

管路における砂水流れの抵抗について

(土木学会誌第 36 巻第 11 号所載)

准 員 合 田 健

1. 36 巻 11 号 30 頁右 7 行目、「一般に損失水頭は混合物の水頭で表わす」, 特にそう選ばれた理由がよく分かりません。引用の Howard の論文ではこれを純水柱で表わしており、慣習上、および換算の不便から又 2. の疑問からも、その方が適当かと思われま

す。砂粒の大きさについては、30 頁右 14 行目に御提案の式では「これを無視する」とあります。すると管径、平均流速、濃度の等しい条件下では、御提案式によれば管長 L につき砂利でも砂でも、又その組成に論なく等しい損失を与えることになります。1 例として Howard の 4 吋管実験値を適用しますと、貴論文引用 (1) の 1341 頁, Fig. 6 で $N=20\%$ の場合をとり、同じ流速に対する川砂および豆砂利の損失水頭を示せば表-1のごとく、純水柱でも混合物水柱でも倍近い差が生じています。ただしこの計算では混合物の密度 ρ_m は、純水の密度 ρ , 砂又は砂利の空隙を含む吸水密度を ρ' として、

$$\rho_m = N\rho' + (1-N)\rho,$$

又、上述論文 1338 頁より、砂利に対して $\rho'_g = 1.94$, 砂に対し $\rho'_s = 2.08$ としました。 $N=20\%$ 以外でも

表-1 砂と砂利の損失比較

| 平均流速 ft/sec | 管長 1ft. 当り 純水柱損失水頭 ft. | | 管長 1ft. 当り 混合物水柱損失水頭 ft. | | |
|----------------|---------------------------|------------|-----------------------------|---|-------|
| | 川 0.1~2mm | 砂 1~7mm | 川 | 砂 | 豆砂利 |
| 7.0 | 0.092 | 0.188 | 0.076 | | 0.158 |
| 7.5 | 0.096 | 0.182 | 0.079 | | 0.153 |
| 8.0 | 0.100 | 0.178 | 0.082 | | 0.150 |
| 8.5 | 0.105 | 0.179 | 0.086 | | 0.151 |

同様な傾向にあり、抵抗式から粒径、粒度を除外すると、適用範囲が相当局限される様に思われます。

エネルギーの損失を考えますと、任意 2 断面間で、
 $-(\Delta p + \Delta K) = X + Y$

ただし、 Δp は 2 断面間の混合物の位置のエネルギー差、 ΔK は運動のエネルギー差、 X は渦乱を含めて流体自身の内部摩擦による損失、 Y は流体と粒子の

摩擦により失われるもの、および粒子が浮遊状態を続けるため流体から奪うエネルギーの和であります。一般に上式を具体的に表現するためには、管内における流体の速度分布、粒子の濃度分布、およびその流れ方向における平均速度、真の速度、あるいは又右辺において渦乱による剪断応力の分布、粒子と流体との摩擦抵抗係数、粒子の沈降速度などを知ることが新しく要求されます。これらのうちのあるものは既に論及されて知られていても、他のものは殆んど未知であり、今後の難問題であります。混合流れの平衡状態においては次の様な便法が考えられます。即ち、上式左辺に注目し、平衡状態の必要条件の 1 つとして $\Delta K=0$ とすれば、 ΔE を計算することにより、 h_f が得られるわけで、この場合は速度、濃度分布のみを新しく知ればよいわけで、又粒度、粒径も表現の中に導入されて来ます。

3. 式の決定 (31 頁右 15 行目) において k の対数プロットに R_e 数 (VD/ν) を用い、次に $k\alpha(D/\nu)^{1.65}$ とされたことは、管路流れに対するデータの整理方針として確かにうなづけるのでありますが、集約されたデータに温度の記載がなく、 ν を仮定されたことにより R_e 数としての意義を失い、整理がやや無意味なものとなつて残念に思われます。尤も結果的には k をまず $V\alpha$, 次に D^3 として整理した場合と同小異でありましょう。

又この場合 $R_e = VD/\nu$ の外に、渦乱による拡散の係数即ち粘性係数と次元を等しくする ϵ 等を ν の代りに考えること等も一考と思われま

す。4. 30 頁右下より 13 行目、「この点が全部の砂の浮遊点と思われる」。これは確かに抵抗の機構が変る点でありましょう。しかしこの現象については遺憾ながら充分の検討を致しておりませんが、必ずしも砂が全部浮遊したのでなく、堆積砂に働く掃流力が流速とともに漸次増大して遂に摩擦抵抗をしのぎ、底部の砂が運動を始め、砂粒と管底の摩擦は減少し、管底では流体と砂粒との摩擦に代つて、流体と、より粒度の小さい管内面との摩擦が主体となつて来た、その遷移点

