

緩傾斜護岸の望ましくない使用法とその是正法

UNDESIRABLE USAGE OF GENTLY SLOPING REVETMENT AND ITS CORRECTION METHOD

宇多高明¹・芹沢真澄²・三波俊郎³・古池 鋼³・清野聡子⁴

Takaaki UDA, Masumi SERIZAWA, Toshiro SAN-NAMI, Kou FURUIKE and Satoquo SEINO

¹ 正会員 工博 国土交通省土木研究所河川部長 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1)

² 正会員 海岸研究室 (有) (〒160-0011 東京都新宿区若葉 1-22 ローヤル若葉 208 号)

³ 海岸研究室 (有) (同上)

⁴ 正会員 農修 東京大学大学院総合文化研究科広域システム科学科 (〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1)

Undesirable usage of gently sloping revetment was investigated taking the cases on the Kaike coast in Tottori Prefecture and the Kitanowaki coast in Tokushima Prefecture as the example. On these beaches, gently sloping revetment was built in front of the existing vertical seawall resulting in narrowing of natural sandy beach. The reason is due to the fact that construction works in order to enhance coastal environment are only possible in the narrow coastal preservation zone designated by law. This issue is summarized by the relationship between the locations of the shoreline, foot of sloping revetment and seawall. Correction method is shown.

Key Words : Gently sloping revetment, coastal environment, field observation, Kaike and Kitanowaki coasts

1. まえがき

美保湾に面した鳥取県の皆生海岸は、離岸堤群の建設によって広い砂浜が蘇ったことで有名である^{1) 2)}。この海岸では15基の離岸堤が建設され、それぞれの離岸堤の背後には見事なトンボロが形成された。1999年11月18日、久しぶりに皆生海岸を訪れたところ、離岸堤開口部の湾入汀線を埋めるようにして緩傾斜護岸が設置され、それによって折角形成された砂浜が切り取られ、自然の砂浜の景観を著しく害していることが見出された。一見すると問題は単純であり、単に緩傾斜護岸の設計上における配慮不足のように思われたが、現地状況をつぶさに観察するうち、これがかなり本質的問題点を有しており、他の多くの海岸でも同じ問題が発生する可能性が高いことに気付いた。このことから、以下では現地状況写真などをもとに離岸堤開口部における越波対策としての緩傾斜護岸建設の是非について考察する。

また、2000年11月10日には徳島県南部に位置する北の脇海岸の現地踏査を行う機会があり、その際、皆生海岸と同様、既設直立護岸の前面にある貴重な砂浜をつぶすようにして緩傾斜護岸が建設されている状況が観察された。筆者ら³⁾は、護岸前面の砂浜幅が狭い海岸における緩傾斜護岸の建設は多くの問題を含むことをすでに

指摘したが、同様な問題は各所で見られ、一般常識とかけ離れた工事が繰り返されていることから改めてこの問題について考察する。その場合これら2海岸の事例を参考とするものの、できる限り一般的な考察を加える。

2. 現地調査を行った海岸の概況

1999年に現地調査を行った皆生海岸は図-1に示すように鳥取県西部に位置し、美保湾に面している。日野川河口の西側に広がった海浜であり、離岸堤群の建設によって図-2に示すようにトンボロが形成されている⁴⁾。現地踏査は図の右端(日野川河口)より、5番目の離岸堤までの範囲で行った。

