

人工リーフと緩傾斜堤に関する平成 13 年全国実態調査

野口賢二* ・鳥居謙一** ・人見 寿*** ・笛田俊治****
丸山 準**** ・岸田弘之**** ・山崎真嗣*****

平成 13 年度に国土交通省河川局海岸室は、河川局所管海岸事業において過去 5 年以内に完了もしくは実施中の人工リーフ、傾斜堤を対象とした全国アンケートを実施し、人工リーフ 130 件、傾斜堤 138 件の諸元を収集した。そのアンケート結果から人工リーフは、換算沖波波高 7 m、波形勾配 0.02~0.04 で碎波帯内に設置されていることが多く、設置位置からすると人工リーフの消波効果は、波の天端通過時のエネルギー逸散が主体であることを明らかにした。また、消波ブロックの転用や石材の使用が進んでいないことを明らかにした。傾斜堤については、アクセス性の改善を目的に整備がすすめられているものの、パリアフリー化が進んでいないこと、前浜幅が不足していることを明らかにした。

1. はじめに

2000 年に改正海岸法が施行され、「防護・環境・利用の調和」が海岸保全の目的となり、海岸保全施設の整備に当たっては、従来以上に環境や利用への配慮が重要となった。

海岸保全施設に対する利用・環境上の主な批判として、離岸堤による景観悪化や、直立堤や消波工による海浜へのアクセス阻害が指摘されており、その対応として前者について人工リーフが、後者について緩傾斜堤（護岸含む）が、「改定海岸保全施設築造基準解説」（海岸保全施設築造基準連絡協議会、1987）、「人工リーフの設計の手引き」（以下「手引き」）（建設省河川局海岸課、1992）、「緩傾斜堤の設計の手引き」（建設省河川局海岸課、1989）等に基づき設置もしくは計画されている。

一方、人工リーフや緩傾斜堤は、設計法が確立してからまだ 20 年あまりしか経過しておらず、施工実績を積み重ねていく中で、被災事例や設計法の適応範囲について議論となることがある。さらに、土木構造物の客観性を高め一層合理的な計画・設計のために技術基準に性能規定化が指向されている現状において、人工リーフや緩傾斜堤の性能を明確にすることが必要である。

そこで、技術基準の改定に向けて、人工リーフや緩傾斜堤について全国アンケート調査を行い設置の実態を調べ、研究、基準改正、構造物開発の方向性を探ることを目的とした。

2. 調査方法

平成 13 年に国土交通省河川局海岸室より各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局を通じ各都道府県海岸管理担当部局および直轄海岸工事担当事務所に対して

アンケートを実施した。対象は、過去 5 年以内に完成のものとして計画進行中のものとした。緩傾斜堤が多く設置されているが、その有効性について傾斜堤との比較をするために 1 割以上の傾斜堤を対象とした。人工リーフは 130 件、傾斜堤は 138 件について収集できた。

3. 調査結果

3.1 人工リーフ

a) 設置環境

初めに人工リーフの設置環境（換算沖波波高、波形勾配、設置箇所の海底勾配、設置水深）を整理する。人工リーフの設置および形状に関わる記号の定義を図-1 に示す。

図-2 に計画波の換算沖波波高の累積頻度分布を示す。90%の人工リーフが設計波高として 10 m 未満の範囲を対象としている。これは、人工リーフが波浪制御性能と漂砂制御性能を有しているためと考えられる。

図-3 に計画波の波形勾配の累積頻度分布図を示す。

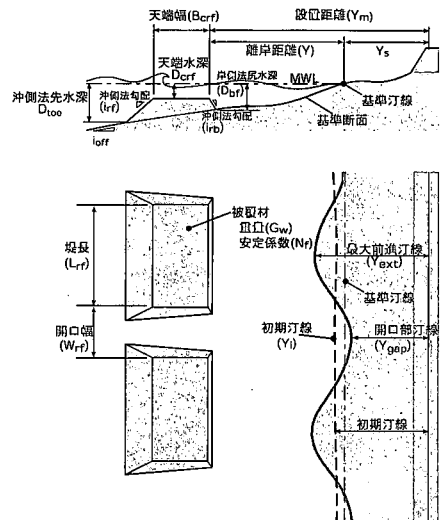


図-1 人工リーフの諸元定義

* 正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所企画課
** 正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所海岸研究室
*** 正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所海岸研究室
**** 国土交通省河川局海岸室
***** 正会員 (財)河川環境管理財団
***** 国土交通省中部地方整備局庄内川工事事務所

