

1. まえがき

重力式構造物のすべり破壊の重要因子である摩擦係数について、これまで傾斜法によって種々実験をしてきた。今回は引張り方法によって係数の調査を行ない、傾斜法による値と比較した。また防波堤などに作用する砕波は、衝撃となるので摩擦係数も衝撃時のものを考える必要がある。常時に対し衝撃時の摩擦係数はどのように変わるか、若干の実験を行ない、設計上合理的な係数のとり方について研究した。

2. 実験方法

供試体は、上部が $200 \times 140 \times 60 \text{ mm}$ 、セメント 333 kg 、水 175 kg 、砂 775 kg 、砂利 1140 kg (コンクリート 1 m^3 当り)、下部が $230 \times 150 \times 100 \text{ mm}$ 、おが屑 10% 混入モルタル (重量比砂 2 、セメント 1) で、摩擦面はコンクリート、碎石、玉石の3種、供試体数は各ケースについて5個、実験は各供試体5回繰返した。碎石、玉石コンクリートに埋めこむ場合特に摩擦面が平滑になるよう留意した。空中における引張り法には、ロードセル、ビシグラフ、動歪測定器および差動変圧器を使用した。引張り装置は、写真-1 に示す。水中における引張り方として、供試体を入れる水槽を用意した。

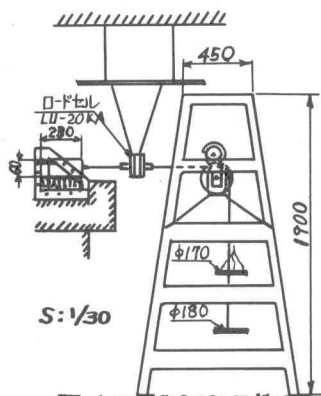


図-1 衝撃摩擦係数装置

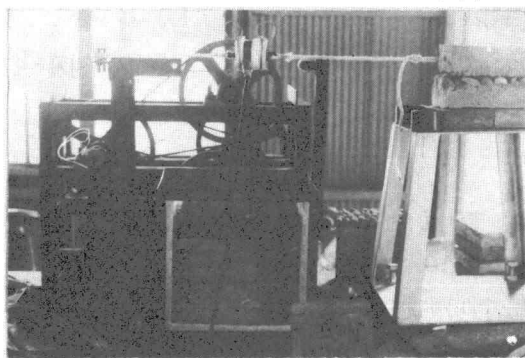


写真-1 空中引張り法測定装置

摩擦面が水中に $1 \sim 2 \text{ mm}$ 浸る程度のところで実験を行ない、浮力測定に誤差を少なくするようにした。衝撃時の摩擦係数測定については、図-1 の装置を用い スチールテープに張ったゲージによって歪みの測定を行なった。

水中における摩擦時の測定は、図-1 の供試体部を水中容器に置きかえて実験した。衝撃荷重板を受け板は、平らに当てるよう細糸により三点吊りとし、完全平面状態にして落下させた。なお滑車による衝撃は摩擦損失を少なくするため、回転軸部に十分注油をし、移動量を 0.1 mm で滑ったと考えた。

3. 実験結果と考察

状態、上下の摩擦面、最高、最低、平均値および標準偏差は、下の図-2. 摩擦係数測定値のとおりである。

状態	上部	下部	標準偏差	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
大気中	コンクリート	玉石	0.0488		0.584	0.702	0.789					
"	コンクリート	碎石	0.0512			0.677	0.781		0.953			
"	碎石	玉石	0.1676		0.589			0.874			1.180	
"	碎石	碎石	0.1573		0.605		0.764				1.159	
水中	コンクリート	玉石	0.0537			0.643	0.752		0.823			
"	コンクリート	碎石	0.0463			0.658	0.750		0.857			
"	碎石	玉石	0.0803		0.591		0.717		0.805			
"	碎石	碎石	0.0932			0.649	0.762		0.842			
衝撃液中	コンクリート	玉石	0.0898				0.733		0.849		1.020	

状態	上部	下部	標準偏差	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
衝撃水中	コンクリート	砕石	0.0847				0.772	0.808	1.087			
"	砕石	玉石	0.0770			0.718		0.858	1.054			
"	砕石	砕石	0.1677		0.599		0.841				1.129	
衝撃水中	コンクリート	玉石	0.0870			0.783		0.984		1.150		
"	コンクリート	砕石	0.0913					0.941	1.046			1.257
"	砕石	玉石	0.1135		0.627			0.912	1.072			
"	砕石	砕石	0.1153		0.592		0.775		1.013			

次に既発表値と今回の結果を比較すると 図-3 が得られる。

図-3 摩擦係数一覧図

状態等	発表文献名	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
大気中 における コンクリート と 玉石	港湾構造物設計基準外		0.6							
	永井外; 海工学講演会(1960) ¹⁾			0.69	0.74					
	鈴木; 港工学(1955)		0.6	0.7						
	1975, 1976 実験結果(菅野) ^{2) 3)}		0.61		0.81					
	今回の実験結果(菅野)		0.59	0.70	0.78					
大気中 における コンクリート と 割栗石	港湾構造物設計基準外		0.6							
	永井外; 海工学講演会(1960) ¹⁾				0.77	0.89				
	広井; 土木学会誌(1937)			0.72			1.037			
	飯島外; 土木学会誌(1937)		0.57	0.7						
	1975, 1976 実験結果(菅野) ^{2) 3)}			0.65		0.86				
	今回の実験結果(菅野)			0.67	0.78	0.85				

割栗石基礎すなわち模型での砕石上にコンクリート壁体がおかれてあれば、 $\mu=0.65$ は、使用可能な値と考えられる。水中においては、空中よりばらつきが少ない。水に浸ることによって、状態が一様化するのではないかと思う。衝撃時については、これまで実験結果が発表されなかったようであるが、いずれの場合についても、係数が大きくなっていく。しかしこの実験は、重錘の落下高さを1cm刻みに変化させて大きくしていき、伏試体が0.1mmの動きが認められる最小高さのときの荷重をロードセルの読みから求めるものであって、実際の防波堤等に波力が衝突する場合は、直立部がマウンドおよび地盤と共に振動する機構が考えられる。このように摩擦面の上下部を含めて全体の振動というときは、条件がより複雑になると推定される。いずれにしても衝撃時の摩擦係数が大きく表われていることは、常時の摩擦係数値で設計するならば、より安全側にあることを示している。

4. あとがき

これまでに常時、振動時、衝撃時の場合について、大気中、水中の係数測定を行なってみたが、先に発表した振動時の摩擦係数、特に振動方向と滑り方向が一致した場合が最も危険になるようである。³⁾ 前回のこの配法も今回の引張り法も特に大きな差は認められなかった。いかなる方法でも摩擦係数の実験は、全く同一条件のもとで繰返してさえ、かなりの幅でばらつくものであるが、地震の影響のあまりないようなところでは、従来一般に採用されているコンクリートと割栗石の摩擦係数0.6は、0.65に変更してもさしつかえないものと考えられる。

参考文献 1) 永井, 王井, 久保; 混成防波堤直立部の滑動および底面に働く揚圧力, 土木学会第7回海岸工学講演会概要集, 1960。

2) 菅野; 重力式構造物の摩擦についての実験的研究, 第30回年次学術講演概要集, 1975。

3) 菅野; 重力式構造物基礎の摩擦係数に関する研究, 第31回年次学術講演概要集, 1976。