

本州四国連絡橋公団 正会員 奈良平俊彦

" " 加島 聡

" " 古屋 信明

1. まえがき

明石海峡大橋の主塔橋脚建設予定地点では、自然条件が厳しく、水深45m、潮流速最大9ktに達し、設計施工上の困難を増しているが、他に例のない難条件の一つが橋脚まわりの洗掘現象である。水理実験の結果からは、最大洗掘深約12mに達するものと推定される。そこで過去数年間、各研究機関の協力を得て各種水理実験を行い、捨石工、コンクリートブロック工、整流多孔板及びこれらの併用による洗掘防止工のめきを得たので、最近の実験の概要を以下に報告する。

2. 実験方法

2-1 洗掘防止工実験

実験条件を表-1に示す。実際の潮流はサイン流であるが、実験はパルス流で行なった。縮尺は $1/93.7$ で、往復流の可能な水槽の底に砂箱を入れ、平らに砂をならし底上に橋型を置き、通水した。

2-2 流れの可視化実験

橋脚まわりの流れの乱れを可視化し、洗掘発生原因の考察、洗掘軽減策の検討を行なうため、 $1/200$ 模型を用い、側面・底面がガラス張りの回流水槽(1方向流)によって実験を行なった。観察手段は次の通りである。

- ① タフト法----- 軽い糸のついた針を植えつけ、糸の向きで流向を見る。
- ② インク法----- インクを流し、その拡散を見る。
- ③ ペイント法--- 海底面、橋脚表面に流動性ペラフィン塗って通水し、そのはかれ方から流体力の分布を見る。

表-1 実験条件 (実験)

項 目	諸 元
水 深	45 m
潮 流 速	4.5 m/s
方 向	2方向
迎 え 角	30°
潮流継続時間	6時間/1方向
橋脚平面寸法	40 × 70 m
海底底質粒径	$d_{16} = 6 \text{ mm}$ $d_{50} = 50 \text{ mm}$ $d_{84} = 72 \text{ mm}$
テトラポット寸法	50 ㎥/個
捨石平均粒径	$\phi 0.7 \text{ m}$
主要相似則	フルード則

3. 実験結果

3-1 洗掘防止工実験

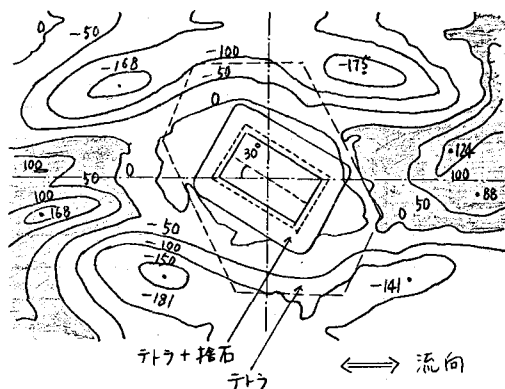
防止工の材料が異なっても、洗掘域・堆積域の分布、その深さ・高さには大差がない。代表例を図-1に示す。実験標準の洗掘深さは次式で得られる。

$$\text{実験値} \div \text{実験値} \times 93.7 \times 0.7$$

0.7 ----- 底質粒径のひずみの補正

① テトラポットのせ (Run 1)

テトラによって洗掘斜面は防護され、斜面がケーソン刃口に達することはないが、刃口まわりでテトラの間から砂が吸出され(写真-1)ケーソンに傾斜が発生する。これはケーソンまわりにテトラを2層積としても、防げ



(単位: mm 着色域は堆積域)

図-1 洗掘及び堆積による海底面の変化

なかった。

② テトラポット+捨石 (Run 2)

Run 1 を改善するため、ケーソン周囲に捨石を併用したケースで、砂の吸出しは防がれ、ケーソンの傾斜・沈下も生じなかった。流路の形状等は Run 3 によく似ている。

③ 整流多孔板+テトラポット+捨石 (Run 3)