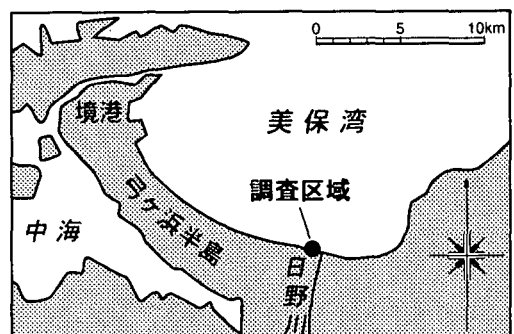


図-1 鳥取県の皆生海岸の位置

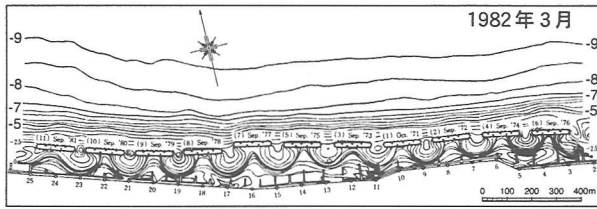


図-2 皆生海岸の離岸堤群とその背後に形成された
トンボ口

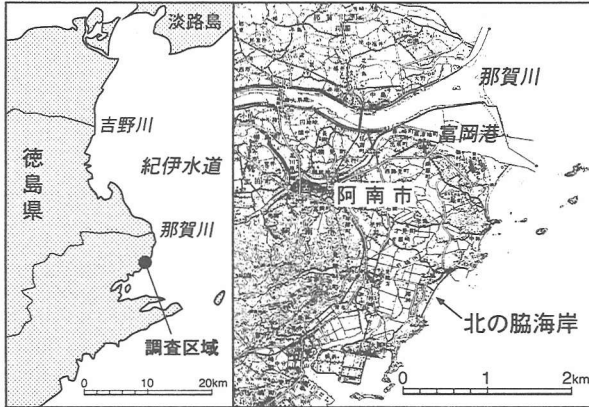


図-3 徳島県北の脇海岸の位置



写真-1 1, 2号離岸堤の開口部の湾入汀線と
そこに造られた緩傾斜護岸

一方、2000年11月に現地踏査を行った北の脇海岸は、図-3に示すように徳島県南部、那賀川河口の南側約4.5 kmに位置し、南北両端を岩礁で区切られた延長約1.2 kmの砂浜海岸である。海岸線の走行方向はほぼ SSW ~ NNE方向であり、南側の海域には巖崎および蒲生田岬、さらにはそれに続く島々があって、遮蔽されるため外洋波浪の直接的な作用を受けにくい海岸である。

3. 皆生海岸での緩傾斜護岸の問題点

(1) 離岸堤の開口部に建設された緩傾斜護岸

写真-1は図-2に矢印で示す離岸堤開口部の状況を東側から撮影したものである。離岸堤開口部の大きな湾入汀線の底、すなわち最も砂浜幅が狭い部分に緩傾斜護岸が造られている。離岸堤の消波効果と端部からの波の回折効果によって湾入汀線が形成されたのであるが、この



写真-2 緩傾斜護岸ののり先状況



写真-3 緩傾斜護岸の西端部



写真-4 写真-3よりやや海側を望んだ状況

湾入汀線は開口部からの進入波浪に対して湾入することによって安定な形状になっている。このような曲線状の汀線に対して、背後の直線的な護岸線と平行に、かつ護岸から前出しする形で緩傾斜護岸が建設されたために、緩傾斜護岸ののり面が海に著しく突出することになった。

緩傾斜護岸にさらに接近して撮影したのが写真-2である。この部分は常時波浪の作用に晒されるとともに、冬季風浪時には高波浪の直接的作用を受けるために、護岸のステップの表面がはがれ落ちるとともに、水面に近い部分では生物がびっしりと付着している。こうした状況ではステップの先端に近づくことは転倒の危険から



写真-5 離岸堤未設置区間に設置された緩傾斜護岸



写真-6 写真-5の緩傾斜護岸を西向きに撮影

不可能であった。これと同じ状況についてはすでに宇多ら³⁾が報告したように各地で観察される。

写真-2に示す緩傾斜護岸の西側端部の巻き込み部は、緩傾斜護岸のステップが円形に巻き込まれて造られている。ここでは写真-3およびそれよりわずかに海側を向いて撮影した写真-4に明らかなように、海側に突出した緩傾斜護岸が沿岸漂砂の移動を突堤のように阻止すると同時に、緩傾斜護岸のステップ上にうちあがった海水が緩傾斜護岸の端部へと流れ落ちる構造を有しているため、護岸端部の海浜が大きくえぐり取られている。これらによってもともと存在した砂浜海岸と比較して環境条件は明らかに低下している。

(2) 離岸堤未設置区間に造られた緩傾斜護岸

離岸堤群の東側、図-2の右端付近の離岸堤未設置区間では、写真-5に示すような曲面構造を有する緩傾斜護岸が設置されていた。この緩傾斜護岸は写真-1、2に示した離岸堤開口部に設置されたものと比較してはるかに多くのステップを有している。写真-6は、写真-5と逆方向から緩傾斜護岸を撮影したものである。水面から約10段までは海水に濡れており、写真-2と同様に生物付着も進んでいる。写真-5では釣り人がこの緩傾斜護岸を利用しているが、直立護岸の天端から直接階段が海に突っ込んでいる点は、異様な雰囲気有している。そもそもこ



