

# 技術相談

設計上疑問のこと、現場でお困りのこと等、何でも技術上の御質問をお寄せ下さい。本欄で權威あるお答えをいたします。ただし

1. 要領を得た簡潔な質問とする。
2. 質問の採否、または部分的加除修正は編集委員会に一任されたい。
3. 質問者の会員種別、住所および氏名を明記する。
4. 解答はすべて誌上でを行い、直接個人的にはこれを行わない。

## 【問】

中空小判型橋脚設計において、前後方向の応力計算は参考書にも見受けられますが、左右方向については全然見られませんので、簡易な計算方法、あるいは式がありましたら御教示願います。

【正員 国鉄盛岡工事局 佐々木 和良】

## 【答】

1. 橋脚に作用する水平力を基礎地盤の反力土圧  $p$  のみで支持すると仮定した物部博士の計算式のような場合には、結局前後方向（橋軸に平行方向）と左右方向（橋軸に直角方向）とでは、作用水平力が同一であるかぎり同一の断面力  $(M, S, N^1)$  が算出されることはご承知のとおりであります。したがって垂直応力は  $\sigma = N/A \pm M/Z^2$  であり、セン断応力は  $\tau = SG/bI^3$  で算出されることはいうまでもありません。しかるに小判型等の断面では前後方向の断面係数  $Z$  は左右方向の  $Z$  より小さいので、曲げ応力  $\sigma_M = M/Z$  は当然前後方向が大きくなります。しかも軸方向圧縮応力  $\sigma_N = N/A$  はそれぞれの方向に関係なく同一であるので、結局同一の  $M, N$  に対しては前後方向の圧縮曲げ応力が、左右方向のそれより常に大きく、かつ前後方向では軀体に引張り曲げ応力を生ずる可能性が多いこととなります。一方セン断応力  $\tau$  が断面内に一樣に分布すると仮定すればこのときの  $\tau_0$  は両方向で相等しく、一樣に分布しないときの断面内の最大値  $\tau_{max}$  は両方向で大差ない結果になるかと考えられます。こうしたことから設計時には前後方向が対象とされて、左右方向の計算は省略されているわけです。

2. ところで左右方向の場合は水平力に対抗する地盤反力としては上記の反力土圧  $p$  のほかに、基礎底面に生ずる上向の偏心反力  $q$  と側面に沿う水平摩擦力  $f$  がかなり大きい影響をおよぼします<sup>2)</sup>。このように  $p, q, f$  を考慮すると地盤表面位置における  $M_B, S_B$  は上記 1. の場合と全く同一ですが、 $q$  と  $f$  のため橋脚根入部（井筒、ケーソン等）における  $M$  と  $S$  の分布形状が当然 1. の場合と異なつてきます<sup>3)</sup>。このように  $p, q, f$  を考慮した場合に同一の水平力に対して、前後方向と左右方向のいずれの方向の  $M, S$  が大きく算出されるかは一概にい

えませんが、設計の対象となる  $M_{max}, S_{max}$  は両方向でそれほど大きい差違はなかろうと考えられます。たとえ 2. の  $M_{max}, S_{max}$  の方が 1. の  $M_{max}, S_{max}$  より若干大きく算出されることがあつても、上記のとおり曲げ応力は  $\sigma_M = M/Z$ 、セン断応力は  $\tau = SG/bI$  で与えられますので、結局 2. にかいた左右方向の  $\sigma_M, \tau$  の最大値が 1. における前後方向の  $\sigma_M, \tau$  の最大値より、それほど大きくなることはまずなかろうと考えられます。

3. 以上より実用を重視する設計計算では結局左右方向の応力計算は現行どおり省略してもよからうということになります。しかも連続桁の固定端を支持する橋脚に橋梁全体からくる大きな水平力が集中するのも前後方向が対象となりますので、橋脚の応力計算にかぎり前後方向が重視されるわけです。もし、して左右方向の計算をも行おうとするときには、上記 2. に述べた  $p, q, f$  を同時に考慮して  $M, S$  を算出することが望ましいですが、橋脚基礎のように水分が多くしかも地震時のような動的の場合には水平摩擦力  $f$  を 100% 期待することはできません。また  $f$  を計算に入れると煩雑となりますので、実用上は  $p$  と  $q$  のみで大過ないと考えられます。したがって、このときは註 4) の式 (27)、式 (28) で  $\mu' = 0$  とおき、かつ左右方向に書き直すと次式がえられます。

