

増殖用ブロック周辺の洗掘影響調査

——トリトンブロックの風洞実験——

細野成一 藤沢康雄
(本社 技術本部 海洋開発部) (本社 技術本部 海洋開発部)
岡田宏 川口彰久
本間義教

Investigation on Effects of Scouring Around Blocks for Construction of Breeding Grounds

——Wind Tunnel Experiments of TRITON BLOCK——

Seichi Hosono Yasuo Fujisawa
Hiroshi Okada Akihisa Kawaguchi
Yoshinori Honma

Abstract

The authors have devised a block for constructing breeding grounds, called TRITON BLOCK, for the purpose of developing fisheries for kelp and nurseries for fish, mollusks, and shellfish in shallow water. In case of construction of breeding grounds, large numbers of blocks are generally set on the seabed of sand under shallow waters less than 20m in depth. Therefore, scouring around the blocks must be considered in design. This paper describes investigations of the effects of scouring around TRITON BLOCKS by wind tunnel experiments. The experiments were carried out measuring flow velocities, investigating smoke streamlines and movements of sand. As a result, it was succeeded in ascertaining the effects of scouring around TRITON BLOCKS.

概 要

浅海域における藻場造成や魚介類の成育場などの増殖場を造成する目的で、増殖用ブロック(トリトンブロック)を開発した。増殖場を造成する場合、水深20m以浅の砂地盤の海底に設置されることが多く、波や潮流による洗掘、埋没が問題となっている。本研究では、開発したトリトンブロックの洗掘に対する性能評価を行なうため、風洞を利用してブロック周辺の流場について、流速測定、煙による流線調査、砂による飛砂調査などを実施し、定量的および定性的に脚部周辺の洗掘影響調査を行なった。その結果、ブロック脚部周辺の洗掘影響範囲が確認できた。

1. 序

漁場造成では、魚礁による生産漁場の造成、増殖用ブロックによる餌場、成育場など増殖場の造成が行なわれている。近年、魚介類の種苗生産技術の進歩により、全国各地で種苗の放流が盛んに行なわれている。それに伴い、幼魚、稚貝の成育場、餌場となる増殖場が必要となり、岩礁帯だけでなく、底質が砂、泥の場所においても造成が必要となっている。従って事業を実施する地方自治体では、砂、泥の地盤でも利用可能な増殖用ブロックの開発を要望している。

当社では、浅海域における餌場造成や魚介類の成育場を造成する目的で増殖用75型、さらに魚礁効果も考慮した150型、トリトンブロックを開発した。ブロックは、1種類の共通部材を正三角形に組んで形成し、3枚の水平板と3本の脚からなっている。一般に漂砂、流砂移動の烈しい場所では、面で支持するより点で支持した方が有利となるため、3脚で支持する方式のブロックを開発した。本研究では開発したブロックの洗掘、埋没に対する性能評価を行なうため、風洞を利用し脚部周辺の流場について、流速測定、煙による流線調査、砂による飛砂調査を実施し、定量的および定性的にブロック脚部の洗

掘影響調査を行なった。

2. 風洞実験

実験は技術研究所のエッフェル型風洞内に、縮尺 1/20 のトリトンブロックモデルと縮尺 1/10 の脚部モデルを設置し、流速測定、煙による流線調査、砂による飛砂調査を実施した。

2.1. 実験モデル

実験対象であるトリトンブロックの実寸法は長さ 3.5 m、幅 0.75 m、厚さ 0.15 m の板を正三角形に組み合わせた形状で、各頂点部に高さ 0.75 m および 1.5 m の脚部を持っている。脚部高さ 0.75 m のブロックを 75 型、高さ 1.5 m を 150 型と称する（以後 75 型、150 型という）。図-1 にモデルの形状図を、写真-1 にトリトンブロックの実機を示す。

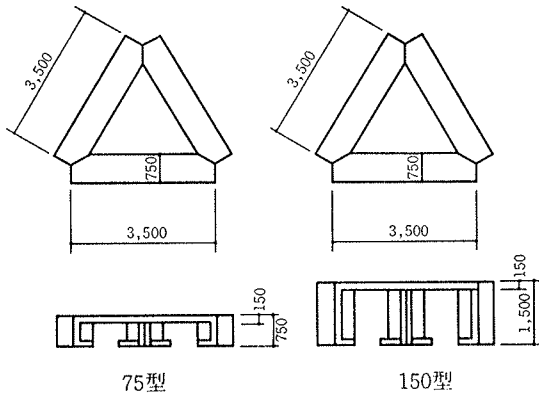


図-1 トリトンブロックの形状

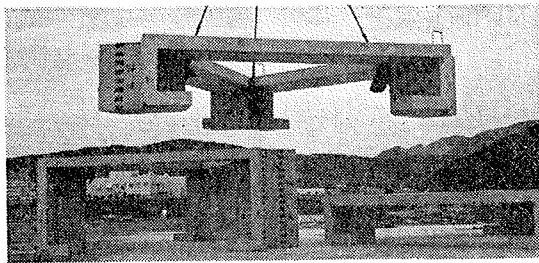


写真-1 トリトンブロックの実機 (75型, 150型)