「手引き」では天端水深と換算沖波の比が 1.6, 1.3 の場合、波形勾配を 0.04 以上, 0.04~0.03, 0.03~0.02, 0.02 以下に分けて透過率の算定図を掲載しているが、72% の人工リーフが波形勾配 0.02~0.04 の範囲である。図-4 に人工リーフの設置箇所における海浜勾配の頻度図を示す。海浜勾配が 1/30~1/50 に設置されているケースが多い。

図-5 は、天端水深の累積頻度分布図である。90% の人工リーフの天端水深が 1m 以上である。人工リーフの天端水深は船舶の航行を配慮するため、1m 以上を確保することが多いためこのような結果となったと考えられる。図-6 は、換算沖波波高に対する天端水深の比の累積頻度分布図である。「手引き」では、-0.2, 0, 0.2, 0.4, 0.6, 1.0, 1.3, 1.6 の場合における透過率の算定図を掲載しているが、90% 以上の人工リーフが 0.6 未満であった。

図-7 に波形勾配と換算沖波波高に対する設置水深の関係を示す。碎波帯との関係を明らかにするため合田の碎波指標により整理した。人工リーフは計画上碎波帯内に設置されているケースがほとんどで、強制碎波による消波効果よりも碎波後の波が水深の小さな天端を通過する際のエネルギー逸散により消波効果を発揮している。