写真-7 北の脇海岸の西端近傍から東側の直立護岸と砂浜の区域を遠望



写真-8 環境整備事業によって建設された緩傾斜護岸上部の展望台

の緩傾斜護岸が親水性を保ち、汀線へのアクセス確保のために造られたものとするれば、その目的は果たされていないと考えられる。緩傾斜護岸の沖合には護岸ののり先と平行に消波ブロックが設置されているが、このような天端高の消波工では消波効果はほとんど期待できない。したがって緩傾斜護岸への波の高いうち上げは今後とも継続しよう。

4. 北の脇海岸での緩傾斜護岸の問題点

写真-7は北の脇海岸の中央やや南側から北向きに海岸状況を撮影したものである。海岸線に沿って直立護岸が延びている。背後地には松林があり、また護岸前面には幅が20m程度の砂浜が広がっている。しかし護岸前面の砂浜は満潮時の波の遡上範囲に含まれているため、護岸前面には植生帯は存在しない。また、護岸が高いため、海岸護岸から直接海浜へと下ることはできないので、所々階段が取り付けられている状況が写真から見て取れる。北の脇海岸は両端を岬で区切られているため、汀線の変動はあるもののほぼ安定な海浜と考えられる。

写真-7の撮影位置から南側に移動すると、写真-8に示すように直立護岸が改築されるとともに海岸護岸の天端高と同じ高さを有する展望台(テラス)が新設され、そ



写真-9 写真-8に示す緩傾斜護岸ののり先部

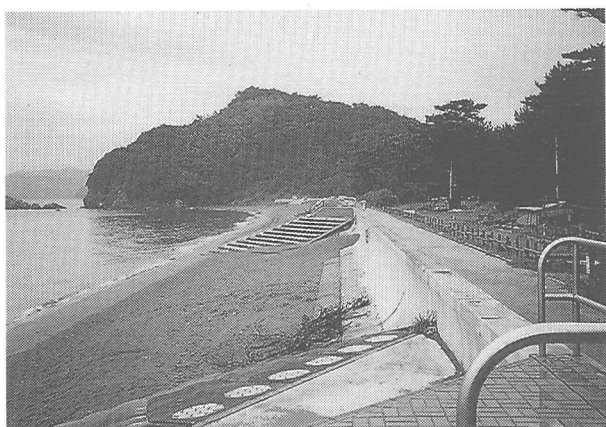


写真-10 北の脇海岸の西端部と砂浜を埋めて造られた緩傾斜護岸の天端部分



写真-11 写真-10に示す緩傾斜護岸ののり先部

の天端から写真-9に示すように緩傾斜護岸が造られていた。写真-10は北の脇海岸の南端部を望みつつこの展望台付き緩傾斜護岸の南側端部を撮影したものであるが、既存の海岸護岸の天端から展望台が大きく前出しされていることが分かる。また前方には同様な護岸が見える。写真-11は緩傾斜護岸の斜面部分である。斜面上の階段部分が汀線を横切って海中まで張り出し、この結果前浜は完全にコンクリートによって覆われた。護岸の天端高と同じ高さを有する展望台が前出しされた分、緩傾斜護岸ののり先が沖側にさらに突出することになった。

