

運輸省第四港湾建設局 正員 原田 修

" " 正員 久富富造

" " 正員 ○ 西田幸男

1. 要 旨 浚渫施工における余堀、あるいは余裕巾等の安全率的な考え方は、従来主として深浅測量における測深誤差から考えられて来た。しかし、合理的な安全率を考える場合、こういった方向からだけでは十分ではなく、測量密度に関連する浅点の発見率あるいは一回の測量に対する信頼度等を考慮に入れた安全率を考えていかねばならない。こういった意味から特に凸凹の多い海底（すなわちグラブあるいはジツパー浚渫船等による堀跡、又は突起の多い岩盤等）の測量に注目し、測量密度の方向からその精度に定量的な意味づけを行なう目的で、2, 3 の実験を試みた。先ず、コンクリートブロックを投入した海底でもつてグラブあるいはジツパー浚渫船による堀跡海底を近似し、各種要因、水準で実際に測量を行なう海上実験を実施し、補足として要因、水準、繰返し数等を比較的自由にとれる机上実験を試みた。

2. 海上実験 要旨で述べた目的にそう為、 $200\text{m} \times 200\text{m}$ の実験用海域を設定し、この海域に $60 \times 60 \times 60\text{cm}$ のコンクリートブロックを50個ランダムに投入し、各種要因を組合せた方法で実際に測量を行なう。実験計画は直交表を用いてたて、結果については分散分析を行ない、要因の有意性を検定する。特性値（ブロックの発見率）に影響を与える各種要因、水準を表-1に示す。4因子間の交互作用としては $A \times D$ 、 $A \times D$ を考え、 I_{16} 。

表-1

直交表を用いて割りつけを行なつた。

要 因	水 準
A; 測線間隔	$A_1 (5\text{m}), A_2 (10\text{m}), A_3 (15\text{m}), A_4 (20\text{m})$
B; 測量方法	$B_1 (円座標) \quad B_2 (直線誘導法)$
C; 測量機の種類	$C_1 (1本足) \quad C_2 (3本足)$
D; 投入ブロック数	$D_1 (25\%) \quad D_2 (50\%)$

3. 机上実験 机上実験は基本的には海上実験と同一方法で行なう。机上の場合は位置測量の精度、測量船の誘導方法等を要因にとることは出来ない。

この場合も特性値を発見率にとり表-2に示す要因、水準で実験を行なつた。とりあげた要因、水準を I_{16} 直交表にわりつけた。具体的な手順の概略は、1) $50 \times 50\text{cm}$ の方眼紙にランダム

表-2

要 因	水 準
A; 測線間隔	$A_1 (5\text{m}), A_2 (10\text{m}), A_3 (15\text{m}), A_4 (20\text{m})$
B; 投入ブロック数	$B_1 (25\%), B_2 (50\%), B_3 (75\%), B_4 (100\%)$
C; 測深巾	$C_1 (本測深巾) \quad C_2 (未測深巾)$
D; ブロックの大きさ	$D_1 (60 \times 60 \times 60\text{cm}) \quad D_2 (120 \times 120 \times 120\text{cm})$

に100個の点をプロットする。2) プロットした点に $1.5 \times 1.5\text{cm}$ および $4.0 \times 4.0\text{cm}$ の正方形を描く。

3) その上に各測線間隔での測量船の航跡を与える。4) (3)で述べた航跡ごとに測深巾を与える。

5) (4)で述べた測深巾に入つたブロックを発見されたブロックとして結果とする。

4. 結 果 海上、机上実験の結果を分散分析した総括表を表-3に示す。実験結果からわかる重点事項を次にのべる。

(1) 測線間隔の発見率に及ぼす影響は大きい。

(2) 発見率は測線間隔比で増加するものではない。測線間隔 5m の発見能力は 20m の約 2.5 倍程度と考えなければならない。

- (3) 測線間隔 5 m でも浅点を 100 % 発見することは出来ず、平均 60 ~ 70 % 程度と考えねばならない。
- (4) 従つて測線間隔を 10 m 以上に広げることは突起の多い海底を測量する場合には全く不適格であり浅点の発見率は 50 % 以下になることに注意する必要がある。
- (5) 単位面積あたりの突起数の大小は発見率に対してほとんど影響しないが極端に少ない場合には若干発見率が低下する傾向がみられる。
- (6) 測深巾に関しては 3 本足で測る場合が、1 本足の場合に対して約 2 倍の発見率をあげており、測深巾比 (1 本足 : 3 本足 = 3.0 m : 5.4 m) 以上の成果をあげている。未測巾 3 m を持つ 3 本足では未測巾なしの場合にくらべて若干発見率があがる。
- (7) 掘跡の大きさも発見率に対してかなり影響し、大 (160 × 160 × 160 mm) の場合は小 (60 × 60 × 60 mm) に比べて約 1.5 倍の発見率となる。

表-3

要 因	発見率に及ぼす影響の大きさ	水 準	発見率に対する水準間の効果比	最大発見率 (%)	最小発見率 (%)	平均発見率 (%)
測線間隔	大 $\rho = 37\%$	5 m	25	95	28	63
		10 m	17	66	18	43
		15 m	13	59	6	34
		20 m	10	50	2	26
位置測定方法	小 $\rho = 3\%$	円座標	1.25	95	8	43
		直線誘導	1.0	76	2	25
測深巾	中 $\rho = 28\%$	3本未測巾あり	2.1	95	8	58
		3本未測巾なし	1.9	89	20	53
		1本足	1.0	47	2	25
投入ブロック数	なし $\rho = 1\%$	25 ㇿ	1.0	89	8	53
		50 ㇿ	1.03	90	13	54
		75 ㇿ	1.11	95	18	59
		100 ㇿ	1.06	92	15	56
ブロックの大きさ	中 $\rho = 9\%$	60 × 60 × 60 cm	1.0	93	2	50
		160 × 160 × 160 mm	1.25	95	3	61

5 今後の課題

以上、結果の概略を述べたが、本実験は種々の仮定のもとに行なつたものであり、結果に対しては慎重に解釈する必要がある。すなわち、全般的にみて発見率が悪い結果となつてはいるが、机上実験の場合純平面的な状態での発見率が得られるのであつて、実際の場合の音波の拡がりを見ると若干発見率が上るのではないと思われる。また実験結果の信頼度をあげるためには、事前にグラフなりジッパーなりの掘跡特性を土質との関連でとらえ、投入するブロックの大小、密度、配置等をこれにあわせて行なう必要があり、こういった実験をくり返すことにより掘跡特性に応じた測量方法を開発していかなければならない。さらに余堀といった安全率を考える場合、小さい掘残しを発見することが非常に困難であると予想されることから、そういった掘残しを除去することの不経済性等を勘案することにより、経済性を含めた安全率に対しては発見率、バラツキによる危険度等を加味して決定していくのが妥当であると考えられる。