b) 形状・形態

図-8 に人工リーフの形状を示す。人工リーフの基本的な概念は、珊瑚礁や暗礁、沿岸砂州を模した人工礁、

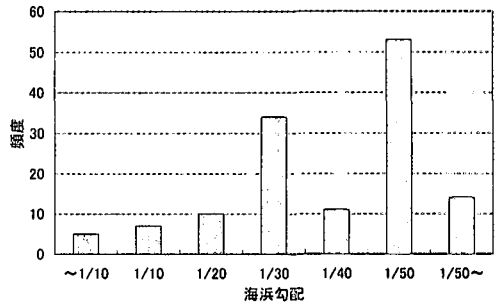


図-4 人工リーフの設置位置における海浜勾配

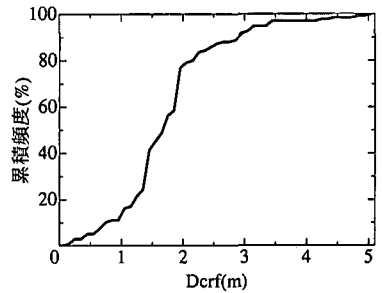


図-5 人工リーフの天端水深

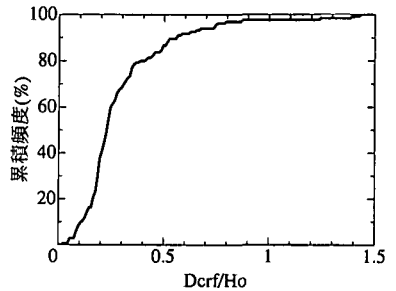


図-6 人工リーフの換算沖波波高一天端水深比

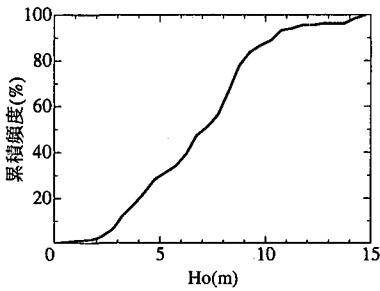


図-2 人工リーフの対象換算沖波波高

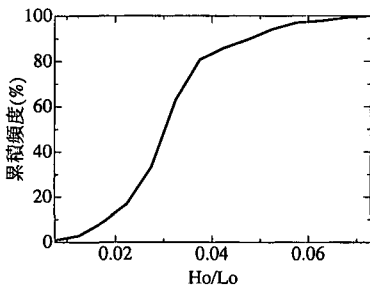


図-3 人工リーフの対象波形勾配

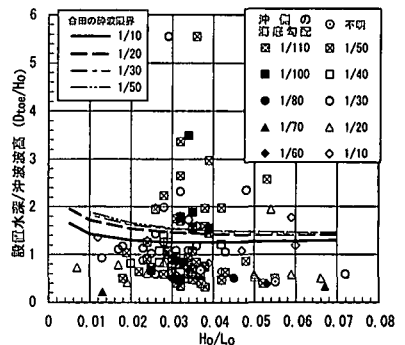


図-7 人工リーフの設置位置と碎波点

人工砂州である。このため断面形状のバリエーションについても台形、もしくは、くさび形が基本型となり、97%がこの形状である。性能、経済性の向上を図るため複断面化やタンデム化したものは3件に過ぎなかった。人工リーフ堤体の被覆材料は、図-9に示すように68%が被覆用ブロックである。コストダウンに貢献すると期待される消波ブロックを用いた人工リーフは、研究が進んでいないことを背景にわずか4%（5件）となっている。今後、環境復元の要請が高まることにより、海浜へのアクセスや景観の改良のために撤去された消波ブロックの有効活用が問題となることが予測され、人工リーフへの転用が有効な手段となると考えられる。また、自然石については、市場性的問題から大半が1tとなっている。自然石を用いた人工リーフについては海藻の定着がよいため漁礁効果も期待でき、「自然共生型海岸づくり」を推進していくためにも、1t以上の石材の入手法の開拓、断面構成の工夫が必要である。

経済性の面から天端の被覆材重量を1～2段階低減することが多いが、沖側の被覆材重量とその低減回数との関係を示したのが図-10である。被覆材の重量が4t～6t以上となると低減化するケースの方が少ないケースよりも多くなっている。しかし、重量が大きい範囲でも「低

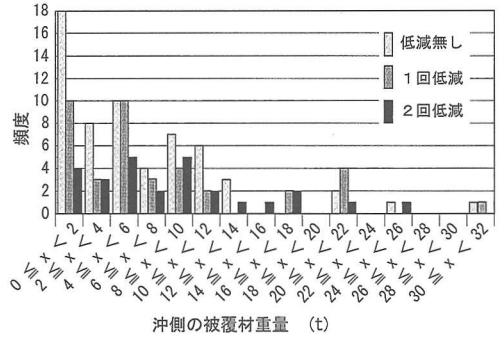


図-10 人工リーフの天端被覆材重量低減回数

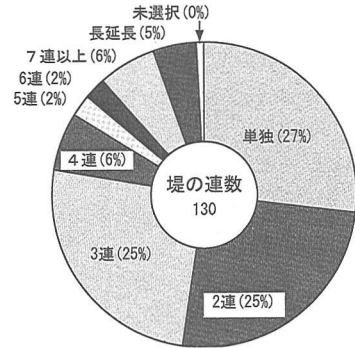


図-11 人工リーフの設置基数

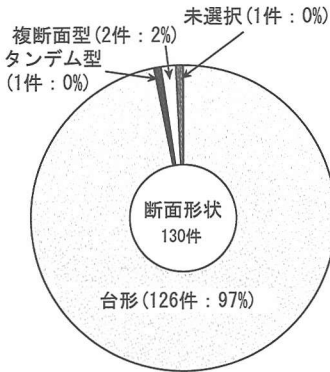


図-8 人工リーフの形状

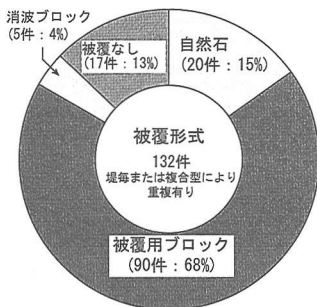


図-9 人工リーフの天端被覆材料

減無し」が残っているのは、数による経済性や型枠数の増加などにより必ずしも低減化が有利になる場合ばかりでないことを示している。

c) 平面形状

図-11に一連の人工リーフの基数を示す。計画において設置される一連の人工リーフは、3基以上を連続して設置する場合はほぼ半数となっている。従来、単独もしくは2連程度、または長連続(宇多, 1990)については検討がなされてきた。しかし、人工リーフの波浪・漂砂制御効果は背後の水理状況、特に水位上昇に依存すると考えられるため、性能を評価する場合には群堤として中央部、端部に分けた評価も必要とされる。