$$\left. \begin{aligned} M_x &= M_B + S_B x + \frac{1}{2} \alpha_0 (w_1 a_1 + w_s' a_s) x^2 \\ &\quad - \frac{4 c p_1}{d_0^2} \left( \frac{1}{6} d_0 x^3 - \frac{1}{12} x^4 \right) \\ S_x &= S_B + \alpha_0 (w_1 a_1 + w_s' a_s) x \\ &\quad - \frac{4 c p_1}{d_0^2} \left( \frac{1}{2} d_0 x^2 - \frac{1}{3} x^3 \right) \end{aligned} \right\} \dots \dots (1)$$

上式中の  $p_1$  と  $d_0$  とは次の 2 つの式を満足する値として与えられます。

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= \frac{\alpha_0 (W + w_2 a_2 h + w_1 a_1 d)}{4 c d^2 \left( \frac{d_0}{2} - \frac{d}{3} \right)} d_0^2, \\ p_1 &= - \frac{\alpha_0 \left( W h + \frac{1}{2} w_2 a_2 h^2 - \frac{1}{2} w_1 a_1 d^2 \right)}{4 d \left\{ c d^2 \left( \frac{d_0}{3} - \frac{d}{4} \right) - \frac{K_A'}{K_A} I \right\}} d_0^2 \dots \dots (2) \end{aligned} \right\}$$

式 (1) と式 (2) の中の各記号は註 4) の pp 1~2 に一括明示されているとおりです。式 (2) から  $p_1, d_0$  を算定するには、この 2 つの式から  $p_1 - d_0$  に関する二曲線を図示して、その交点として求めるのが実用的です。かくして式 (1) を  $x$  で微分することにより容易に  $M_x, S_x$  の最大値を算出できます。これより  $\sigma, \tau$  が熟知のとおり次式で与えられます。

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}, \quad \tau = \frac{SG}{bI} \dots \dots (3)$$

この式 (3) はもちろん前後方向と左右方向とに関係なく共通に成り立ちます<sup>3)</sup>。いうまでもなく  $A, Z, G, I$  等は鉄筋コンクリート断面としての計算が行われなければ

なりません。

結局左右方向でも便宜上  $q$  を無視すれば、前後方向で慣用されている式 (3) の  $Z, G, b, I$  を、単に左右方向の値に書きかえさえすればよいわけです。

またさらに合理的なるためには、式 (1) から  $M, S$  を算出してこれを式 (3) に採用して計算を進めればよいということになります。

## 参考文献その他

- 1)  $M$ : 曲げモーメント,  $S$ : セン断力,  $N$ : 軸方向力
- 2)  $A$ : 胴体の横断面積,  $Z$ : 断面係数
- 3)  $G$ : 断面1次モーメント,  $I$ : 断面2次モーメント,  $b$ : 奥行幅
- 4) 後藤尚男: 橋脚井筒の側面水平摩擦力と底面上向反力とを考慮した場合の耐震静計算法, 土木学会誌, 41-2, pp. 1-7 昭.31.2
- 5) 橋脚の前後方向に対してこのように、ハリ理論を適用することは3次元の光弾性実験その他によつて、比較的妥当であることが認められていますが、左右方向に対してもハリ理論をそのまま適用することは、もろろん妥当であるとはいえません。

## 書 評

### 水 理 学 永 井 荘 七 郎 著 コ ロ ナ 社 刊

現象の解析手段として通俗的なことがらであるが、水の流動機構を解析する場合にも a) 理論, b) 実験を出発点とした2つの過程がある。その結果として前者は流体力学、後者は水理学(水力学)となつた。しかし合理的解析の理想はこの2つの学派の接近にある。従つて理想に近づく形においてその時代時代の水理学の姿がある。

さて本書の構成は目次に示されるとおりで、209 ページを占める 1~10 および 18 の各章はどの水理学の本にも見られる諸事項について、残りの 279 ページを占める部分は最近 10 数年間における内外の研究成果と著者の 20 年にわたる研究成果とを骨子として、諸事項について述

べている。著者は序文に前者を古典水理学、後者を新しい水理学と呼んでいるが、後者の部分が本書を特徴づける部分である。この部分について総括的に述べると、例えば 16 章は 104 ページにわたつて波動に関する基礎的理論について述べている。このように、各章において基礎的事項の解説に例題を付記する親切さをもつて、現代水理学における基礎理論の記述に当つている。全般を通じ、『古典水理学と新しい水理学とのつながり、各章を構成する各節の展開において、この豊富な材料を一貫した理念のもとに編集されたならば』と思われる点があるが、たしかに力作である。なお大学の学生並びに経験の浅い若い技術者に水理学を教え

