

1. まえがき

近年、電子計算機の普及により、その大型化とも相まって大型で特殊な構造のみならず、一般的で類別の多い構造物の設計計算についても相当に高い精度が要求される傾向を生じている。しかし、設計計算の精度の向上にもかかわらず、設計そのものの精度が本当に向上していると言えるのであろうか。本来、設計計算の精度の向上は設計そのものの精度の向上につなげるべきはずのものであろう。

設計の力学的側面だけに注目した場合でも、荷重の不確実性、材料強度のばらつき、更に施工時の寸法誤差等の多くの誤差が介入している。これらの誤差の正確な評価は、現状では極めて困難である。このような多くの不確定誤差を容認した上で、設計計算にどれ程の精度を要求するかについては設計全体の精度という観点から決定されるべきであろう。もし設計全体の精度に比べて設計計算の精度が極度に高すぎる場合には、技術者は設計計算の精度向上に用いている努力を構造物の設置による機能・効果の質量・確実性等にかかわること、例之は経済性、利便性、環境適合(景観・自然保護)性、有効性、確実性等を含めたそれらの目的、設置意図との接近に向けるべきかもしれない。また、同様の観点からすれば、安全に存在しうるものが第一義的に重要だとしても構造物の機能・効果の側面をも加味した設計が要求され、それらを設計に組み込む場合の精度が力学的側面ほどではない現在では、その全体の精度に見合、た簡略な設計計算の方法も開発されてしかるべきであろう。

本論文では、以上のような問題のすべてに対して解答を与えることはできないが、現在の設計計算に比べてはるかに簡略な設計システムとして、現行設計のアウトプットを統計処理した回帰式によるPC橋の設計法を提示する。

2. 統計処理によるPC橋の設計(直接設計法)

ポストテンション方式PC単純T桁橋自動設計プログラムを用い、支間幅員等、種々の条件における設計諸元を求め、これらの累積設計データを回帰分析することにより、設計条件から設計諸元を直接求めることのできる回帰式を設定した。

(1) 桁高の回帰式の提示

桁高Hを求める回帰式を提示するに当って、桁高の決定に参考する要素を抽出しその結果を基に設定した2, 3の回帰式について検討を行なうが、その中で取り扱い、分析も比較的容易な下記の回帰式をここでは提示する。

$$H = a + bL + cNPC + d\frac{W}{N} + e\frac{W'}{W}$$

ここに

- H: 桁高 (cm)
- L: 支間 (m)
- NPC: 主桁-ゲル本数(本)
- W: 本線幅+歩道 (m)
- W': 本線幅 (m)

このような回帰式は本来、非線形になるものと思われるが、線形、非線形を比べても線形重回帰分析による相対誤差が1.02493%、非線形によるものが1.00328%とあり、後者としても式をいたずらに複雑にする代

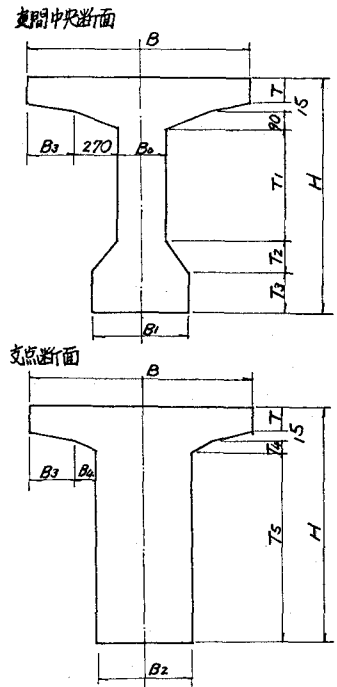


図-1 主桁断面形状

表-1 回帰分析の結果

| 項目  | 係数  | 切片 (A)     | 相関係数    | 平均値    | 標準偏差 | 相関係数     | 回帰係数                    | t 値     |
|-----|-----|------------|---------|--------|------|----------|-------------------------|---------|
| (1) | L   | -128.16181 | 0.99520 | 31.00  | 5.76 | 0.979461 | $0.701283 \times 10^1$  | 24.8610 |
| (2) | MPC |            |         | 9.84   | 1.87 | 0.964164 | $-0.401613 \times 10^1$ | -4.6565 |
| (3) | W/N |            |         | 1.84   | 0.12 | 0.155225 | $0.557834 \times 10^2$  | 21.6187 |
| (4) | W/W |            |         | 0.75   | 0.78 | 0.015273 | $0.151600 \times 10^2$  | 9.3211  |
| M   |     |            |         | 143.93 |      |          |                         |         |