一連の工事は、用地が限られる中で展望台を造って景

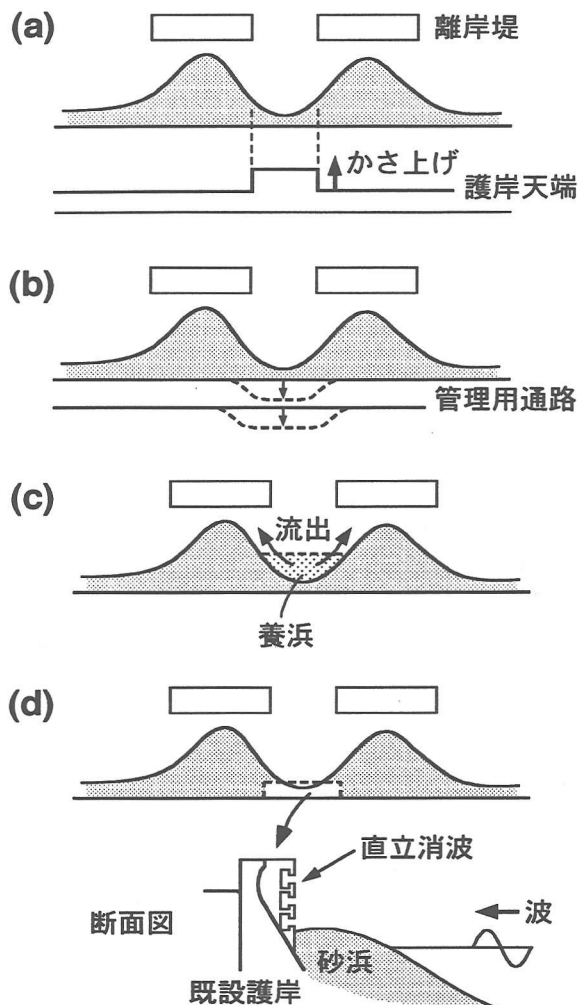


図-4 陸岸付近での越波対策の各種案

観に配慮しようとしたこと、また汀線へのアクセスの改良を目指したと思われる護岸の緩傾斜化によって海浜地の喪失を招いたと言える。このような自然海浜の人工海岸化は貴重な環境を保全していくという考え方と全く逆であり、海浜の環境に興味を持った人々には全く理解されない方法と考えられる。いわば環境保全の名目で海浜地のコンクリート化（人工化）を進めていることに他ならない。ただ、砂浜で靴を汚さずに汀線近くまで到達できてよい、また汀線へは出ずに海だけを眺めるのであれば展望台も役立つと考える人もいるかも知れない。

5. 離岸堤開口部対策の一試案

離岸堤開口部における緩傾斜護岸の設置は表面的には単なる失敗例として見られるが、実は根深い問題点を有している。以下模式図を用いて考察する(図-4参照)。そもそもこの位置に緩傾斜護岸が造られた理由は、離岸堤開口部の、最も前浜が狭い場所の背後にある旅館から海岸管理者に対して冬季風浪時の越波やしぶきの防止を図ってほしいとの申し入れがあったことに始まる。現況の離岸堤は堤長が150m、開口幅が約40mであるから、

冬季風浪時にはかなり高い波浪が開口部より直接進入し、前浜が最も狭い場所で直立護岸に衝突して越波が起こるのである。こうなるのは離岸堤の特質上しかたがないことであるが、旅館の管理者は納得しない。

こうした場合、大きなコストがかかることを許容するのであれば種々の工夫が可能である。例えば、離岸堤の開口部沖に別の離岸堤を建設する案や、開口部に潜堤を造る案などが常識的には考えられる。しかし、これらには多くの経費がかかること、また景観やその効果の担保に問題が残ることなどから、ここではこれらを対象とせず、陸岸で対応できる工法に限定して考える。

第1案は、図-4(a)に示すように、開口部の前浜が狭い場所だけ護岸の天端高を嵩上げすることである。この方法は一番安価である。しかし、一方では旅館から海側の眺望が失われるという苦情が出る可能性がある。また、海岸保全施設の天端高は一定区間で一定とするというルールに反することになるので採用はなかなか難しい。また、図-4(a)に示す嵩上げ護岸の高さにそろえてこの区域全体の護岸の天端高を上げるという案もあり得るが、その場合にはほかの場所にある旅館からも景観の確保から見て苦情が寄せられるに違いない。

第2案は、護岸の天端高を高める代わりに、図-4(b)に示すように、護岸の法線を開口部では陸側に後退させ、護岸前面の砂浜幅を広げることである。離岸堤周辺での海浜形成のメカニズムから考えるとこの方法は合理性を有しているが、新たに必要となる用地を確保するために背後の旅館の立ち退きが必要となつて実際には採用が困難であろう。

第3案は、図-4(c)に示すように開口部を中心として養浜を行い、前浜幅を広げることである。しかし、現況の汀線形状と前浜幅は離岸堤との関係において既に安定な形状になっていることから、そこに土砂を投入してもその土砂は必ず流出するのでこれは対策にはならない。

第4案は図-4(d)に示す案である。すなわち、開口部の前浜が最も狭い場所に消波施設を造り、そこで進入波浪のエネルギーの低減を図ることである。既設の緩傾斜護岸もこの考えに基づいて造られたと推定される。そして緩傾斜護岸が階段式であったがゆえにそれなりの消波効果は発揮されたものの、もしのり面が抵抗の少ないもので造られておれば、かえって越波が助長されることもあり得る。いずれにしても、前浜が最も狭い位置に緩傾斜護岸を造れば、のり面長が長いために緩傾斜護岸ののり面が海側へ大きく突き出ることになる。これは緩傾斜護岸ののり先の安定性低下を招き、護岸の被災を助長することになる。したがってこの位置に消波施設を造るにしても、直立型の消波形式にするなどの工夫を行い、しかもそれでいて周辺の砂浜景観にもなじむような施設を設計する必要がある。港湾や漁港の防波堤で使われるような直立式に近い形式の護岸を設置することが必要と考えられる。

