

離岸堤異型ブロック移動の継続調査

秋田大学 学員○鈴木 裕貴

秋田大学 正員 松富 英夫

1. まえがき 月に2回の割合で丸7年、定点からの斜め写真撮影により、秋田県南部海岸に設置された一部離岸堤の異型ブロックの移動状況を継続調査してきた。異型ブロックの移動原因には、波浪そのものによるものと、波浪の砂地盤への影響などを通しての間接的なものとが考えられる。本研究では、これらの原因区分は行わず、全て波浪によると考えて、異型ブロックの移動実態と波諸元（換算沖波）との関係を論じることとする。

2. 調査と解析の方法 異型ブロックの移動調査は秋田県南部海岸での漂砂調査¹⁾と連動して行っている（図-1）。よって、調査点番号（位置）は漂砂調査と対応している。調査法は定点からの斜め写真撮影によっている。精度はあまり良くなく、移動量の判読にはブロック頭幅の半分、1つ分、2つ分などという単位を用いた。また、移動ブロックの部位を離岸堤の左端部、中央部、右端部の3つに分けた（左右の区別は陸側から見てである）。部位で移動傾向が異なるかもしれないからである。調査実施間隔は約半月である。

今回検討対象の離岸堤は5基で（北からSt. 4, St. 6, St. 9, St. 16, St. 20）、全て緩勾配の砂地盤上にあり、互いに4.2km, 6.1km, 15.6km, 7.3km 離れている。各調査点で離岸堤は複数基設置されており、本調査では最も南側のものを対象としている。よって、右端側の波浪に起因する流れは、左端側に比べて、速い可能性がある。離岸堤の諸元に関する資料は一部でしか得られなかったが、ブロック重量 ≈ 8 tf, TP基準（＝平均潮位の下約0.3m）での設置水深 $\approx 2.5 \sim 3.0$ m, 天端高 ≈ 2.8 m, 長さ ≈ 100 m, 天端幅 $\approx 5.7 \sim 6.8$ m, 法面勾配 $\approx 1.0 \sim 1.3$ 割と考えればよい。

波浪データは酒田港（水深45m）のものを採用する⁴⁾。秋田港の波浪は男鹿半島の影響を受ける時期があるからである。波諸元としては日最大、日平均と日最小の有義波高Hを沖波に換算した換算沖波波高 H_0' と周期T（各々の区分は添字 max, m, minで行う）、及びそ

の日の卓越波向を取り上げた。ただし、酒田港の波向データは1993年～1996年の4年分しか存在しない。

3. 結果と考察 異型ブロックの移動状況を表-1にまとめて示す。最左欄の移動日には、隣あった写真撮影日の間で、最大の日平均有義波高が記録された日を採用している。波諸元には日平均と日最大、日最小の換算沖波を記載した。これまでの継続調査では、ブロックの移動形態は回転(○)、沈下(△)、落下(●)の3つに大別される。しかも、この順で頻度が高い。表中の記号の大小は移動量の大小を示し、その区分はブロック頭幅の2つ分以上移動したかどうかである。●は落下し、ブロックの姿が見えなくなる程の顕著な移動を示す。アンダーライン付きの小記号は、移動量が頭幅の半分程度であることを示す。波浪データによれば、酒田港で波向が北西の時は、秋田港では大体西で、45°程度のずれがある。波向において、アンダーラインが施されたものは、秋田港のものを上述の傾向を用いて書き直したもので、参考値である。表-1より、ブロック移動の特徴を論ずれば、以下のようなものである^{2), 3)}。

①顕著なブロック移動は、施工直後を除いて、両端部で多い。St. 20の右端部で移動例が見られない。これは撮影位置の問題で、右端部の情報が得られなかったためである。

②ブロック移動は秋～冬の時期、北西～西北西の波向時（酒田港）に多い（地域的なもので、普遍性なし）。また、波向が北西、西北西、西の時、ブロックの落下位置は順次左端、中央、右端となっている。

③全体的に、年月が経過するにつれてブロックの噛み合わせが良くなっていく為かブロックが移動しづらくなっている。

④必ずしも大きな波でブロックが移動するとは限らない。

図-3にブロック移動日の日最大の換算沖波波高と周期の関係を示す。図中の記号分類は表-1と同じで、数字は落下ブロックの識別番号を、アンダーライン付き数字は顕著な落下を示し、これらは以下の図でも同じである。破線と点線は6年間平均の月最大と日最大の換算沖波を示し、これらも以下の図で同じある。図-4は日最小の換算沖波波高と周期で無次元化した日最大の換算沖波波高と周期の関係である。図-5は日