2.2. 実験方法

流速測定では、風洞内に各モデルを設置し、モデル周辺を格子 (1 cm×1 cm) に切り、その交点を計測点として、定温度型サーミスタ風測計を用いて計測した。また、煙による流線では、風洞内に設置した煙発生装置を用いて各モデル周辺の流線の乱れを調査した。飛砂法では、風洞測定部に平均粒径 0.6 mm の川砂を均一に敷きならし、その上に各モデルを設置しモデル周辺の強流域を時間経過ごとに飛砂状況を調査した。なお、流速測定ではモデルが対称性であるから半分のみ測定し、測定範囲はモデル高さの 1.5 倍を目安とした。

2.2.1. 実験ケース 実験ケースは表-1 に示す通りで、図-2 にモデルの実験流向を示す。

モデル名 風向θ	75型		150型		脚部モデル			
	0°	180°	0°	180°	0°	60°	120°	180°
流速測定	○	○	○	○	-	-	-	-
煙実験	○	○	○	○	-	-	-	-
飛砂法実験	○	○	○	○	○	○	○	○

表-1 実験ケース

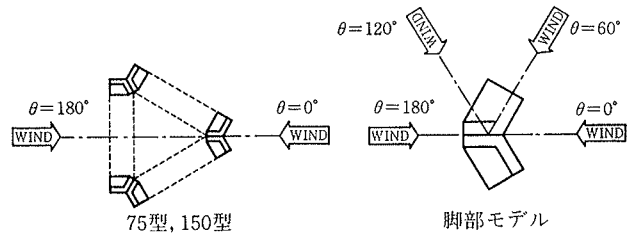


図-2 実験流向

2.2.2. 実験流速 縮尺模型を用いた流体実験では、模型を用いることによる縮尺効果や粘性効果が異なるため、実現象と相似させる条件が必要となる。実海域に設置された魚礁周辺の洗掘現象の模型実験は、相似則を合せた砂を敷きつめた土層水槽による実験法が、実現象を再現できるが、土層水槽は数も少なく研究事例もほとんどない状況である。本研究では土層水槽を使用するかわりに風洞を使用して洗掘現象を把握する試みを行なった。実海域における洗掘現象は、波、潮流による海水の運動により生じており、風洞実験の場合流体は空気であるため、水と空気の物理的性質の違いがある。従って空気流によってモデル周辺の流速を再現する場合、非常に高速流となるため流速の相似性は困難である。本風洞実験では、幾何学的相似により、実機形状と同一の模型の流体的特性を定量的および定性的に把握し、模型周辺の強流域分布から実際の洗掘現象の平面的パターンとの相関を見い出すこととした。各実験に用いた基準流速を表-2 に示す。

(単位m/sec)

モデル名 風向θ	75型		150型		脚部モデル			
	0°	180°	0°	180°	0°	60°	120°	180°
流速測定	9.44	9.38	9.26	9.38	-	-	-	-
煙実験	0.8	0.8	0.8	0.8	-	-	-	-
飛砂法実験	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

注) 表内数値は高さ600mmでの基準流速

表-2 実験に用いた基準流速

3. 実験結果

3.1. 流速測定

流速結果はモデルが有る場合の風洞内測定部床面上高さ5mmでの平均流速とモデルが無い場合の床面上高さ5mmでの基準流速との流速比で表わし、さらに流速比の数値から等値線図を作成した。図-3、図-4に75型 $\theta=180^\circ$ 、150型 $\theta=180^\circ$ の等値線図を示す。等値線図の斜線部は、流速比1.2以上の強流域を示しており、75型、150型を比較した場合、150型の方が大きい強流域が見られる。