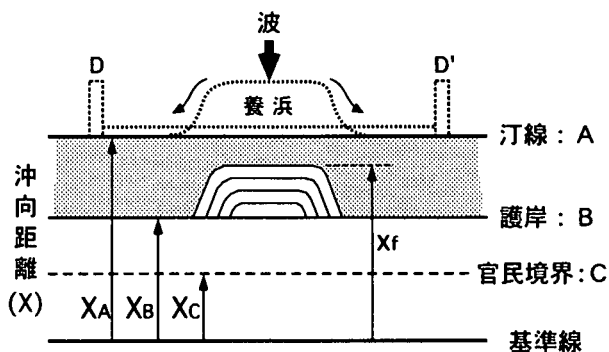


図-5 海岸の区域設定

6. 緩傾斜護岸に関する一般的考察

皆生海岸と北の脇海岸で見られた緩傾斜護岸の問題は、単にこれらの海岸のみで見られる現象ではなく、同様な事例は全国至る所で見られる共通の現象である。したがって皆生海岸と北の脇海岸の局所的問題として取り上げる限り類似の事例は増加することはあっても同じ誤りをなくすることはできないと考えられる。そこで以下では状況を一般的に把握し、問題点の所在を明らかにする。

一般に海岸の区域設定は図-5のようにまとめられる。海岸線と平行に基準線を定めたとき、汀線までの距離を X_A 、護岸線までの距離を X_B 、護岸背後の官民境界までの距離を X_C とする。このとき海浜幅は $X_A - X_B$ で与えられる。一般の海岸工事においては官民境界 C の設定に強い制約があり、その線より海側で工事が行われる。図-5の模式図に示す海岸で工事が行われる場合を考える。

新海岸法のもとでは海岸の保全のみならず、環境や利用にも配慮すべきことが謳われている。しかし用地幅 ($X_A - X_C$) が十分広くなく幅が限られている場合、単に親水性や汀線へのアクセスの改良をもって海岸の環境や利用、さらには景観への配慮が可能と考えることは誤りである。実際には用地幅が限られている場合には、それらの行為は自然環境を犠牲にすることにつながっていく。

このような海岸において旧来の直立護岸を緩傾斜護岸に改築とする。その場合緩傾斜であるがゆえに、緩傾斜護岸ののり先は現況の護岸線より必ず沖側に出る。その位置を x_f とする。この場合、直立護岸を緩傾斜化するという行為は、結果的に砂浜幅を $X_A - X_B$ から $X_A - x_f$ まで狭めることになる。すなわち護岸を緩勾配化するために貴重な砂浜をコンクリートで覆うことになる。また一般に汀線位置は短期的・長期的に変動しているから、 $X_A - x_f \leq 0$ という場合も出てくる。この場合、緩傾斜護岸ののり先が直接海へ突っ込むために、裏込め土砂の流出→ブロックの沈下という災害が起こりやすくなり、またブロック面が生物付着や濡れることによって滑り

