

海岸保全施設のコスト縮減について

仙台河川国道事務所調査第一課 小出 博

1、はじめに

仙台湾南部海岸は、宮城県仙台市から福島県境までの延長約65kmに及ぶ長大な砂浜海岸（図-1）で、海岸線の背後には防潮林が連なり、豊かな自然環境を有している。

しかし近年では、漁港等の海岸構造物の整備による沿岸漂砂の遮断や、河川からの土砂供給量の減少により、砂浜の侵食が急速に進行しており、台風や低気圧等の高波浪時には堤防倒壊等の大きな災害に見舞われている。

このため、緊急且つ重点的に対策事業を実施する必要が生じ、平成12年より特に侵食の著しい山元海岸・蒲崎海岸（合計13.9km）を国土交通省の直轄海岸とし、侵食対策事業を推進しているところである。本事業は漂砂制御施設である「ヘッドランド」の整備及び砂浜侵食箇所人工的に砂を投入する「養浜」からなり、総事業費約850億円という大規模なものである。

本報告は、より効率的・効果的な事業の推進が求められる中、ヘッドランドの形状・構造について、従来と同程度の漂砂制御機能を有したままコスト縮減を図るための検討結果について報告するものである。

2、海岸保全事業の概要

2. 1、事業概要

仙台湾は常磐海岸（福島県）からの一連の漂砂系にあり、季節的な変動はあるものの年間を通じて北向きの沿岸漂砂が卓越している。図-3は、仙台湾における近年の汀線変化量を示しているが、沿岸漂砂が北向きであるため、漂砂を遮断する海岸構造物（荒浜漁港、閑上漁港等）の南側で砂が堆積し、北側では大きく侵食していることが分かる。

そこで沿岸漂砂を抑制し、砂浜を保全・回復させるため、直轄区間においては、ヘッドランド19基（500m間隔）及び養浜450万 m^3 が計画されており（図-4）、現在、山元海岸においてヘッドランドが1km間隔（暫定形）で整備されている。

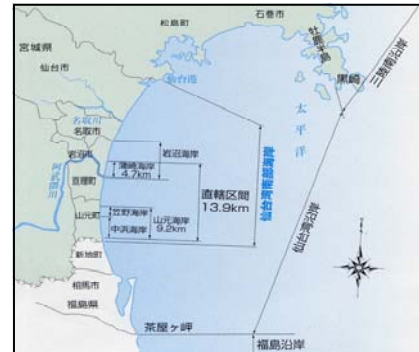


図-1 位置図



図-2 整備イメージ

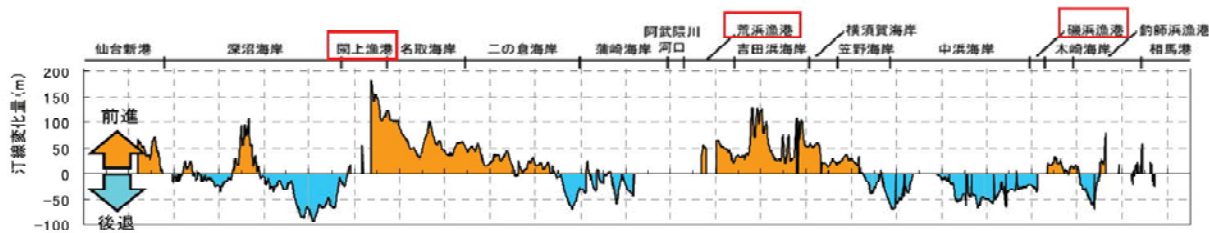


図-3 汀線変化量 (1964~2004)

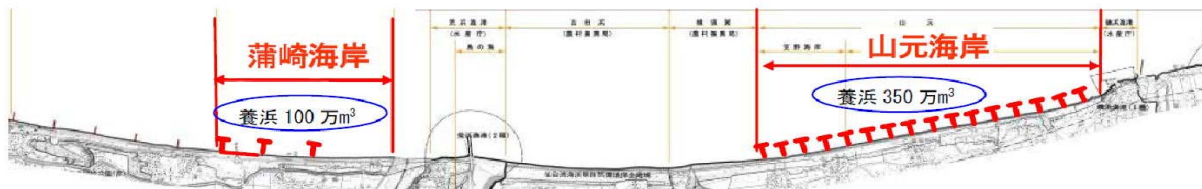


図-4 海岸保全施設配置図

2. 2、ヘッドランド

ヘッドランドとは、天然の岬地形に囲まれた海岸は長期的に安定した砂浜が維持されることから発想された工法で、構造物に沿う循環流を発生させ、波浪により砂が沖合・沿岸方向に流出することを抑制するものである (図-5)。