であるという様に解してはどうかと思います。

本問題は浚渫、埋立技術の基礎的な問題として興味深く、難問題を数多く含んでいる様に思います。要を

得ぬ点もございまいしょうが、貴論文中取敢えず以上の4点につき、御面倒ながら近く好機を得て御教示、御批判を賜われれば幸甚に存じます。

鉄筋コンクリートバリの曲げ降伏特性

(土木学会誌第 36 巻第 12 号所載)

正 員 河 村 貞 次

神山一氏の標記論文を通読致し、得る所多大であつたことを感謝致します。以下諸項について質疑を試み御教示を御願ひする次第です。

1. (2)式より 図-6 を、又 図-6 の数値から $f(n, \xi)$ (即ち (3)式或いは (5)式) に依り 図-7 を作製されたように拝読致しましたが、(2)、(3)、(5)式は何れも ξ の正值のみに対して使用し得る式で、 ξ の負値に対しては別の式に依らねばならないと思います。その点御考慮になつた事と思いますが文面に依ると (2)、(3)、(5)式は ξ の正負何れの場合にも適用出来るかのように解釈されますから御尋ね致します。

2. 貴論文中に使用されたコンクリート及びハリの降伏点、破壊点は次のように解釈してよいでせうか。

(a) コンクリートの降伏点: 図-2 の ε_{cor} に相当する点。

(b) コンクリートの破壊点: 幾何学的の点にて示すのは困難であるが、 ε_c が $\varepsilon_{c,cr}$ を超えて更に増大した時とする (もし $\varepsilon_{c,cr}$ と同一点とすれば降伏点、破壊点の区別は無くなる)。

(c) ハリの降伏点: 最大抵抗モーメントを示す点 (結び ii に依る)。

(d) ハリの破壊点: 鉄筋の切断、滑動がなければ、コンクリートの破壊点。

以上の内 (b) と (d) は或いは貴説と異なるかと思いますが質疑の便宜上以上の様に定義して御尋ね致します。

3. p. 555 右欄上から 11 行目 “鉄筋の降伏がコンクリートの降伏よりも早い場合には、破壊は $\xi=0$ にて起る” とありますが、この様な場合ハリの破壊は $\xi=0$ で起るのではなく、 ε_c が $\varepsilon_{c,cr}$ を超えて更になつた時に生ずると解釈すべきではないでせうか。もし $\xi=0$ 即ち $\varepsilon_c = \varepsilon_{c,cr}$ でハリの破壊が生ずるならば、

貴論文に於ける ξ の正值領域に於ける計算、推論は殆んど意味がなくなると思います。又続いて “コンクリートが鉄筋よりも早く降伏する場合には鉄筋の降伏する点即ち C 点で破壊が起る” とありますがこれも鉄筋の降伏点で破壊するのではなく、 ε_c が $\varepsilon_{c,cr}$ を超えて更に大になつた時ハリの破壊は生ずるのではないでせうか。鉄筋の多い場合は鉄筋の降伏前に破壊することもあり、図-1 の a 曲線の如くなるのではないでせうか。

4. 図-7 に於て ξ の負値領域で ABCD の如き曲線が得られた唯一の原因は、鉄筋の応力-歪曲線として 図-3 の如き上降伏点、下降伏点を仮定された為であり、もし上降伏点、下降伏点を同一点にとられたならば鉄筋の降伏点に相当する点で $f(n, \xi)$ 曲線の下降はない筈で、滑かな上昇曲線となると思います。従つて 図-7 は矩形バリの場合でありましたが、T形バリの場合でも ξ の負値に於て鉄筋が降伏する場合は、計算上からは 図-7 と同様な曲線が得られるように考えられます。もしそうであればT形バリでも鉄筋比に依つては、貴説の安定→不安定→安定のコースをとると云い得ると思われませんが如何でせう。

5. 要するに鉄筋の応力-歪関係として 図-3 を採用されたならば必然的に計算上からは、矩形、T形何れの場合でも、鉄筋の上降伏点と下降伏点に相当する部分にて $f(n, \xi)$ の低下が生じ、その時の ε_c の大きさ如何に依つてハリは貴説の安定→不安定→安定或いは安定→不安定の区別が生ずると考えられますが如何でせうか。

6. 軟鋼の降伏点に関する中西博士のスタビリチー学説を鉄筋コンクリートバリに拡張されましたのは、非常に面白いと存じますが以上の諸点について御教示を得られたら幸甚に存じます。