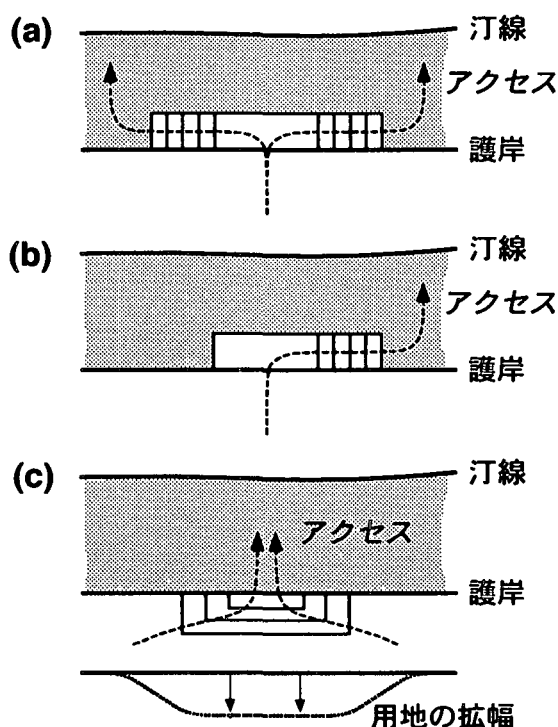


図-6 海岸護岸から海浜地へのアクセス確保の方法

易くなって利用上問題が起こるだけではなく、なによりも大事なことは貴重な砂浜の消失を促進したことになる。

これらは X_A と x_f の相対的問題であるから、緩傾斜護岸が海浜に突き出た長さ分($x_f X_B$)だけ汀線を沖側に移動させればよい、と簡単に思われるかも知れない。これは養浜の考え方である。図-5において前出しされた緩傾斜護岸の前面に砂を投入して汀線を前進させるのである。この場合2つの新たな問題が起こる。第1は汀線近傍に土砂を投入すれば海浜勾配がもとの勾配より急になるため選択した粒径に見合うような縦断形の変化(縦断方向の侵食・堆積)が起こって期待通り砂浜幅を確保することはかなり難しいこと、第2には局所的に汀線が突出したために図示するように両側に向けた沿岸漂砂が発生し、養浜箇所には砂は止まらず、両側へと流出することである。汀線を前進させるには両側に突堤状の施設D、D'を設けなければならない。しかしそこまでして緩傾斜護岸を造りたいがために海浜幅を広げることにどれだけの意味があるか疑問である。

直立護岸は海浜地へのアクセスを妨害することは確かにあり得る。しかし単にアクセスの確保のみであれば図-6(a)、(b)のように片側もしくは両側に護岸線と平行な階段をつければ十分であるし、あるいは図-6(c)のように護岸線より陸側に階段を造るという考え方もあり得る。この場合護岸背後の官民境界間の空間は、海岸管理用車両の通路として使われているのが一般なので、通行を妨げないようにするには図-6(c)のように陸側に突出する部分の用地を買収する必要がある。

侵食性の海岸においてはさらに問題が起きやすい。侵

食性海岸とは、時間経過とともに X_A が減少しつつある海岸のことである。すなわち $X_A - X_B$ が時間的に減少しつつある海岸であるから、そのような海岸で緩傾斜護岸ののり先を海側に突出させることは、砂浜幅($X_A - x_f$)を自然的要因のみではなく人工的要因によっても急速に減少させることになる。

一方、皆生海岸の離岸堤未設置区域での緩傾斜護岸の建設は、汀線近傍の浅海の埋め立てを行うことに等しく、沿岸域生態系の劣化を招くと考えられ、しかも階段状の施設を建設しても生物付着などによって汀線付近まで下りられないとすれば何のための工事が分らなくなる。

新海岸法では海岸の保全だけではなく、海岸の環境や利用への配慮も十分行うべきとされている。北の脇海岸での緩傾斜護岸の建設は、新海岸法の精神を部分的に取れば海岸の景観を安全に楽しむ方策であり、また直立護岸から汀線へのアクセスの改良に繋がったのであり、そのため一部の砂浜が狭まったのはしかたがない、と強弁することも可能であろう。しかし、世界のいずれの国を見てもそのような例を見出すのが困難なような緩傾斜護岸による砂浜の喪失を招き、波浪に対して脆弱な施設を造る方法の正当化は理屈に合わないと思う。

以上のことから、直立護岸を緩傾斜化することは本来最も大切な緩衝帯としての砂浜を失い、砂浜およびその近傍における生態系を破壊する恐れが大きいのでこうした可能性が大きい場所での使用はやめるべき、と筆者らは考える。

7. あとがき

現在、各種行政については情報公開が進んできており、工事を進めるに当たっては住民合意が必要となっている。こうした状況下では、達成目的と実際とが大きく異なる、海浜幅が狭い海岸での緩傾斜護岸の建設は多くの住民からクレームを付けられる可能性が大きい。その場合、満足な回答が出せないような工事を行うことは工事主体の信頼度の低下を招く恐れが大きい。その意味で緩傾斜護岸の建設はそれによって得られるものと失われるものについて十分な検討をした上でなければ使用してはならない工法と考えられる。

参考文献

- 1) 豊島 修, 定道成美: 皆生海岸におけるトンボロと海底変形, 第21回海岸工学講演会論文集, pp.167-172, 1974.
- 2) 豊島 修: 離岸堤設置による海底変形, 第24回海岸工学講演会論文集, pp.185-189, 1977.
- 3) 宇多高明, 芹沢真澄, 三波俊郎, 古池 鋼, 清野聡子: 緩傾斜堤に係わる様々な問題点の整理, 海洋開発論文集, 第15巻, pp.523-528, 1999.
- 4) 宇多高明: 日本の海岸侵食, 山海堂, p.442, 1997.