

拡幅型連続床版橋設計法の一考察

—— モデルアナリシスによる比較 ——

正員 宮田誠*
 正員 石井亮二**
 正員 渡辺和美***
 正員 ○福士重雄****

1. まえがき

拡幅型連続床版橋の曲げモーメントを「olsen の数表」を適用して求め、これをモデルアナリシスにより比較検討したので、その概要を報告する。

2. 理論計算方法

床版橋の形状は図-1 のとおりである。

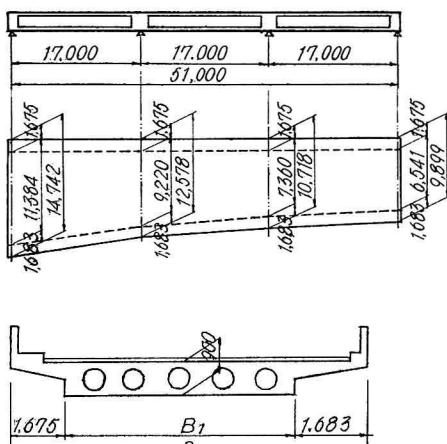


図-1

この床版橋に「olsen の数表」を適用するにあたり、次の手順を必要とする。

- 1) 連続桁としての曲げモーメント算出
 - 2) 曲げモーメント O 点間を支間とする単純版の摘出
 - 3) 仮想単純版の主版幅の決定
- これらは次の様な方法で行なった。

1) ハリ背一定でハリ幅の異なる連絡変剛度梁とする。荷重は各支間を 10 等分し、各点の幅員に対応した節点荷重とする。

2) 上記の方法で、死荷重、線荷重および等分布荷重による径間部最大曲げモーメントを算出し、これらに対応する等剛度梁の単純支間とする。

3) 径間部主版幅： 各径間部における最大曲げモーメント部主版幅
 支点部主版幅： 中央径間部における分配係数を適用する。

張出部については、olsen が直橋に対しその影響値を出しておらず、拡幅橋においても斜辺側で主モーメントの方向が多少変化するだけで、その影響は微小であろうと考えられるので、直橋に対する olsen の数値をそのまま用いた。

3. 実験方法

1) 実験装置

わが国で開発された自動影響面作製機（文献 2 参照）を使用した。これは載荷される移動荷重 (P) によって生ずる歪をテストプレートの裏側に貼付した 2 方向または 3 方向

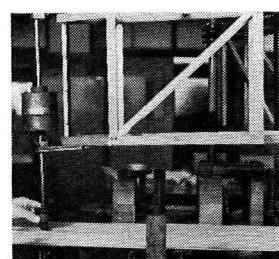


写真-1

* 日本道路公団東京支社

** 日本道路公団東京支社

*** 大阪設計コンサルタンツ KK 札幌営業所

**** 大阪設計コンサルタンツ KK 札幌営業所

ストレインゲージにより測定させ、その時の各方向の歪成分为自動平衡歪計とコントロールリレーの連動作用によりモデル板上に添付された記録紙に弱放電マークさせ自動的に連続した影響面を作成していくものである(文献3))。

2) 模型板形状

張出部の省略した図-2のような形状とした。

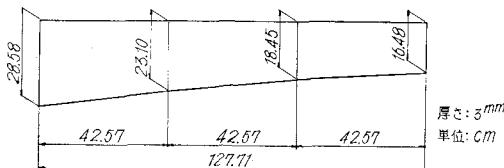


図-2

これは本橋のような拡幅張出床版に対し弾性性状の良好な金属性の模型を削り出すのがかなりめんどうなことと、2.に述べたような理由による。

3) 材 料

高純度のアルミニウム板を使用した。材料の諸数値は次のとおりである。

ヤング率 $E = 7.2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

ポアソン比 $\nu = 0.32$

4) 荷 重

次の3点を考慮し、予備実験の結果 9 kg とした。

- i) 荷重をどの位置に載荷しても材料が弾性範囲内で挙動すること。
- ii) 荷重をどの位置に載荷しても版厚以上のたわみを生じないこと。
- iii) 1径間目に載荷したとき 3径間目にも測定可能なヒズミを生ずること。