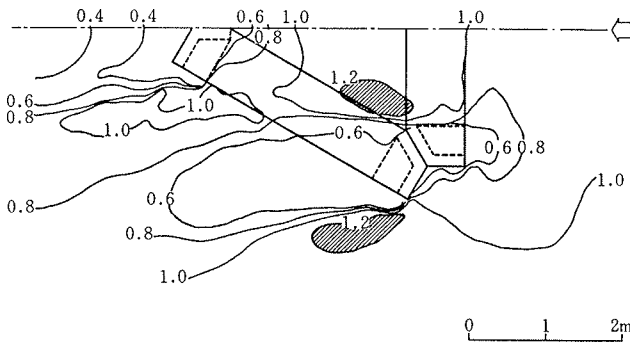


図-3 等値線図 75型 $\theta=180^\circ$

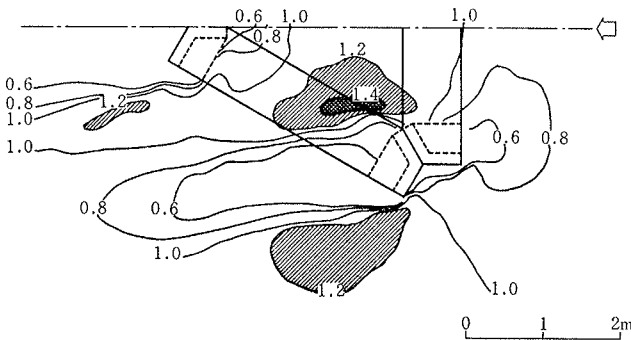


図-4 等値線図 150型 $\theta=180^\circ$

3.2. 煙による流線調査

写真-2に75型 $\theta=180^\circ$ の場合の煙の流線結果を示す。3点脚部に当たった流れは側面への回り込みとなって、後方へフクロ状の後流域が見られる。75型、150型の高さの違いによる影響範囲の差はあまり認められない。また方向性についても 0° および 180° とも影響範囲は変わらない。

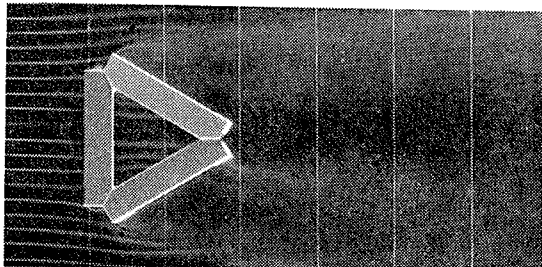


写真-2 煙による流線調査 75型 $\theta=180^\circ$

3.3. 飛砂調査

モデル周辺に砂を敷き、流速8m/secの基で砂の飛ぶ様子を3分間継続して観察した。各脚部の側面より飛砂が始まり後方へ順次広がり、60秒後に飛砂は終了している。写真-3~7に150型、 $\theta=0^\circ$ の場合について、一連の飛砂状況を示す。

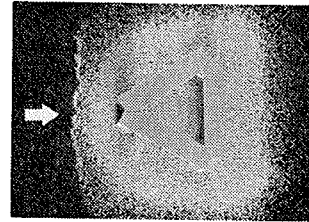


写真-3 開始前 (150型飛砂調査)

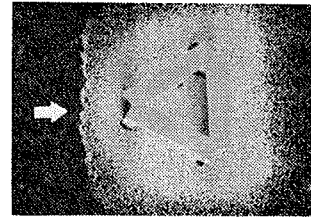


写真-4 30秒後 (150型飛砂調査)

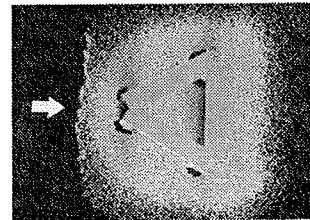


写真-5 60秒後 (150型飛砂調査)

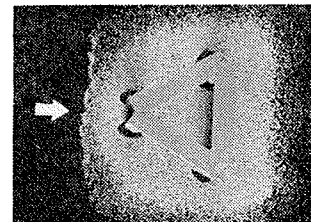


写真-6 180秒後 (150型飛砂調査)

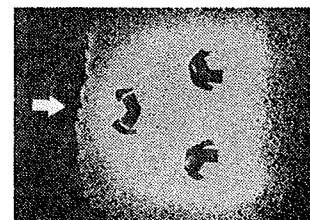
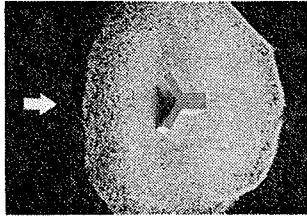
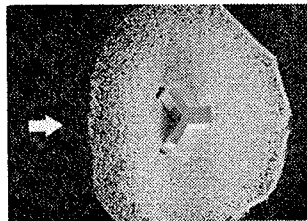


写真-7 終了 (150型撤去後の状況)

