

大阪工業大学 正員 久保弘一
大阪工業大学 正員 井田康夫

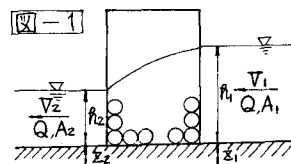
1. まえがき

透過性構造物の減勢効果について、筆者らは現在までに波力の減衰、伝達波高、遡上高、越波量の減少等の因子を媒体としてとらえ、波浪特性、構造物特性とこれらの関係についてはある程度の成果は得ているが、減勢の機構自体については、空げき内における水流の摩擦、相互干渉、断面変化などによるエネルギー損失があるという以外は不明確な点が多に多い。そこでこの報告では定常流中の透過性構造物を対象とし、構造特性とエネルギー損失の関係を摩擦損失型の式によって評価し、実測値と比較検討することによって、空げきの果す機能の一部を見出そうとするものである。

2. 実験設備および方法

幅0.72m、長さ20mの
コンクリート水路中に図

種類	直径φ (mm)	層厚ス(cm)	空げき率 (%)	流量Q(ℓ/sec)
ガラス球	16, 25	10, 20, 30, 40, 50	32.8~38.8	4, 6, 8, 10, 12
砂利	10~20 20~30	10, 20, 30, 40, 50	38.1~41.5	4, 6, 8, 10, 12



ー1に示すような構造物を設け、この中に表に示すガラス球と砂利各2種類

を種々の層厚に填充し、定常流を流した時の透過層内の水面形状を求め、これから損失水頭を評価した。なお、この時の透過性構造物による損失水頭 H_L は図-1から明らかなように次式で得られる。

$$H_L = (h_1 - h_2) + (z_1 - z_2) + (1 - \frac{A_1^2}{A_2^2}) \frac{V_1^2}{2g} \quad (1)$$

水面形状は水路側面のガラス壁に5~10cm間隔に取付けたスケールによって求め、同時に構造物の上流5cm、下流30cmにポイントゲージを設置して各水深を読んだ。

3. 摩擦損失型損失水頭の考え方および実験値との比較

前述のように透過層内における損失水頭には種々の要因が考えられるが、これらを一括して摩擦損失水頭の種類で処理し、摩擦損失係数に相当する係数で透過層の特性を評価して行く。

いま空げきを透過層厚と同長のパイプの集合とみなし、損失水頭がこれらのパイプ群の摩擦損失水頭によるものであると考えて摩擦損失係数を求めると $H_L = f \frac{L}{4R} \frac{V^2}{2g}$ となる。ここで問題になるのは径深 R の評価である。すなわちガラス球の積み方により空げきの形状およびその割合は大きく異なるが、砂利層の空げき率に最も近い図-2のような配列を基本構造体とし、この層をa-aで切った断面を考えると透過層はA, B, C, D4種類の形状の断面を持つ仮想パイプの集合体として評価できる。

(1)各パイプ毎の径深を一定とする場合：各パイプの断面積、潤辺より求めた径深と各層厚、流量毎に求めた流速から f を次式より求めた。

$$H_L = f \frac{1}{4} (R_A \frac{L}{R_A} + R_B \frac{L}{R_B} + R_C \frac{L}{R_C} + R_D \frac{L}{R_D}) \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

ただし、 L : 層厚、 R : 各パイプの数および径深、 V 透過流速に層厚、流量が摩擦損失係数におよぼす影響を調べるため、

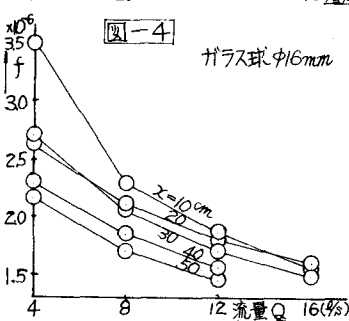
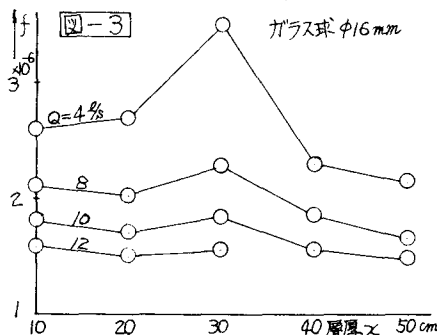
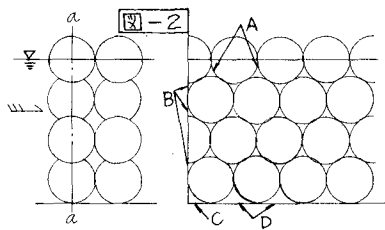


図-3, 4を作成した。図-3等から $\alpha=30\text{ cm}$ を除くと各層厚における f は α の増大につれて、やっ減少している。図-4等より f は Q の増大につれて減少している。また(1)式の実験による損失水頭と(2)式の計算による損失水頭の相関を図-5で調べた。この結果、層厚の大きい時に多少の違いはあるが、両者はおおむね一致しているようである。

(2)各パイプ毎の径深が長さ方向に変化していると考えた場合：ガラス球の層を流れと直角方向に等ごとに等分し、それぞれの断面におけるパイプの断面積、潤辺から求めた径深を利用する(図-6)。なお、各断面 n ($n=1, 2, 3, 4$)におけるパイプの断面積の和は当然、水深と共に変化する。

損失水頭に関する次元解析および種々の実験結果から次式を得た。

$$H_L = \gamma_{\eta} \frac{\alpha}{R_{\eta}} \frac{V_{\eta}^2}{2g} \quad (3)$$

ただし、 γ_{η} , R_{η} , V_{η} はそれぞれ断面における摩擦損失係数、径深、流速である。次に(3)式に実験値を代入して γ_{η} を求め、これと層厚の関係を調べた図の1例($n=4$)を図-7に示す。これらから $\gamma_{\eta}=(1\sim 2) \times 10^{-2}$ の範囲にあり、 $\alpha=30\text{ cm}$ 付近までは α の増加につれて γ_{η} も大きくなるが、 30 cm を過ぎるとこの傾向は逆になる。 γ_{η} は n の値により大きく変動するが比較的バラツキの少ない γ_{η} , γ_{η} を摩擦損失係数 γ とみなし、これを用いて計算した損失水頭と実験による損失水頭[(1)式による]の相関を調べたのが図-8である。この結果、両者は $\pm 10\%$ の範囲に入っているようである。

5. むすび

(1)透過層のエネルギー損失は摩擦損失式の形で評価できる。

(2)長さ方向に断面の変化しないパイプ群と考えた時、摩擦損失係数に相当する係数は 10^{-6} のオーダーで表わされ、その値は球の径、すなわち空けき自体の大きさによって最も大きく支配される。

(3)長さ方向に変化すると考えた時の係数は 10^{-2} のオーダーで f よりはさらに変動幅が大きい。これは f を求めた時、急激な断面変化すなわち、急拡張の損失などを考えたため、断面一定と考えた f よりも明らかに大きくなる。

(4) f と層厚、 γ と層厚の関係はほぼ同一の傾向が見られるが f と流量 Q の関係は Q の増大につれて、指数関数的に減少し、一定値に近づくが、 γ と Q の関係は $\alpha=30\text{ cm}$ までは Q の増大にともない γ も大きくなるが、 $\alpha>30\text{ cm}$ では逆に減少する。すなわち、 f , γ の複雑な傾向は摩擦以外の損失も含めて f , γ で代表させたためである。