相対誤差 = 1.024%

絶対誤差 = 1.63931 cm  
標準偏差 = 3.29148 cm

けで、特に卓越した差異が現われたい。しRが、桁高の算定式は線形によるものとした。

(2) 提案式の補正

得られた回帰式は統計上の平均的な式と考えられ、仮にデータとして用いた累積設計の許容応力度が許容応力度の限界に一致しているとすれば、回帰式により求まる桁高によりスーバーストレスとなる危険性がある。そこで、両者の差つまり残差を正規分布と考え信頼係数を0.95, 0.975としてその補正値を求めた。これを補正値として、回帰式により求めた数値に加えれば大体安全側の桁高が求まる。

表-2 桁高の補正量

| 信頼係数  | 加之値 (cm) |
|-------|----------|
| 0.95  | 5.398    |
| 0.975 | 6.651    |

3 累積設計と直接設計の比較

累積設計および直接設計について、支間長、車道幅員等を同一条件とし、両者各々により得られた主桁本数、桁高、および主要材料の比較を行った。その一例を表-3に示す。

表-3 累積設計と直接設計の比較

|      |     |                           |
|------|-----|---------------------------|
| 設計条件 | 支間  | 35.00m                    |
|      | 幅員  | 9.00m 歩道幅員(左)2.0, (右)2.0m |
|      | 載荷重 | 1000台/日以下                 |

| 種別     | 単位             | (A)累積設計        | (B)直接設計 | (B) - (A) | (B)/(A) |       |
|--------|----------------|----------------|---------|-----------|---------|-------|
| 桁高     | cm             | 190.0          | 195.0   | 5.0       | 1.026   |       |
| 主桁本数   | 本              | 7              | 7       | 0         | 1.000   |       |
| PC鋼線本数 | "              | 11             | 11      | 0         | 1.000   |       |
| コンクリート | m <sup>3</sup> | 28.56          | 27.55   | 0.99      | 1.035   |       |
| PC鋼線   | t              | 1.25           | 1.24    | -0.01     | 0.992   |       |
| シーラント  | m              | 344.69         | 342.32  | -2.37     | 0.993   |       |
| グラウト   | m <sup>3</sup> | 0.55           | 0.54    | -0.01     | 0.982   |       |
| 型枠     | 上翼板側面          | m <sup>2</sup> | 15.17   | 15.96     | 0.79    | 1.052 |
|        | 横桁取付           | "              | 4.51    | 4.91      | 0.40    | 1.089 |
|        | その他            | "              | 158.48  | 179.73    | 21.25   | 1.134 |
| 着具     | 主ケーブル用         | 個              | 22      | 22        | 0       | 1.000 |
|        | 横締り用           | "              | 152     | 152       | 0       | 1.000 |
| 鉄筋     | 端げり            | t              | 2.65    | 2.63      | -0.02   | 0.992 |
|        | 中げり            | "              | 2.51    | 2.49      | -0.02   | 0.992 |

4. あとがき

以上、ポストテンション方式PC単純桁橋を対象に回帰式による直接設計方式について説明したが、この研究で得られた成果として下記の事項があげられよう。

i) 桁高等の設計諸元の決定が簡素化できた。

ii) 許容応力度法による設計の本質を失うことなく、回帰式による直接設計が出来た。

iii) 本方式によれば、設計諸元の算定は相互に関連なく、独立かつ部分的に求めることができる。

iv) 中、小型の電子計算機で処理できる。

v) 計算または図化に必要な実行時間が短縮できる。

しかし、この直接設計方式では、回帰分析において必要精度の回帰係数を得るために、従来の累積設計方式による設計成果の集積が必要で自動設計システムの開発に負うところが大きい。また、構造諸元についても、ある程度の標準化が計られていなければ、システム自体が複雑化し、回帰式による直接設計システムの意義も半減してしまったり累積設計方式による設計成果との整合性もほくほくするきらいがある。この設計方式によれば累積設計方式とほぼ同一水準の工学的精度を有する設計を行なうことが可能であるとともに自動設計における初期値の設定および設計成果に対する検証、更には比較設計等にも役立てることができるので今後は他の構造物についての適用、更に広義の評価要因(力学的安全性、耐久性、経済性、景観、騒音、振動等)をも組み込んだ直接設計法についても研究開発を行ない次回に発表して諸賢の御意見を承る所存である。