

流砂によるコンクリートの摩耗予測に関する水路実験

名城大学理工学部	正会員	新井 宗之
名城大学大学院	学生員	川島 和義
東亜合成株式会社	正会員	福島 浩一

1:はじめに

河川や海岸に使用されるコンクリート構造物は一般的に経済性や施工性、耐久性の面で優れているためますます増加する傾向にある。しかし、コンクリート構造物は摩耗に対する耐久性は一般に低いとされているが、耐摩耗性については、確立された試験方法は必ずしも十分明らかにされていない。また、コンクリート壁面の剥離、摩耗のプロセスもまだ十分に把握されておらず、その予測方法もまだ十分に明らかにされていない。しかし、流水中に土砂などの含有を認められる場合、コンクリートの摩耗が無視できないものとなってくる。そこで、本実験では、コンクリートの摩耗量を定量的に予測する方法を得ることを目的として、流砂によるコンクリート水路床の摩耗の実験を行い、摩耗量の時間的変化と圧縮強度との関係を求め、摩耗過程の粒子衝突による壁面剥離モデルを検討した。

2:実験方法

実験に用いた水路は図-1 に示すように、長さ 300cm、幅 10cm、高さ 16cm の両側面アクリル製の水路である。水路勾配は、 $\theta = 10^\circ$ で水路下流端部に水槽を設置し、そこから水中ポンプによって流砂を水路上端部へ送り出す循環式である。このときの流水中の平均容積濃度は、3.5%で平均流速は 0.68 m/sec である。また流砂に用いた実験砂は中央粒径 $d_{50} = 0.31\text{mm}$ 、比重 G_s

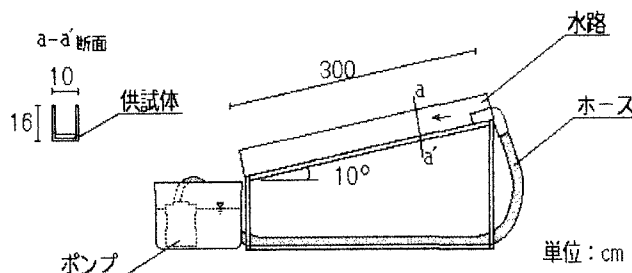


図-1 実験水路

$= 2.62$ である。摩耗試験用の供試体は、長さ 50cm、幅 10cm、厚さ 5cm のもので、水セメント比(w/c)を 40%、45%、50%、55%、60% の 5 段階に設定し、供試体を水路床に流下方向へ並列に設置して、供試体に作用する粒子や流速の条件を一樣にした。供試体の摩耗量の測定は、供試体に耐摩耗性の基準点を設け、それからの相対摩耗量として測定した。測定にはダイヤルゲージを用い、1/1000mm を最小単位として読みとった。

3:実験結果と考察

図-2 は供試体に用いたモルタルの圧縮強度で水セメント比(w/c)40%,45%,50%,55%,60%それぞれの養生 28 日の値を示している。図-3 は流水中の土砂の容積濃度を示している。通水直後では 1.7%と低い、時間経過とともに 3.5%にまで上昇し、その後ほぼ一定である。水槽内の実験砂の体積形状が時間とともに安定してきたためとおもわれる。次に図-4 に流水開始から 25,50,100,200,300 時間後の摩耗量の変化を示す。この結果より、圧縮強度の大きい場合には摩耗量が小さいことが示されている。また、100 時間までの摩耗量の大き

