

利用に配慮した緩傾斜護岸への改良法

IMPROVEMENT OF GENTLY SLOPING REVETMENT TO ENHANCE COASTAL USE

長谷川雅紀¹・小林昭男²・宇多高明³・野志保仁⁴・星上幸良⁵・沢村敦人⁶
Masanori HASEGAWA, Akio KOBAYASHI, Takaaki UDA, Yasuhito NOSHI,
Yoshiyuki HOSHIGAMI and Atsuto SAWAMURA

¹Scuola Leonardo da Vinci (via Bufalini 3, 50122 Firenze-Italia)

²正会員 工博 日本大学教授 理工学部海洋建築工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

³正会員 工博 (財) 土木研究センター理事なぎさ総合研究室長
(〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4 タカラビル)

⁴学生会員 日本大学大学院理工学研究科海洋建築工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

⁵正会員 博(工) 国際航業(株) 防災統括部 (〒191-0065 東京都日野市旭が丘3-6-1)

⁶日本大学理工学部海洋建築工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

Methods improving the gently sloping revetment to enhance coastal use were investigated through field observations along ten coasts in Chiba Prefecture. The shapes of the revetment such as slope and height of step were measured. For use of the gently sloping revetment as steps, the height less than 20cm is preferred, whereas for the use as the chair step, height larger than 20cm is preferred. Uneven surface of the revetment in the longshore direction is not recommended for use. A method attaching a wooden chair to the revetment for the use of the steps is proposed to avoid strong heat conduction from the concrete surface in summer.

Key Words : Gently sloping revetment, use of steps, improvement, attachment of wooden chair

1. はじめに

全国各地に建設された緩傾斜護岸は、防護機能、海へのアクセスや休息の場としての利用、あるいは海水に触れるなどの親水性に配慮して造られた¹⁾。しかしこれらの緩傾斜護岸の多くでは、のり先への生物付着により滑りやすくなる状況、飛砂により護岸が埋まる状況、のり先に波が作用して越波が著しい状況、あるいは砂浜と緩傾斜護岸との段差が大きくアクセスしにくい状況などが見られ、海岸に訪れた人が真に緩傾斜護岸を快適に利用しているか否かは疑問である²⁾。そこで本研究では、緩傾斜護岸の形状・材質、利用状況について現地調査を行い、現状把握の上で利用しやすい緩傾斜護岸の改善案を提案する。

ビーチ計画・設計マニュアル³⁾によれば、緩傾斜護岸の設計において配慮すべき事項として、①高波・高潮を有効に防ぐ、②海浜への人々の出入りを妨げない、③背後域からの眺望を妨げない、④護岸上を展望や散策の場として有効に利用し得る、⑤海浜への車の侵入等の異質な行動を締め出し得る、⑥波力や前面脚部の洗掘等に対して構造上安定である、

などがある。本研究ではこれらのうち②、④の利用に係わる事項に着目して検討するものである。

2. 現地調査

現地調査は、図-1に示すように千葉県房総半島に位置する海岸で、緩傾斜護岸が設置されており、しかも利用客の多い10海岸を対象とし、2005年7月



図-1 現地調査を行った海岸

21日、22日および2005年8月19日に現地調査を実施した。これらの海岸で緩傾斜護岸の形状と利用状況を調査した。その場合、護岸形状を階段型とスロープ型に分類し、スロープ型の場合は勾配を測定した。また階段型の場合は蹴上げと踏み面の寸法、および踏み面の勾配を計測した。また緩傾斜護岸の利用状況を撮影した。さらに調査員が緩傾斜護岸の利用を試み、利便性や問題点を調査した。さらにブロックの横幅、縦幅、高さを測定し、カタログを用いてブロック製作メーカーを特定した。

3. 緩傾斜護岸の実態

(1) 野手海岸

野手海岸は九十九里浜北部の、新川河口南側に位置し完全に人工化された海岸である。1970年代初頭まではきれいな砂浜があったが、その後侵食が進み現在に至っている。野手海岸にはほとんど前浜はなく、緩傾斜護岸ののり先には生物が付着し滑りやすくなっていると同時に、のり先に波が作用してブロックが崩れていた。海岸北部の緩傾斜護岸は、**図-2**のように一段の踏み面が65cm、蹴上げが18cmの形状を有していた。この護岸ではブロック間に大きな穴があり利用しにくかった。また海岸南部では**図-3**のように一段の踏み面が142cm、蹴上げが29cmの形状の緩傾斜護岸も設置されていたが、沿岸方向1列おきに交互にずらしてブロックが配列されていたため沿岸方向の移動に不便であった。