図-1

項目	波高			St. 4 (テトラポッド)			St. 5 (テトラポッド)			St. 9 (三柱ブロック)			St. 18 (テトラポッド)			St. 20 (六脚ブロック)		
	換算波高			左			左			左			左			左		
	波高 (m)	日最大の換算波高 (m)	日最小の換算波高 (m)	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向
年月日	波高 (m)	日最大の換算波高 (m)	日最小の換算波高 (m)	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向	向
'91. 7.27	3.66(9.8)	4.90(10.8)	2.48(9.3)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
9.13	0.60(5.3)	0.73(5.8)	0.47(4.9)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.28	2.11(7.4)	6.51(10.9)	0.72(2.8)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.19	2.41(8.0)	3.22(7.9)	1.92(6.9)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
11. 5	2.90(8.0)	3.11(8.1)	2.11(7.4)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
12.25	3.06(8.1)	4.70(8.1)	2.05(7.3)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
12.29	2.19(8.3)	2.57(7.9)	2.05(7.3)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
12.29	4.60(9.8)	6.26(10.9)	2.28(8.6)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
'92. 1.28	3.09(8.3)	4.04(8.8)	2.00(7.5)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
2.17	3.86(9.2)	5.12(9.2)	2.34(8.8)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
6.12	1.41(6.0)	2.20(6.5)	0.45(5.6)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
9.25	1.34(5.1)	4.26(9.2)	0.54(4.3)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
10.26	3.67(8.8)	5.20(9.4)	2.60(8.8)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
11.11	3.54(8.5)	4.78(9.4)	2.86(8.4)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
11.27	4.29(9.3)	5.72(10.0)	2.79(8.3)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
12.14	4.50(9.2)	5.04(9.9)	3.36(8.3)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
12.24	4.59(9.1)	5.52(9.5)	3.87(8.9)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
12.31	2.88(7.5)	3.66(7.4)	2.05(5.7)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
'93. 1.20	4.25(9.6)	5.08(10.1)	3.48(9.5)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
1.29	6.22(10.6)	7.82(11.7)	5.38(10.3)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
8.12	2.60(7.8)	3.70(8.4)	1.48(6.7)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
11. 1	3.87(9.1)	4.46(9.0)	3.34(9.1)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
12.23	6.53(10.8)	7.84(11.5)	5.09(9.5)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
'94. 1.19	3.66(8.1)	4.27(8.1)	2.51(7.0)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
2. 2	3.97(8.4)	4.71(9.6)	2.25(5.9)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
2.22	6.37(10.6)	7.57(11.3)	4.72(8.5)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
4. 3	3.70(8.4)	4.43(8.2)	2.40(8.0)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
7. 2	1.72(6.6)	2.32(7.0)	1.09(6.2)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
8. 2	1.70(5.2)	4.37(9.1)	0.27(3.3)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
10.13	2.98(8.5)	4.58(10.1)	1.14(4.3)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
11. 4	3.49(9.1)	4.83(9.7)	2.33(8.5)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
'95. 1.31	3.88(8.5)	4.92(10.1)	3.08(7.8)	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N	N	W	N
11. 9	6.68(11.2)	7.50(11.5)	5.60(9.8)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W
'96. 4.19	3.80(9.2)	7.75(12.0)	1.59(7.3)	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W	W	N	W

—:欠測, ○:回転, △:成下, ●:落下, ※:新しいブロックが敷せられる。

最大の換算沖波波高と周期の関係である。図-5は4の横軸を日最大換算沖波波高の波形勾配に置き換えたもので、波高変動と周期の影響を見たものである。図-6は5の落下のみに着目し、離岸堤の表裏における移動状況を見たものである。但し海側(表)を○、陸側(裏)を●で示す。図-3~6より次のことが判断される。

①ブロック移動は日平均より日最大の換算沖波の方でより現実的に整理される(図-3)。

②落下が生じる程の被害は $H_0'_{max} > 4.3m$, $T_{max} > 9.2s$ の時である。これらの閾値は6年間平均の月最大換算沖波波高と周期にほぼ一致している(図-3)。

③沈下や回転は、

図-3 ブロック移動日の換算沖波波高と周期の関係

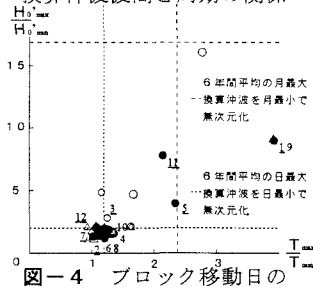


図-4 1 ブロック移動日の無次元波高と周期の関係

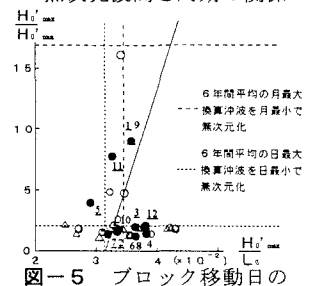
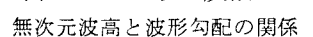


図-5 ブロック移動日の無次元波高と波形勾配の関係



落下が生じる程の $H_0'_{max} / H_0'_{min}$ の波の時は勿論、6年間平均の日最大換算沖波の時に生じている(図-3)。

④落下する時の波に着目すると、波高が大きい程、一日中波高が大きい傾向にあるが、そうでない時に顕著な落下が生じる傾向にある。つまり、波高変動が大きい時に顕著な落下が見られる(図-4)。これは、被害が波の不規則性に依存する⁵⁾ ことに対応していよう。

⑤これまでのデータでは、顕著な落下が見られる波諸元領域はほぼ次式で区分される(図-5)。

$$H_0'_{max} / H_0'_{min} \approx 1580 \cdot (H_0'_{max} / L_0) - 50 \quad (1)$$

ここで L_0 は $H_0'_{max}$ 時の波長である。

⑥離岸堤の表裏における落下状況についての明確な傾向は見られなかった(図-6)。

4. むすび 7年間の現地調査に基づいて、離岸堤異型ブロックの移動動態と波諸元との関係を検討した。離岸堤の表裏における落下状況についての明確な傾向は見られなかったが、KD値がそれほど大きくない場合でも海側で落下が生じている事がわかっており、今後検討の余地があると思われる。

《文献》1) 畠山・他：東北支部概要, 1999. 2) 杉崎・他：東北支部概要, 1998. 3) 松富・他：東北地域災害学, 1996. 4) 運輸省港湾局：NOWPHAS, 1991-1996. 5) 曾我部・他：第29回海講, 1982.