5) 支 承

ナイフエッジによる線支承とした。

6) 測 定 位 置

図-3のとおり。

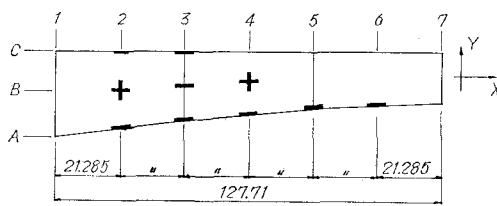


図-3

4. 歪のモーメント化

一般に薄い平面板においては表面歪とモーメントの間に次のような関係がある。

$$M_x = \frac{Eh^2}{6(1-\nu^2)} (\varepsilon_x + \nu \varepsilon_y)$$

$$M_y = \frac{Eh^2}{6(1-\nu^2)} (\varepsilon_y + \nu \varepsilon_x)$$

ここに、 h : モデル平板の厚さ, E : モデル平板の弾性係数, ν : モデル平板のポアソン比

すなわち、直角2方向の歪が解れば任意点の2方向の曲げモーメントがわかる。上式はある荷重が載荷された場合の値であるから、右辺を実験荷重で除することにより単位重量に対するモーメントは次のようになる。

$$M_x = \lambda (\varepsilon_x + \nu \varepsilon_y)$$

$$M_y = \lambda (\varepsilon_y + \nu \varepsilon_x)$$

$$\lambda = Eh^2/6(1-\nu^2) P_0, \quad P_0: \text{実験荷重}$$

上式は集中荷重に対する式であって、線荷重、等分布荷重に対しては歪量を面積的、体積的に考える。

$$M_x = \lambda (V_x + \nu V_y)$$

$$M_y = \lambda (V_y + \nu V_x)$$

ただし、線荷重の場合、 $V_x \rightarrow A_x$, $V_y \rightarrow A_y$ 、これら ε , A および V を実験で得た影響面から求めればモーメントが直ちに計算される。

さらに計算の便宜上と式の簡略化をはかるため上式を変形し歪をモーメント化しておく。

$$M_x = \lambda (\varepsilon_x + \nu \varepsilon_y)$$

$$M_x = \bar{M}_x + \nu \bar{M}_y$$

とおけば

$$\bar{M}_x = \lambda \varepsilon_x, \quad \bar{M}_y = \lambda \varepsilon_y$$

となる。

よって、

$$\varepsilon_x = \frac{1}{\lambda} \cdot \bar{M}_x \quad \varepsilon_y = \frac{1}{\lambda} \cdot \bar{M}_y$$

$\bar{M}_x = 1$, $\bar{M}_y = 1$ (単位モーメント) のときの歪は

$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = 1/\lambda$$

となる。

λ を計算すれば

$$\lambda = \frac{7.2 \times 10^5 \times 0.32}{6(1-0.32^2) \times 9} = 1336.90$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1336.90} = 748.0 \times 10^{-6}$$

実際には $\frac{1}{\lambda}$ なる歪は大きすぎるため実験では $\bar{M}_x = 1$ のとき歪が主板部で 10μ になるように倍率を定めた。

ゲージに対して

$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = \frac{1}{23.81\pi\lambda} = 10 \times 10^{-6}$$

5. 曲げモーメント影響面図

図-4・1, 図-4・2

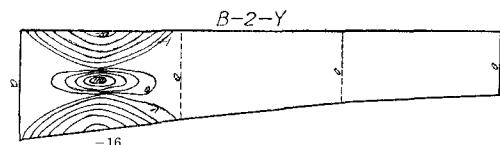
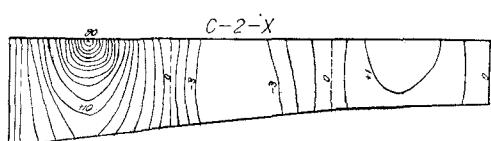
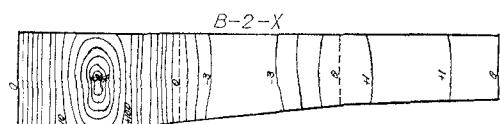
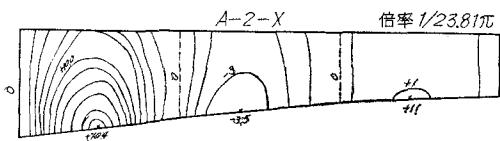


