

三菱重工(株) 正 庫 元 甲 二
 " 平 野 秀 昭
 " 正 兵 頭 和 也

1. まえがき

筆書らは、捨石マウンドとケーソンで構成される混成防波堤の一つとして、船体ケーソン防波堤を検討中である。この場合の長所として、急速施工が可能であること及びスクラップとなる中古船を利用すれば資源を有効に利用できることなどが挙げられる。一方、問題点として、波力等の外力に対する安定性のうち、滑動に対して、船体ケーソンと捨石間の摩擦係数が明らかにされていない点があり、船体ケーソンの安定性及び経済性を確保するためには、摩擦係数を明らかにし、さらに増大させる方法について検討することが重要な課題であると言える。そこで、ケーソンの部分模型を用いた水平載荷実験を行なつたので、その結果について報告する。

2. 実験方法

図1に示すように、鉄筋コンクリート製土槽中に高さ1.5mの捨石マウンドを築いた。その上にケーソン部分模型を静置し、1.5~3.0tfの鋼ブロックを積載し、合計で約5~30tf/m²の鉛直荷重を加えて、約1mm/secの速度で水平載荷した。水平荷重及び変位は、それぞれロードセル、電気式変位計を用いて計測し、X-Yレコーダーに記録した。ケーソン模型は実ケーソンと同等な強度及び剛性を持った1m²の底面積を有する部分模型で、図2に示す4種類について実験を行なつた。また、マウンドを形成する捨石の大きさが摩擦係数に与える影響も調べるため、A) 30~300kgfの捨石に5~20kgfの捨石を加えた間詰め捨石マウンド、B) 5~20kgfの捨石を用いた小捨石マウンド、C) 5~40mm粒径の碎石を用いたマウンドの3種類を供試マウンドとした。

3. 実験結果及び考察

各ケーソン模型と捨石マウンドの組合せの実験ケースに対して、X-Yレコーダーに記録した水平引張荷重~水平変位曲線の傾向は図3に示すように、4つの型式に分類することができた。イ) 型式：マウンド自体が安定しており、剛性が高いため、水平荷重は極大値を示すまで、ほぼ直線的に増加する。ロ) 型式：イ) 型式と類似するが、明確な極大値を示すことなく、一定値に落ち着く。コンクリートケーソンの場合イ) 型式を示すことが多いのに比べて、このロ) 型式は船体ケーソンに多い。ハ) 型式：明確な極大値を示すが極大値に

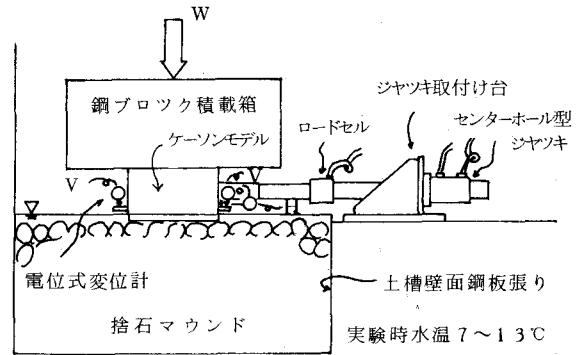


図1 実験装置図

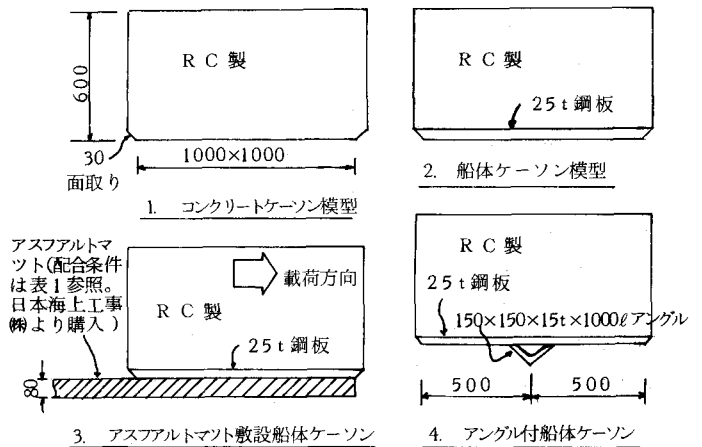


図2 ケーソン模型概略図

単位 mm

表1 使用アスファルトの配合条件

アスファルト針入度	30 / 40℃
アスファルト含有量	1.05%
ダスト/アスファルト	1.5~2.5
粗骨材含有量	3.5~4.5%

到るまでは非線型に増加し、アスファルトマット敷設時の実験に多くみられた。ニ)型式：明確な降伏点と言うべきものも、極大値も示さずに非線型で徐々に増加した後、ほぼ一定値に落ち着く。小捨石及び砕石マウンドの場合に多く現れた。図3に示した曲線上の○印の位置に相当する荷重値を水平荷重最大値とすると、その平均値とその時の鉛直荷重値の関係の一例を図4に示す。これらの関係を次式で近似すると、係数a及びbは表2のとおりである。