図-12に堤長に対する開口幅の比の累積頻度分布を示す。「手引き」では波浪制御を目的とする場合、開口部は堤長の1/4以下にすることが推奨されており、1/4付近に集中している。また、「手引き」では人工リーフの背後の流況を開口部の幅に対する堤長の比と離岸距離に対する堤長の比により図-13に示す流況のパターンに分類している。図-14は開口部の幅に対する堤長の比と離岸距離に対する堤長の比を整理したものである。これによると、離岸距離に対する堤長の比が1前後に集中しており、結果として流況のパターンは、IとIV、IとIIIの

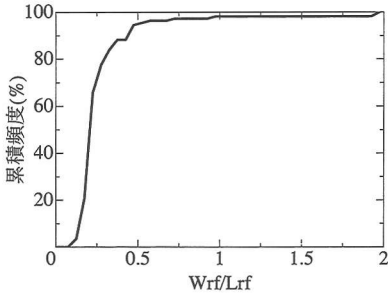


図-12 人工リーフの開口幅一堤長比

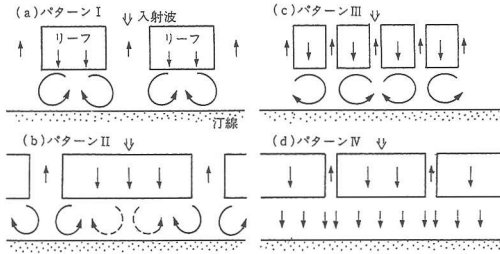


図-13 人工リーフの背後流況分類 (建設省河川局海岸課, 1992)

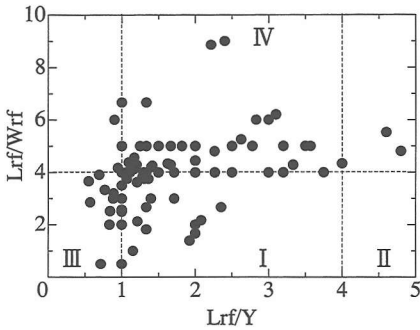


図-14 人工リーフの背後流況

表のり形式は67%が階段型であった。親水性・アクセス性、海浜利用や景観の改善を目的とした傾斜堤の堤敷幅を堤防の比高(堤防天端とのり先の標高差)と表のり勾配から推算したところ、10~20mのケースが多く、最大では45mに達し、結果として海浜の減少を招いている可能性がある。一方、利用者への配慮として手摺が設置されているケースが20%、バリアフリーを考慮しているものは22%に過ぎなかった。

親水性・アクセス性、海浜利用といった「利用」に対してはバリアフリー化が今後の課題である。また、「利用」に特化するあまり「環境」への配慮が不十分になる恐れがあり、「防護・環境・利用の調和」の観点から十分に検討する必要がある。こうした海岸管理者の選択は、海域消波施設の選択が諸般の事情により困難な場合より促進