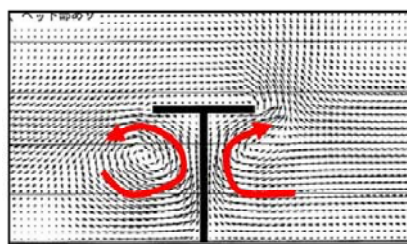


図-5 ヘッドランド漂砂制御イメージ

当海岸ではT字型のヘッドランド (図-6)が計画されており、縦堤部200m、ヘッド部150mでいずれも不透過構造となっている。また、設置海域地形条件により差はあるものの、整備にかかる費用は1基あたり約18億円 (事業費) であり、計画全てのヘッドランド (19基) を整備するには約342億円という莫大な費用が必要である。

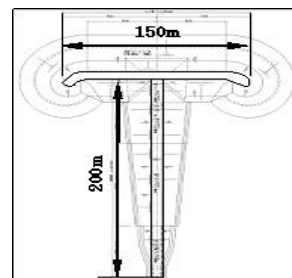


図-6 ヘッドランド平面図

3、コスト縮減方策

ヘッドランド工法は、比較的新しく施工事例も少ないため、技術上の明確な基準が確立されておらず、その機能を満足する効率的な形状・構造の導入が可能である。そこで、現計画のヘッドランドに対し、漂砂制御機能を保持しつつ、より効率的なヘッドランドの形状・構造についての検討を行った。

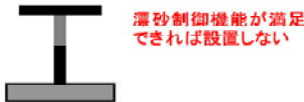
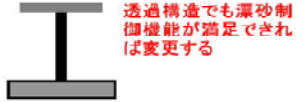
効率的なヘッドランドの諸元を検討する上で、

- ・本来の目的である漂砂制御機能を満足する
- ・既に山元海岸において1km間隔で暫定形 (縦堤部100m) が整備されているを考慮し、現計画のT字型のヘッドランドをベースに実現可能なコスト縮減方策として以下の2点に着目した。

方策A : 縦堤部の短縮 (縦堤長)

方策B : ヘッド部の透過構造 (透過率)

表-1 ヘッドランドコスト削減方策

方策名	方策A 縦堤部の短縮	方策B ヘッド部透過構造の適用
イメージ 黒：現行 グレー：縮減		
考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・現行計画ではT型である。 ・ヘッド部が完成した場合、背後の静穏性は高くなる。このため、ヘッド部と縦堤部の接合部分は、縦堤部堤体がなくても漂砂捕捉効果は大きく減少しない可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現行計画では、ヘッド部は不透過堤としている。これは波の回折効果を充分発揮(循環流を発生)するためである。 ・透過堤とした場合においても漂砂捕捉効果が著しく減少しない可能性がある。

それぞれの方策のイメージ及び考え方を表-1に示す。

また、ここでいう方策B（ヘッド部の透過構造）とは、現計画における捨て石+被覆ブロック型の不透過構造（図-7）に対し、消波ブロックの積み重ねである離岸堤タイプ（図-10）を指す。沖からの入射波高は離岸堤によりある割合で減衰され岸側へ透過する。この減衰の割合が透過率であり、離岸堤の天端高及び幅により決定されるものである。



図-7 不透過型ヘッド部(例)



図-8 離岸堤(例)

4、漂砂制御機能の検討

各方策を適用した場合におけるヘッドランドの漂砂制御機能について、「通過漂砂率」（図-9）及び「沖合土砂損失率」（図-10）を海浜流計算モデルにより算定し、それらを足し合わせた「漂砂移動率」により評価することとした。

「通過漂砂率」とは、自然状態の海岸における漂砂量に対し、ヘッドランド設置後にヘッドランドを通過する漂砂量の割合である。この値が小さいほどヘッドランドの漂砂制御機能が優れていると言える。

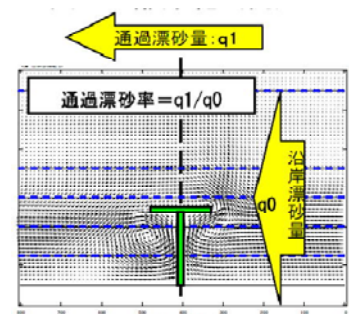


図-9 通過漂砂率

「沖合土砂損失率」とは、沿岸漂砂量に対し、当海岸で砂の移動限界水深といわれている水深8m以深へ流出する砂の量（沖合土砂損失量）の割合である。「通過漂砂率」と同様にこの値が小さいほど漂砂制御機能が優れていると言える。

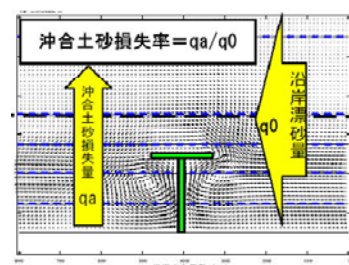
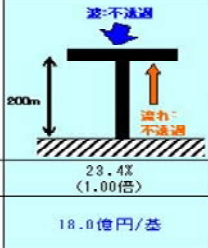
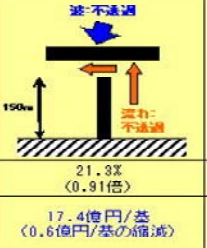