$$P/P_0 = a(W/W_0) + b \quad (1)$$

ただし、P：水平荷重最大値 tf、Po：0.6×30tf = 18tf、W：鉛直荷重 tf、Wo：30tf

表2より、aの値はマウンドの種類の影響を、一方bはケーソン模様の種類の影響を大きく受けることがわかる。従つてP/Poを大きくするためには、ケーソン底面と捨石間の摩擦係数と同様に、マウンドの強度自体にも着目しなければならぬと考えられる。式(1)の両辺をW/Woで除して整理すると

$$\mu/\mu_0 = a + b/(W/W_0) \quad (2)$$

ただし、μ：摩擦係数で = P/W、μo：同じく摩擦係数で Po/Wo = 0.6

表2のa及びb値を(2)式に代入して得られる曲線の一例を図5に示した。この図より、作用する鉛直荷重が小さい程、大きい摩擦係数を示すので、摩擦係数を実験的に求めようとする際、W/Wo > 0.3 すなわち10tf/m²以上の鉛直荷重にて実験する必要があると推察できる。今回の実験により得られた結果から、安全側の摩擦係数として表3に示す如く30tf/m²の値を挙げることができ、これより、アスファルトマットを敷設すれば

船体ケーソンでもコンクリートケーソン程度の摩擦係数を得ることが可能であると言える。

3. あとがき

実際のケーソンと、今回供試した模型では、面積、荷重状態等に相違があり、これらの影響について今後検討していかなければならないことは言うまでもない。

本研究の遂行に際し、東京大学工学部堀川清司教授の御指導を賜つた。ここに記して謝意を表します。

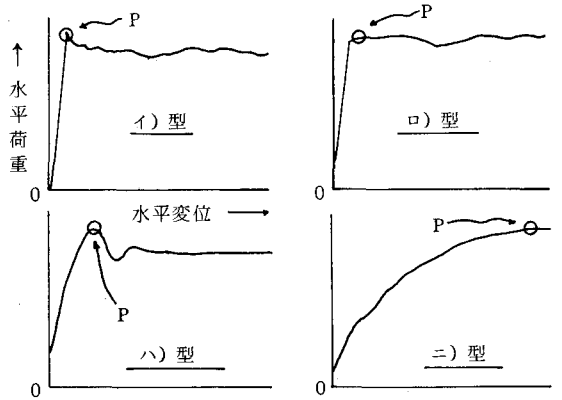


図3 水平荷重～変位曲線の型式

表2 直線近似式の定数

マウンド	ケーソン	傾きa	切片b	最大変動幅%
間詰め捨石	コンクリート	1.04	0.043	+13.6 -25.3
	船体	0.78	0.026	+11.5 -10.6
小捨石	アスファルトマット敷設船体	1.10	0.090	+2.4 -2.8
	コンクリート	0.90	0.031	+7.6 -9.4
砕石	船体	0.93	-0.040	+3.7 -3.5
	アスファルトマット敷設船体	0.94	0.075	+16.0 -7.5
石	船体	0.63	0.075	+8.1 -18.8
	アスファルトマット敷設船体	0.78	0.101	+6.7 -16.0
石	アングル付船体	0.61	0.118	+13.3 -13.1

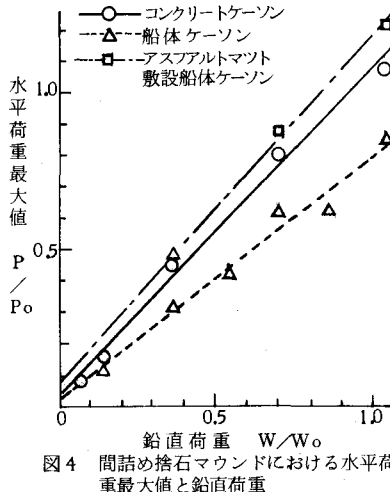


図4 間詰め捨石マウンドにおける水平荷重最大値と鉛直荷重

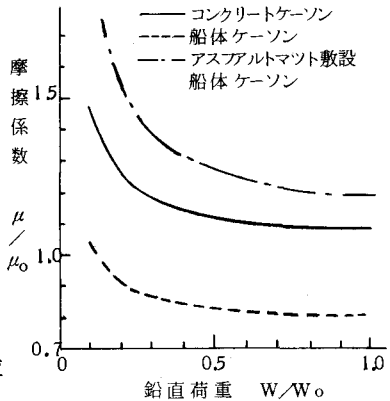


図5 間詰め捨石マウンドにおける摩擦係数と鉛直荷重

表3 鉛直荷重30tf/m²における摩擦係数

マウンド	ケーソン	コンクリート	船体	アスファルトマット敷設船体	アングル付船体
間詰め捨石	範囲	0.60	0.42	0.66	
	平均	~0.64	~0.61	~0.73	
小捨石	範囲	0.54	0.49	0.59	
	平均	~0.55	~0.58	~0.65	
砕石	範囲		0.38	0.51	0.39
	平均		~0.44	~0.52	~0.40
石	平均		0.41	0.52	0.40