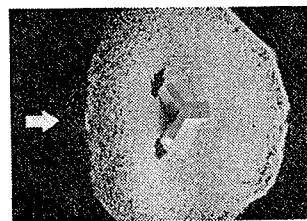
1/10の脚部モデルを使用して、4方向 ($\theta=0^\circ, 60^\circ, 120^\circ, 180^\circ$) のケースで、方向別の脚周辺の飛砂調査を実施した。4ケースとも流速は 8 m/sec で行なった。各ケースとも開始後30秒から45秒経過後より、脚部両端または隅角部で飛砂が生じ、順次後方へ広がり 120~180秒後に飛砂は終了している(写真一8~12は $\theta=0^\circ$ の例)。



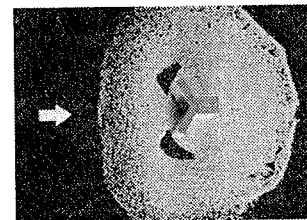
写真一8 開始前 (脚部モデル飛砂調査)



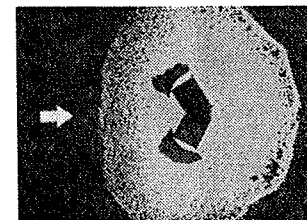
写真一9 30秒後 (脚部モデル飛砂調査)



写真一10 60秒後 (脚部モデル飛砂調査)



写真一11 120秒後 (脚部モデル飛砂調査)



写真一12 終了 (脚部モデル撤去後の状況)

4. 考察

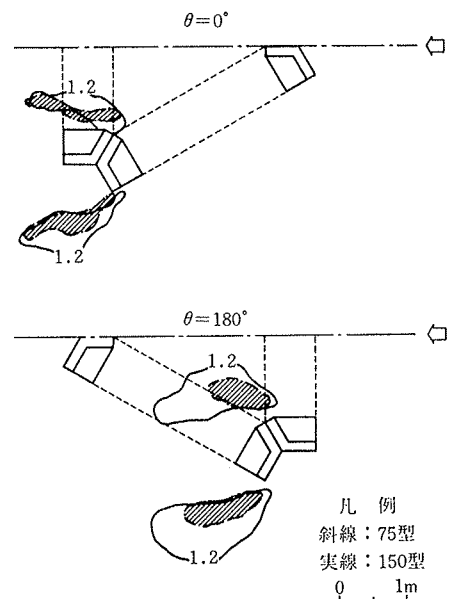
4.1. 流速測定

図一5に等値線図の結果から、方向別に75型、150型の流速比1.2以上の強流域を比較した図を示す。

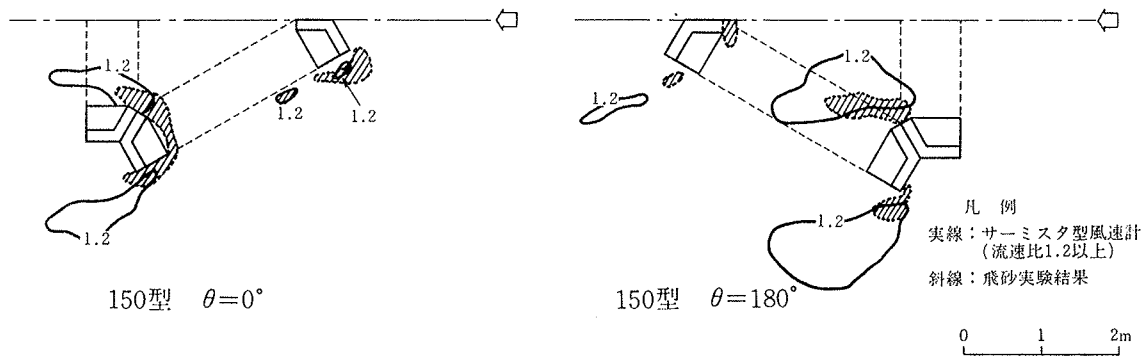
$0^\circ, 180^\circ$ の方向別で比較すると75型、150型とも 180° の方が強流域が大きく、特に図一4の150型の 180° では、測定した4ケースの中で最も高い1.4以上の強流域が見られる。75型、150型とも 180° 方向で強流域が大きくなる現象として、基準流速がブロック脚部、水平板に入射しあまり流線が乱れずに後方へ通過するため、強流域が大きくなるものと思われる。反対に 0° 方向では、頂部の脚を通過した際に流線が乱れ、さらに乱れた状態のままブロック内部を通過し、従って流速の低下が生じ、後部脚部では流速が弱まりその結果、強流域は小さくなったものと考えられる。