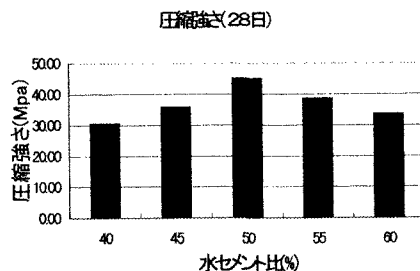


図-2 供試体圧縮強度

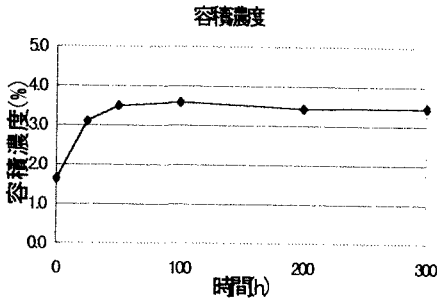


図-3

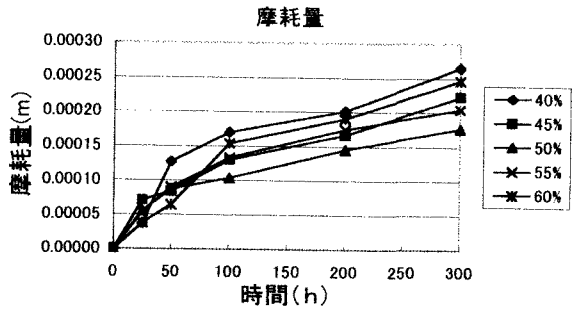


図-4

さが一定していないが、これは初期の流砂量が安定していないことや、供試体の表面が摩耗しやすい状態になっているものとおもわれる。ここで、球体粒子が平面材料に衝突しその一部が剥離し摩耗するモデルに次式を示す(1)

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Delta V n}{\Delta a} = \Delta V \cdot N$$

$$= \frac{3}{4\pi R} \left\{ \left(\frac{1}{\tau_c} \right) \frac{C_m}{t_a} \rho_s \frac{4\pi R^3}{3} (1-e^2) \right\}^2 v^2 \cdot N \quad (1)$$

ここで、D:摩耗量、R:粒子半径(=1/2d),
d:粒径、 τ_c :材料せん断強度、 f_a :
運動量の変換時間、 C_m :運動量の変換
における周囲流体による減衰率、 ρ_s :
粒子の密度、 e :粒子の跳ね返り係数、
 v :粒子の衝突速度、 N :単位面積あた
りの粒子衝突数である。そこで、粒子の
衝突速度は実験結果より、平均流速
 $v=0.68\text{m/sec}$ を用い、 $t_a=0.001\text{sec}$,
 $C_m=1$, 跳ね返り係数 $e=0.3$ とし、せん
断強度は圧縮強さの 1/2 とした。また、
粒子の衝突回数は粒子が $5d$ の距離で転

動しながら流下するものと仮定している。図-5 に 100 時間後の摩耗量を実験結果の値を用いて、(1) 式と実験結果との関係を示した。実験結果と計算結果とは比較的よい一致を示している。

4:まとめ

多少のばらつきはみられるが、流砂によるモルタルの摩耗に対する支配的な要因の一つとしてコンクリートの圧縮強度が示された。しかしながら、(1)式の関係から粒子衝突の運動量変換時間や、粒子の壁面への衝突回数なども関係しており、今後この関係にも調べていく必要がある。

謝辞: 研究の遂行にあたり名城大学 林 経晶君 吉行 聡君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

参考文献: 1)新井宗之, 天野時元, 福島浩一; コンクリート製水路の摩耗予測に関する基礎的研究 土木会第 51 回年次学術講演会概要集, VI-65, 1996.9.

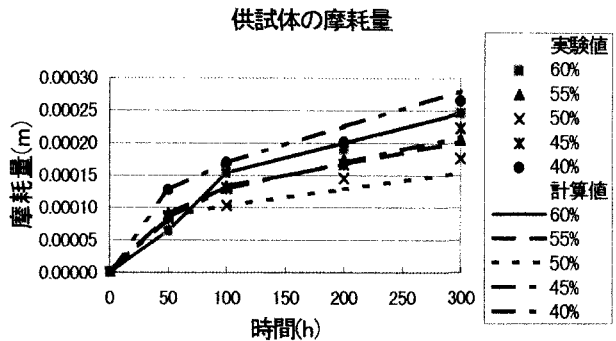


図-5