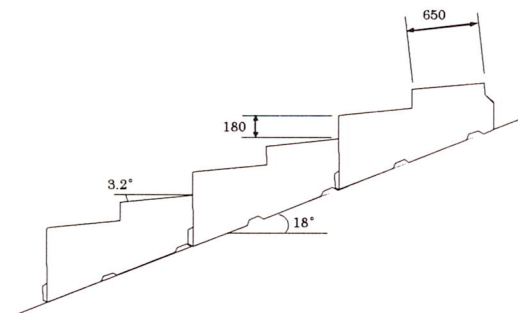


図-2 野手海岸北部の緩傾斜護岸の断面形

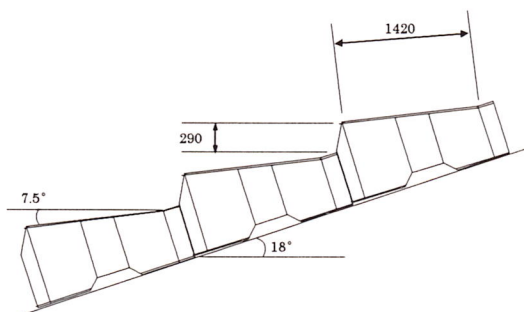


図-3 野手海岸南部の緩傾斜護岸の断面形

海岸は海底勾配が緩いために干潮時は砂浜が広いが、満潮時には護岸ののり先にまで波が作用する状況にある。**図-4**は一宮海岸の緩傾斜護岸の形状であるが、蹴上げが31cm、踏み面が154cmであった。

(3) 日在浦海岸

日在浦海岸は夷隅川河口から大原漁港に至る延長4.3kmの砂浜海岸で、海岸に沿って保安林が続いている。砂浜は広く緩傾斜護岸、ボードウォークや駐車場など海水浴客が利用しやすいよう整備されていた。**図-5**は海岸西部に設置されていた緩傾斜護岸の形状であるが、24°の急勾配のスロープ型で、座るあるいは歩くなどの利用には向いていなかった。またこの勾配の場合、飛砂により護岸上に砂が堆積していた場合、足を滑らせる危険があった。また砂浜へのアクセス確保のために階段が設置されていたが、その間隔が約100mおきであり、また階段の蹴上げも踏み面も小さく利用しにくかった。一方、海岸東部にある護岸では、**図-6**のように蹴上げが20cm、踏み面が75cmの形状のものもあった。