さらに整流多孔板を併用したケースで、流れの可視化実験の結果から予想された程には両側の流路域は小さくはならなかったが、ケーソンまわりの流れを緩和させ、ケーソンまわりの海底面の安定化の効果はあった (写真-2)。多孔板の設計要素としては、ケーソンとのすま間 C 、孔径 D 、孔のピッチ P があるが、今回は実験で可能なように、 $C=5m$ 、 $P=3m$ 、 D/P は整流板として水槽等でよく用いられている 0.7 前後、充塞率は 0.5 とした。整流多孔板の適用については今後とも系統的に実験を行ない、より効果的な形状を求める計画である。

3-2 流れの可視化実験

① タフト法

原型まわりのある瞬間のタフトの向きを図-2 に示す。その向いているタフトの部分は、カルマン渦により流向が変動する領域で、流速も遅いため堆積域になる。B と D は強い加速流が生じ、Run 1 で吸出しのあった部分である。E は長いタフトで、原型の場合には大きく上下に波動するが、整流多孔板をつけると、ケーソン下流の死水領域が安定するかの動がなくなる。

② ペイント法

ペイント法の結果を図-3 に示す。剥離領域は海底面においてせん断力の強い部分であり、整流多孔板の効果は明瞭であるが、流路実験の結果では差がなかったことからも、テトラ等の防護工がある場合にはこのせん断力は問題にならない。3次元的な流れ (馬蹄渦) が図-1 の4つの流路孔で作る主要原因と考えられる。整流多孔板の目標はこの馬蹄渦を破壊する点におくべきであろう。

4. あとがき

本実験にたずさわられた三井造船昭島研究所の方々に、紙面を借りてお礼申しあげる。

参考文献 ----- 明石海峡大橋主塔基礎流路防止実験

(本田技報 No.7 1979.1)

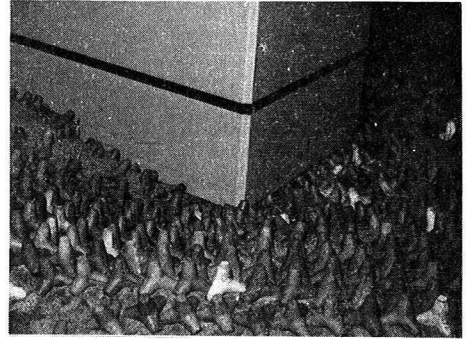


写真-1 通水後の状況 (Run 1)

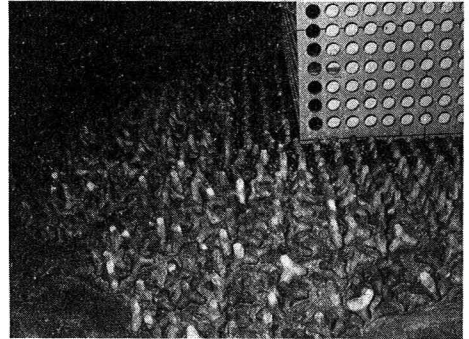


写真-2 通水後の状況 (Run 3)

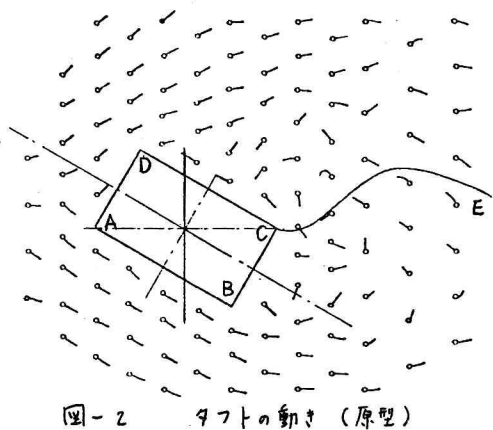
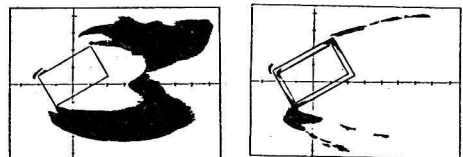


図-2 タフトの動き (原型)



a. 原型

b. 原型 + 整流多孔板

図-3 ペイント法の結果