図-4.1

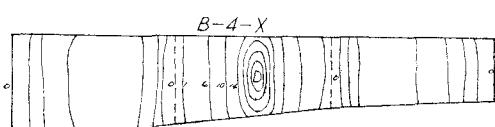
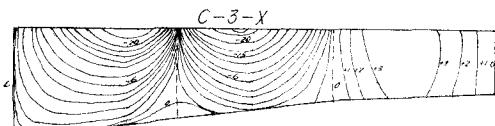
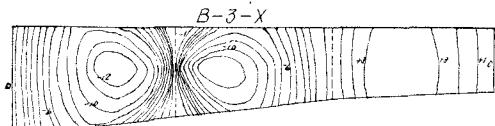
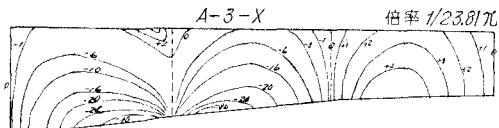


図-4.2

6. 理論値との比較

1) 全幅あたりの曲げモーメント

理論値とモデルアナリシスによる値とは比較的よく一致するようであり、しかも安全側にある。したがって理論値による設計で十分であろう。

表-1

		変断面梁 理論値 ① (tm)	olsen によ り補正され た理論 値 ② (tm)	モデルア ナリシス による値 ③ (tm)	②/③
2	M_d	596.8	591.5	473.0	1.25
	M_l	296.4	330.2	350.1	0.95
	ΣM	893.2	921.7	823.1	1.12
3	M_d	-676.0	-725.3	-646.0	1.12
	M_l	-203.5	-228.9	-251.1	0.91
	ΣM	-879.5	-954.2	-897.1	1.06

2) 横分配係数

図-5

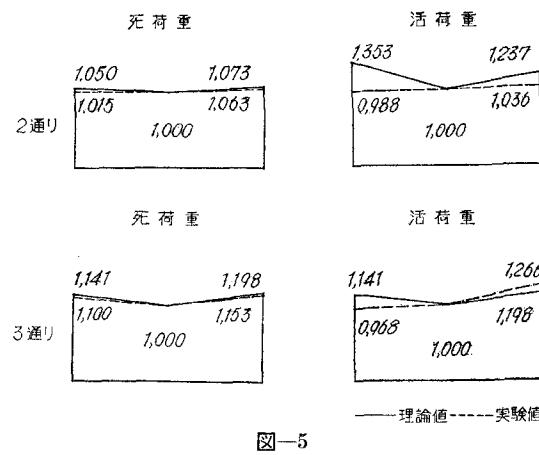


図-5

死荷重についてはよく合っている。

活荷重については理論値の方が端部でやや大きくなっているが、これは影響面により載荷する方法と理論とでは、載荷領域に差を生ずるためと思われる。全体的には比較的よく合っている。

7. むすび

図-1に示す程度の拡幅型連続床版橋では、2に示した計算方法で一応満足な設計が出来るようである。ただし、拡幅または連続橋の如何を問わず張出し床版のある床版橋においては橋軸方向の曲げモーメントおよび軸力について十分考慮しなければならない(文献4)。今回の設計では、それらについても考慮を払った。また今回の計算方法をどの程度の拡幅度まで用いてよいのかは、これから課題である。

今後複雑な構造物の設計にモデルアナリシスの手法を大いに取り入れ実応力の究明をはかりたいものと考える。

参考文献

- 1) Olsen U. Reinitzhuber: "Die zweiseitig gelagerte Platte" Band 1, 2. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn 1950.
- 2) H. Okamura & K. Matsui: Automatic Recording Equipments for the Model Analysis of the Influence Surfaces of Plate, 1963. (日本学術会議構造工学研究委員会発行論文集).
- 3) 山下・波多野・岡村・進藤: “影響面自動記録機による変則床版橋の設計”, (昭和 43 年度土木学会関西支部学術講演会論文集).
- 4) 岡村・吉田・進藤: “偏心変断面板理論による沓をもつ連続張出し床版橋の立体解析”, (土木学会関西支部学術講演会, 昭和 44 年).