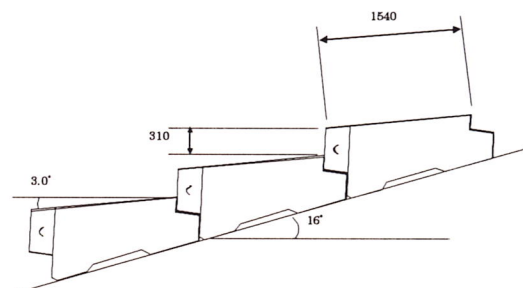


図-4 一宮海岸の緩傾斜護岸の断面形

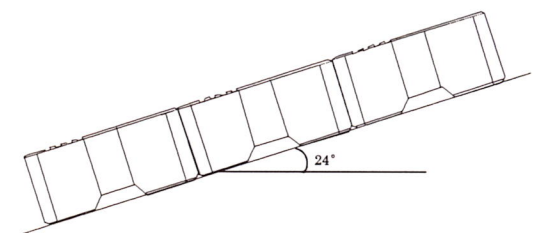


図-5 日在浦海岸西部の緩傾斜護岸の断面形

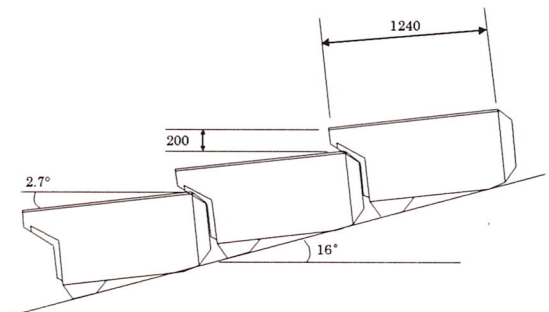


図-6 日在浦海岸東部の緩傾斜護岸の断面形

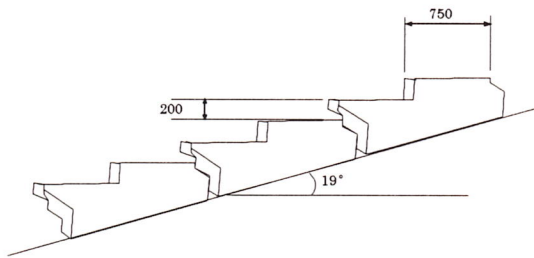


図-7 興津港海岸の緩傾斜護岸の断面形

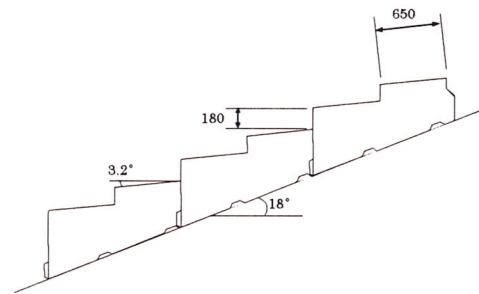


図-10 白渚海岸の緩傾斜護岸の断面形

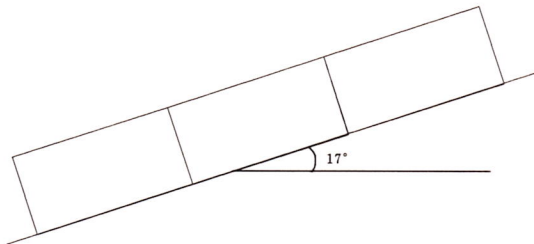


図-8 東条海岸北部の緩傾斜護岸の断面形

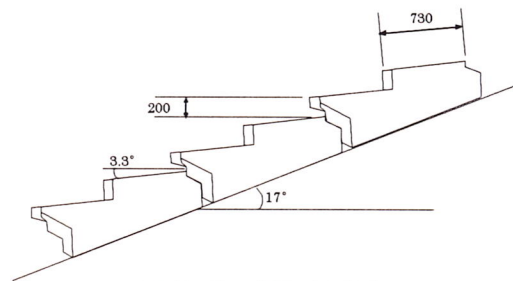


図-11 千倉海岸の緩傾斜護岸の断面形

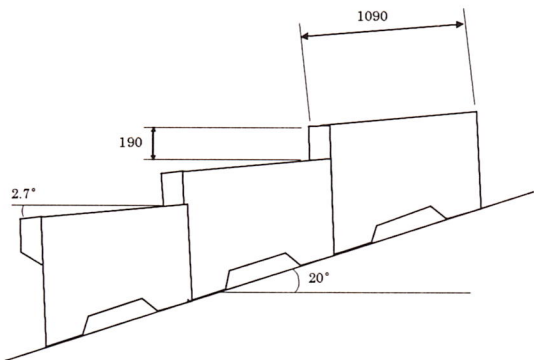


図-9 東条海岸南部の緩傾斜護岸の断面形

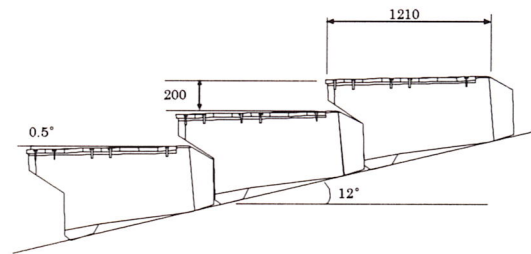


図-12 北条海岸の緩傾斜護岸の断面形

(4) 興津港海岸

興津港海岸では、養浜による砂浜の復元とともに、周辺の自然景観に配慮した施設整備が進められてきた。図-7は興津港海岸の緩傾斜護岸であるが、蹴上げが20cm、踏み面が75cmの形状を有していた。ここではブロックの踏み面が水平なため歩き易かった。

(5) 東条海岸

東条海岸は房総半島南部に位置する。砂浜と保安林の間には長い距離にわたって緩傾斜護岸が設置されている。海岸利用は、海水浴・サーフィン・釣り等多様化しており、夏季には花火やイベントも行われ緩傾斜護岸を活用する人は多い。図-8は東条海岸北部の緩傾斜護岸であり、勾配17°のスロープ型であった。この護岸を利用している人はおらず、平坦な護岸天端が座るなどの利用に供されていた。一方、南部には図-9の緩傾斜護岸が設置されており、ここでは蹴上げが19cm、踏み面が109cmの形状をしていた。