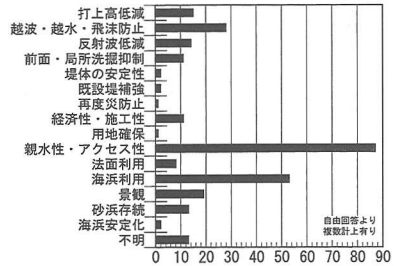


図-15 傾斜堤の採用理由

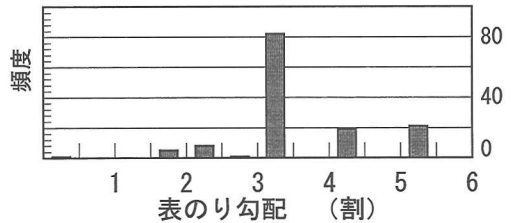


図-16 傾斜堤の表のり勾配

境界付近に集中している。しかし、「手引き」で提案されている流況の分類は、誤判定する可能性が高く、海浜流シミュレーションを併用した判定法の導入が必要である。

3.2 傾斜堤

採用理由を整理したところ、図-15のように親水性・アクセス性、海浜利用や景観を主目的とするケースが多い。これは、既設の直立堤の改良において越波防止とともに既設消波工の撤去により親水性・アクセス性、海浜利用や景観の改善を図ろうとする海岸管理者の意識のあらわれと考えられる。

図-16に示すように調査対象となった傾斜堤のほとんどが3割以上の緩傾斜堤であり、図-17に示すとおり

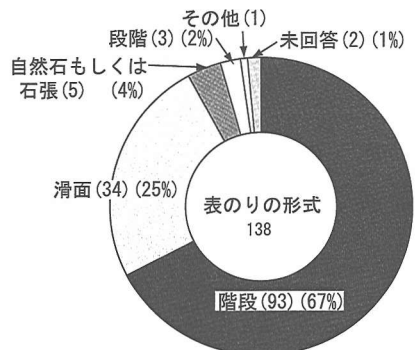


図-17 傾斜堤の表のり形式

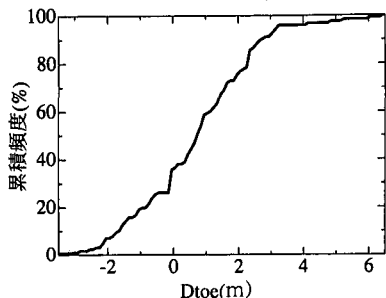


図-18 傾斜堤ののり先標高

されるとともに、「アクセス性の改善」=「緩傾斜堤化」といった固定観念によるものである。消波護岸（複断面化）、緩勾配斜路の活用など多用な選択肢の検討が必要である。

図-18にのり先の標高を示す。「緩傾斜堤の設計の手引き」では、a)最近になって急速に侵食がすすみつつある天然砂丘、浜崖の全面に狭い前浜をつぶして緩傾斜堤を設置しようとする場合、b)沿岸漂砂が著しい海岸の汀線付近に新設しようとする場合、c)磯浜で堤脚位置が汀線となる場合、d)前浜が狭く、背後に家屋等が密集していて、大量の越波が予想される場合、には採用が不相当であるとしている。しかし、実態としては汀線付近に法先が位置するケースも見られ、堤脚部の補強等必要な対策を講じる必要がある場合もある。

4. 結 論

1) アンケート結果によれば人工リーフは、換算沖波波高7m、波形勾配0.02~0.04で碎波帯の内側に天端水深1~2m、台形形状で天端がブロックにより被覆された連続堤として設置されていることが多い。

2) 人工リーフの消波機能は、設置位置からすると碎波後に天端上を波が通過する時に生じるエネルギー逸散による効果が高い。

3) 人工リーフにおいて環境との調和を推進する上で重要となる石材や既設消波ブロックの活用や効率化のための断面の改良が進んでいない。

4) アンケート結果によれば、傾斜堤は表のり勾配3割の階段形式が多く、近年完成もしくは進行中のものほとんどがアクセス性を目的としているが、バリアフリー化が進んでいない。

5) 緩傾斜堤防ののり先が汀線付近となっていることが少なくない。緩傾斜堤の設置にあたっては、「利用」とともに「環境」へ配慮が重要であり、特に設置後の砂浜幅に留意する必要がある。

参 考 文 献

- 海岸保全施設築造基準連絡協議会 (1987): 改訂海岸保全施設築造基準解説, 全国海岸協会, pp. 222-227.
- 建設省河川局海岸課 (1989): 緩傾斜堤の設計の手引き, 全国海岸協会, 48 p.
- 建設省河川局海岸課 (1992): 人工リーフの設計の手引き, 全国海岸協会, 94 p.