るには好ましい本である。

目次: 1. 水の性質, 2. 静水圧, 3. 浮体, 4. 水流に関するベルヌーイの定理および連続の定理, 5. 開水路の等速流, 6. 管水路の流れ, 7. 開水路における不等流, 8. 流出孔および水門, 9. 堰および越流堰堤, 10. 水の運動に関する基本方程式, 11. 洪水流および河口の流れ, 12. 乱流, 13. 河床における土砂の掃流および河床の平衡勾配, 14. 浮遊および沈殿, 15. 衝力論およびその応用, 16. 波動論, 17. ウォーター・ハンマー および調圧水槽, 18. 地下水および井戸, 19. 水理実験における相似法則。

著者: 正員 工博 大阪市立大学教授, A5 版 526 ページ, 上製, 定価 830 円, 昭和 32 年 6 月 30 日発行。

## 改訂コンクリート標準示方書

昨年 11 月初版刊行以来現在第 6 版を頒布中であります。まとまつた御注文が多いため、発送上の手違い、その他で御迷惑をおかけした向きもあるかと存じますが、何卒悪しからず御諒承下さい。

なお、一括して御注文の場合は必ず責任者名を御明記下さい。

体 裁: B 6 判 350 ページ, 上質紙使用, ピニール・クロス上装本

内 容: 無筋コンクリート・鉄筋コンクリート・コンクリート舗装・ダムコンクリート・各部門の標準示方書および土木学会規準(標準試験方法, その他)

頒 価: 定価 350 円(〒 35 円) 会員特価 300 円(〒 35 円)

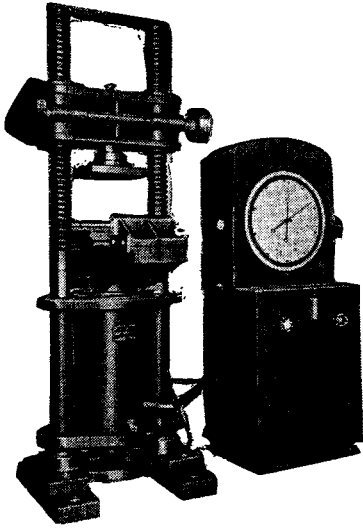
## 昭和 28 年西日本水害調査報告書

西部支部編集による上記図書の残部が少数数ありますので、希望者に実費頒布しております。

体 裁: B5 判 570 ページ, 折込付図 7 枚, 図版・写真多数, 上製カバーつき

頒 価: 3 000 円(〒 100 円) 学会本部へ御申込み次第急送します。

# 近代的コンクリート試験機



セメント・コンクリート試験機  
 道路材料・土質試験機  
 金属材料試験機  
 其他試験機全般



最新式油圧型耐圧及彎曲試験機  
 能力 100 吨・200 吨



株式会社

森試験機製作所

秋田工場 秋田県仙北郡仙北村戸地谷  
 電話 大 曲 3 1 6

東京都品川区東大崎一丁目五〇八  
 電話大崎(49) 2 1 3 1 (代表) - 5

# NKK 式 ガードレール

実用新案出願中

NKK 式ガードレールは最も進歩した鋼製の道路防護構です。従来のいわゆる「駒止柵」は木柱、コンクリート柱、石柱に金網、丸形鋼、鋼管或いは木板をとりつけたものを使用しておりますがこれ等は警戒柵の役目を果たしているに過ぎず、車輪がこれに衝突した場合は、簡単に破壊されるか、または車体を大破させて死傷事故を起させる結果になっていることは周知のとおりです。NKK 式ガードレールはこのような交通事故を減らし、社会公共の御役に立てばと考え、関係各方面の御支援をいただいて大規模な実験の結果、完成したもので、既に全国各地に設置されて御好評を載いております。

主な設置箇所

箱根国道・戸塚有料道路  
 碓氷峠・雲仙改良道路  
 比叡山観光道路・六甲山  
 有料道路



## 日本鋼管株式會社

指定問屋

浅野物産株式会社  
 東京都千代田区丸の内1の6 新海上ビル  
 朝日物産株式会社  
 東京都中央区京橋3の5