、ほぼ同様の傾向を示すため、実施設計で採用した橋軸方向の応力度の算定における樑理論値と割増率設計方法の妥当性を確認した。しかし、数値的にやや差があるため、この原因及び適切な割増率値を、目下検討中である。支梁上横断の応力度及び有効巾の取り方を含め設計表についても、現在検討中、講演会当日発表の予定である。

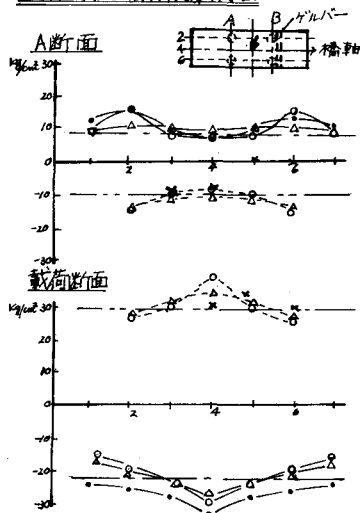
最後に、本論文作成に当たって、首都高速道路公団の山手徳明氏に多大の尽力を得たことも、ここに深く感謝いたします。

	主版①	張出版②	張出版③
E_x (橋軸方向)	2.69×10^5	2.50×10^5	2.50×10^5
E_y (垂直方向)	2.20×10^5	2.69×10^5	0.99×10^5
等価版厚	0.0220	0.0192	0.0170

表-1 有限要素用断面性能

図-6 橋軸方向応力分布図

(1) センタースパン偏に集中荷重



(2) センタースパン偏に荷重