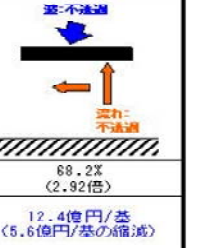
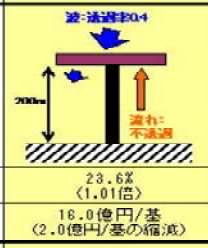
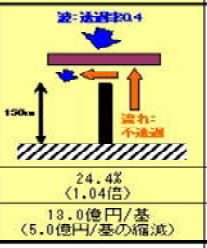
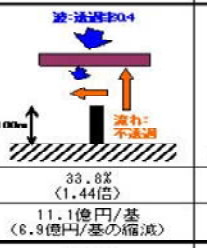

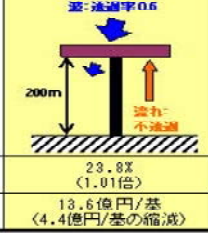
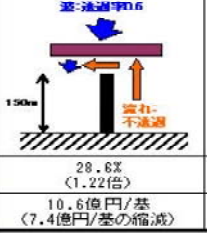
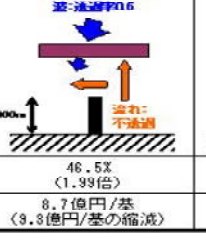
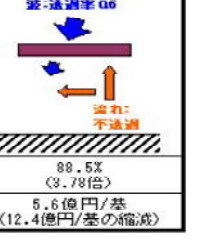



図-10 沖合土砂損失率

【漂砂移動率】 = 【通過漂砂率】 + 【沖合土砂損失率】

検討ケースは、方策Aについて従来型を含む4ケースで、その全てについて方策Bのヘッド部透過構造3ケース（不透過・透過率0.4・透過率0.6）を組み合わせ、合計12ケースについて検討した（表-2）。

表-2 各検討ケースにおける漂砂移動率とコスト縮減額

項目		縦堤長200m	縦堤長150m	縦堤長100m	縦堤長0m
不透過ヘッド (従来型)	計算case	case0	case1	case2	case3
	平面図				
	漂砂移動率 (従来型に対する割合)	23.4% (1.00倍)	21.3% (0.91倍)	20.7% (0.89倍)	88.2% (2.92倍)
	概算事業費 (従来型に対する縮減額)	18.0億円/基	17.4億円/基 (0.6億円/基の縮減)	15.5億円/基 (2.5億円/基の縮減)	17.4億円/基 (5.6億円/基の縮減)
透過率0.4 ヘッド (離岸堤型)	計算case	case4	case5	case6	case7
	平面図				
	漂砂移動率 (従来型に対する割合)	23.6% (1.01倍)	24.4% (1.04倍)	33.8% (1.44倍)	86.7% (3.71倍)
	概算事業費 (従来型に対する縮減額)	16.0億円/基 (2.0億円/基の縮減)	13.0億円/基 (5.0億円/基の縮減)	11.1億円/基 (6.9億円/基の縮減)	8.0億円/基 (10.0億円/基の縮減)
透過率0.6 ヘッド (離岸堤型)	計算case	case8	case9	case10	case11
	平面図				
	漂砂移動率 (従来型に対する割合)	23.8% (1.01倍)	28.6% (1.22倍)	46.5% (1.99倍)	88.5% (3.78倍)
	概算事業費 (従来型に対する縮減額)	13.6億円/基 (4.4億円/基の縮減)	10.6億円/基 (7.4億円/基の縮減)	8.7億円/基 (9.3億円/基の縮減)	5.6億円/基 (12.4億円/基の縮減)

 : 従来型ヘッドランド®に対して漂砂移動率の増加が1割以下となるケース
(従来型ヘッドランド®と同等の機能を有すると判断できるケース)

5、検討結果及び考察

砂の移動は主に波浪により巻き上げられた砂が流れにより運ばれるために起こるものである。よってそのボリュームは波の高さ及び流れの強さに依存する。縦堤部を短縮した場合の流れの強さは、縦堤部・ヘッド部間とヘッド部沖側への流れに分散され、それぞれの流れの強さは減少する。そのため、表-2中不透過構造 (case1, 2) の場合には、ヘッド部背後に静穏域が確保されるため、漂砂移動率は従来型 (case0) に比べ減少していることが分かる。また、透過構造 (case5, 6, 9, 10) のヘッド部の背後には、透過率により異なる強さの波浪が透過し、砂の巻き上げが起こるため、流れの強さが同じでも漂砂移動率は増加している。このような検討の結果、漂砂移動率が従来型とほぼ同等と判断できるケースとして、case1, 2, 4, 5, 8の5ケースがあることが分かった。

漂砂移動率を満足する上記5ケースのコスト縮減額は、case5で1基あたり約5億円と最大であり、全体で約90億円のコスト縮減が見込まれることが分かった。

今後は背後地の安全性の早期回復に向け、上述の検討結果を踏まえ、ヘッドランド®の効率的な諸元の導入についてさらに詳細な検討を行っていきたいと考える。