



## 急速砂濾過における濾過水頭に関する一実験考察

(土木学会誌第 37 巻第 12号 所載)

正員 工学博士 岩 井 重 久

徳平淳君が Fair-Hatch 式と Boucher 式とを見事に結ばれた点に感心する。しかし、今後この新構想の御完成を期す意味から、また特に Fair-Hatch 式が一般の読者諸氏によって誤用されることを避けたいために、二、三の感じたところを述べよう。

Fair-Hatch 式については昭・24年以来、すでに私はたびたび説明し、またその改良を行ってきたので<sup>1), 2)</sup>、参照されたい。本論文で特に問題となる点は、

(a) 式 (3) を計算されるときに、表-2 中各分層重量、 $P\%$  に対応する代表粒径  $d$  として、その  $P\%$  をはさむ大、小2つのふるい目の幾何平均値をとられたかどうか、もしこの点に問題がなくても、

(b) 式 (3) は均一層に対するものであつて、層化層に対してはそのままでは適用できず、右辺中、比表面積  $(A/V)$  の自乗に関する、 $(A/V)^2/36 = (s \Sigma P / (100 d))^2$  項を、 $s^2 \Sigma P / (100 d^2)$ 、とせねばならない。従つて実験されたときに、一たん逆洗滌された後ではこの層化層に対する式を用いられたかどうか。

(c) 式 (3) 中の  $k$  値については、私の研究室でも Hatch の実験値、 $k=360$  に疑問をいただき、合田、川島両君の助力をえて実験検討を重ねていたが、今回の滞米研究中、Fair 教授に次式を承つた<sup>3)</sup>。

$$k = 177.78 + 54.436\sqrt{R'} + 14.933 R'$$

ただし、

$$R' = v(V/A)/\nu = (R/(6s)), \quad R = \text{Reynolds 数}, \\ (A/V) = 6s \Sigma P / (100 d), \quad (\text{均一層}); = 6s \Sigma (P / (100 d^2)), \quad (\text{層化層}).$$

ここに上式および式 (3) 中、 $d, v, \nu, g$  はすべて (c.g.s.) 単位とする。

この式は既往多数の実験結果を総合した Rose 式<sup>4)</sup> に関係づけて定められたもので、私もこれらの式をもつと検討したいと思つているが、今後の御研究には大いに御参考となることと考える。

(d) いずれにしろ、Fair-Hatch 式は濾砂粒度を下限0の片限対数正規分布に従うと仮定した点に特徴があるわけで、この意味から式(3)中の  $(A/V)^2$  項を  $d, P$

から求める簡易式のほかに統計的理論式によつて検討されることをおすすめしたい。これに関して私は Fair-Hatch の粒度分布仮定の不備を補い、下限0の両限対数正規分布に基づいた改良理論、方法を考究したが、具体例とともに近く発表する予定であるから、御批判を賜りたい。

もちろん粒径以外に  $s$  も変化している。しかし  $s$  の分布が解析困難であるからと言って、解析可能な粒度分布に実用的近似値を用いるのはどうかと考える。私の経験によれば、 $(A/V)^2$  項の推定いかんによつて、その結果が無視しえないほど開いてくる場合が少なくないのである。

(e) 濾過性能指数、 $I$ 、を支配すると考えておられる項目中、式 (3) の  $C$  値は、もし上式が妥当であるとすれば、水温にも関係することになる。従つて式 (5) で、 $l, v, I$  を一定としたとき、水温の高いほど濾過水頭が小となることには変りがないが、これは  $\nu$  と直線的な関係をもたないことになる。

(f)  $I$  を支配するその他の項目としては、水質、特に濁度、その理化学的、生物学的性質が考えられることは御説のとおりであるが、Boucher の原説をもう一度よく調べて、今後の大体の方針をつかまないと、まとまりがつかなくなるおそれがある。当研究室でも、模型実験、現場調査の結果を推計学的に吟味し、さらに基本式そのものについても汚泥膜の要素を加えて流体力学的に究明している。今後とも相共にこの問題の解明に努力しようではないか。

参考文献：1) 岩井重久：濾過砂粒度の統計的解析とその濾過理論への応用、(I), (II), 水道協会誌, 202, 203 号, (昭・26)。2) 岩井重久：1) と同題にて第3回関西工学連合講演会にて発表(昭・25)。3) Harvard 大学大学院衛生工学科における G. M. Fair 教授の講義(昭・27, 春期)参照。4) H. E. Rose: An Investigation into the Law of Flow of Fluids through Beds of Granular Materials, Proc. Inst., Mech. Eng., Vol. 153, (1945)。