次に75型と150型の高さの影響を比較した場合 $0^\circ, 180^\circ$ の方向とも流速比1.2以上の強流域は、150型の方が大きな影響域を持っている。この強流域の違いは、75型、150型の水平板の高さの違いにより出ると考えられる。75型の場合ブロックを通過する流れは水平板の抵抗を受けて、強流域は小さくなり、逆に150型では、影響を受けずに脚部を回り込む形で増大、強流域が大きくなったものと考えられる。

以上のようにトリトンブロックを実海域に設置する場合、波の影響を受ける浅海域には75型を利用し、波の影響が小さい海域では150型を利用するなど海象条件によって使い分けが可能であろう。



図一5 75型・150型の流速比1.2以上の比較



図一六 流速比の結果と飛砂結果の対比

4.2. 煙による流線調査

煙の場合一度拡散してしまうと収束することがないので、脚部回りに広がるフクロ状の影響範囲を測定することは困難である。従って流速比の測定で行なった1.2以上の強流域と煙の調査結果について比較すると、流速測定の結果と定性的には良く一致しており、流線の乱れは脚部周辺において生じ、流速比1.2以上の強流域に沿って煙が流れているのがわかる。

4.3. 飛砂調査

図一六に流速比の結果と飛砂調査の結果を重ねさせた150型の $\theta=0^\circ$ 、 $\theta=180^\circ$ の例を示す。

飛砂法の場合、砂のまき方の均一性、粒径の問題など多々あるが、実際の洗掘現象は、飛砂法の結果のような時間的経緯で生じると思われ、定性的に一手法として試みたものである。

$\theta=0^\circ$ の場合、前部の脚では1.2以上の強流域に比べ飛砂の方が大きい範囲で起っている。後部の脚では、1.2以上の強流域は脚に左右対称に位置しているが、飛砂法では脚を囲む形で馬蹄形に広がっている。

$\theta=180^\circ$ の場合、前部の脚では1.2以上の強流域に比べ飛砂の方が小さい範囲で起っている。また、後部の脚では前部の脚と異なり、1.2以上の強流域では飛砂が見られず、脚に近接した場所で飛砂が起っている。また、後部の脚でも飛砂が起っており、流速比の結果では、0.4~0.7の低流域で、必ずしも強流域でなくても飛砂が起っていることを示している。このことは流線が側方への回り込みだけでなく、上方又は下方への流れが起ったり、巻き込む流れが起るなどして飛砂が起ったものと考えられる。

飛砂法の結果、飛砂の範囲は、流速測定結果と類似した地点で起っていることから流速の速い所で飛砂が生じやすい。また、前述したように低流域で飛砂していることは、脚の前面に当たった流れが直下の流れとなって飛砂しており、実際の洗掘現象に近いものと考えられる。

以上の考察から、飛砂法は流速比測定結果に対して定

性的にはほぼ同じ結果となっており、洗掘現象の確認の一手法として利用できるものと思われる。

5. まとめ

風洞を利用した流速測定、流線調査、飛砂調査よりトリンプロック周辺の洗掘影響調査を定量的、定性的に実施した。その結果次のような結論を得た。

(1) 流速測定の結果、75型、150型の各ブロックの方向別に見た場合、 $\theta=0^\circ$ 方向よりも $\theta=180^\circ$ 方向の方が強流域も大きく、影響範囲も広い。従って各ブロックには流れに対して方向性を持っている。

(2) 高さの比較では、75型の方が強流域は小さく影響範囲は狭い。この現象は、75型の水平板による流速低下が生じているためである。従って浅海域に設置する場合、75型の方が良いと考えられる。また、浅海域に150型タイプを使用する場合には、75型ブロックを2段積みとした方が優利である。

(3) 煙の流線調査の結果、流線は流速測定で見られる強流域に沿って流れており、脚部の両端部で速く、脚部の後方では流速低下を生じ反流となってよどみが見られることから、流速測定と同様なことが言える。

(4) 飛砂法は砂の選定、砂の敷き方等问题はあるが、飛砂調査結果と流速測定結果は、定性的にはほぼ同じ結果となっている。飛砂状況を時間経過で見ると、実海域における洗掘現象とほぼ同じ過程を再現しているものと考えられ、洗掘現象の確認の一手法として利用できるものと思われ、今後の飛砂法による実験手法の確立が望まれる。

参考文献

- 1) 細野, 藤沢, 他: 増殖用ブロック周辺の洗掘影響調査, 大林組技術研究所報告書, (昭和59.12)
- 2) 細野, 藤沢, 他: 人工礁漁場造成のための魚礁ブロックの渦流現象, 大林組技術研究所報, No. 18, (1984), pp. 110~114