著 者 徳 平 淳

御討議に対し回答が遅れたことを最初にお詫びいたします。

表記の小文に対し、岩井京大教授より御有益なる御意見を頂き、未熟なる著者の気づかなかつた点をい

いる御教示下さったことに対し、御礼申上げる。以下御討議に御答えする。

(a) 砂の代表径のとり方は、いろいろの疑問もあるが、Fair のとおり幾何平均値を採用した。

(b) 著者の原稿の書き方が間違っていたので、当然このような疑問が生ずると思う。本実験装置では砂の逆洗滌は不成功に終わったので、一つの条件下の実験が終了したならば、砂を全部排除し新たに砂をつめ直して、次の実験をした。従つて本文の Fair-Hatch 式はすべて unstratified bed の場合である。この点については深く御詫び致すとともに、今後かかる誤りをおかさないよう気をつけます。よつて本文 16 頁左欄中段「砂洗滌は………を使用した」を削除する。

(c)(d) いろいろの御教示に対し感謝する次第である。

(e) この点については確かに御指適のような矛盾があるが、Flock の界面化学的な作用が働いているのではないかと考えているが、今後充分調べたいと考えている。

(f) いろいろの要素を一度に取り入れようとして、かえつて複雑化し、その結果とりとめのない誤りやすいものとなつたことは、著者の未熟な点と深く反省している。しかし今後もこの点について、いろいろと実験的に確かめてゆきたいと考え、引続いて実験を進めている。御指導、御協力を誌上をかりて御願ひ申上げる次第である。

## 鋼プレートガーダー道路橋の実測応力について

### 鋼鉄道橋の実測応力について

(土木学会誌第 38 巻第 6 号, 8 号所載)

正 員 橋 本 香 一

大村氏の上記 2 論文は、載荷状態にある橋梁の応力を実測して慣用計算法による計算応力と比較し、種々の点で現在の計算法が実情に合致していないことを示している。特に床組の実測応力が計算値に比しいちじるしく小さいことを示された点はきわめて興味深く、今後この方面の実験ならびに計算法の改良が必要であることを感じさせるが、以下少しく卑見を述べさせて頂くこととする。

1. 応力測定法について 使用された抵抗線歪計は紙製のものと思われるが、紙ゲージは乾燥が充分でないかあるいは部材温度が高い場合に Gage Factor が低下し、従つて実測応力が小さく出ることが考えられるので、念のために現場における接着、乾燥及び防湿法についてお伺いする。また実測応力がかなり小さいので温度の影響が大きくなるはずであるが、その補償法ならびに影響の程度はどうだろうか。道路橋についてはコンクリート床版が荷重分布ならびに協力作用に重要な役割を果すので、たとえば Carlson 式歪計のごときものを床版中に埋め込んで、コンクリートの応力を測定することも必要かと考える。

#### 2. 道路橋の実験について

a. 主桁の応力測定の結果、床版が十分に協力していることが確認されているが、これを考慮に入れても菅鳩橋の場合に応力比は 40~50% に過ぎない。この差は何によると考えられるか、この場合縦桁もかなり協力すると考えられるので、これも断面の計算に算入するならば実測結果に近くなるかと思う。また縦桁を

有しない京川橋についての合成桁としての計算結果を知りたいと思う。

b. 縦桁応力が特に小さいことが実験の結果明らかになり、これに対して種々の観点から計算が試みられているが、それにもかかわらず応力比はせいぜい 50% 以下に過ぎない。これについては、縦桁の両端がかなり固定に近い状況にあり、なお連続梁の性質も有しているため、中央曲げモーメントを減少せしめるのが大きな原因と考えられる。この意味で正面橋の縦桁端部の  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$  の測定結果が大切になると考えられるので、その実測成績を知りたいと思う。

c. 実測結果と計算値との比較に応力比が用いられているが、これは一定なものではなく構造の差によるほか荷重の位置及び測定位置によりかなり大きく変化するものである。たとえば計算上単純梁として取扱うが、実際は両端固定に近い場合があるとすると、中央荷重による応力比は中央点で 0.5, 1/4 点で 0, 桁端で  $-\infty$  になる。また中央点の応力比は荷重が中央から桁端へ移動するに従い直線的に変化し桁端で 0 となる。さらに曲げと軸力を同時に受ける場合は上下フランジによつても変化するわけである。従つて床組のような複雑な構造では、各部材の曲りの様子が知れる程度に広く多数の歪計を取付け、かつ荷重の位置をいろいろ変化して測定することが必要であると考ええる。主桁と縦桁とは構造も相違し荷重の関係位置も違うから、ただ 1 回の試験結果から相互の応力比をうまく比