(6) 白渚海岸

白渚海岸は、和田漁港に接し磯場と砂浜が混在する海岸である。シーズンを通してサーフィンの利用者が多く、夏季には付近の宿泊客による磯遊び等で親しまれている海岸である。白渚海岸の緩傾斜護岸はスロープ型であり、図-10のように蹴上げが18cm、踏み面が65cmであったが、ブロック間に隙間があり、その隙間が間詰め石で埋められていた。

(7) 千倉海岸

千倉海岸は全長2.3kmの海岸で、背後域には保安林を有し、夏季の海水浴・避暑地として多くの人々が訪れている。千倉海岸の緩傾斜護岸は、図-11のように蹴上げが17cm、踏み面が98cmであった。

(8) 北条海岸

北条海岸は、夏季には海水浴、花火大会などで賑わう海岸であり、館山湾に位置するため波が穏やかな海岸である。図-12は北条海岸の緩傾斜護岸であるが、蹴上げが20cm、踏み面が121cmの形状をしていた。この場合の特徴は護岸の踏み面に木が貼り付

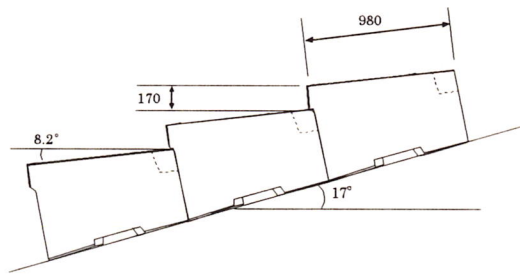


図-13 上総湊海岸の緩傾斜護岸の断面形

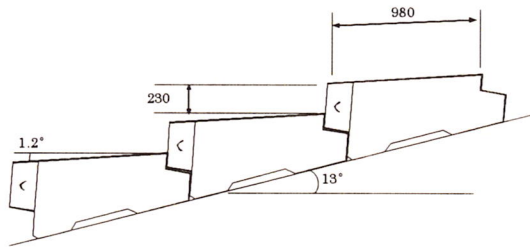


図-14 勝山海岸の緩傾斜護岸の断面形



写真-1 階段型緩傾斜護岸の踏み面の勾配

けてあり、歩き易くなっていたことである。

(9) 上総湊海岸

上総湊海岸は主として当地域で活動する小型船を対象とする船だまりとして利用されている。また海水浴場としての機能と海岸環境の向上を図るため階段型緩傾斜護岸と離岸堤が整備されている。図-13は上総湊海岸の緩傾斜護岸であり、蹴上げが17cm、踏み面が98cmであった。

(10) 勝山海岸

勝山海岸は遠浅で波も穏やかな海岸である。1988年より環境整備事業で景観に配慮した突堤や階段型緩傾斜護岸の整備が進められた。図-14は勝山海岸

の緩傾斜護岸であるが、蹴上げが23cm、踏み面が98cmであった。

4. 実態調査のまとめ

現地調査によれば、緩傾斜護岸は座る・歩くなどの利用に対してスロープ型より階段型の方が利用し易いことが分かった。しかし階段型の中には、ブロック間に穴が開いており歩きにくく足を取られる危険性があるもの、沿岸方向にブロックが1列おきに交互にずらして配置されているために、沿岸方向への移動に不便な形状をしているものもあった。

階段型の段差は図-2～図-14に示したように、ほぼ20cmと30cm程度に分けられた。建築基準法の階段の基準⁴⁾によれば、階段の蹴上げは23cm以下と定められており、児童等が利用する場合は18cm以下とさらに低くなる。緩傾斜護岸は階段として利用することが目的ではないが、砂浜へのアクセスとして多くの人々が利用していることから、段差が30cm程度の場合は階段として適切な高さではないと考えられる。しかし椅子の高さは一般的に32cmが好ましいとされているため⁵⁾、座るのに利用する場合適切な高さとなると考えられる。逆に段差が20cm程度の場合、階段として利用しやすい段差であるが、座る際に少し窮屈に感じられ利用しづらくなる。

現地調査によれば、写真-1に示すようにほとんどの階段型の踏み面には、海側へと勾配が付いていた。この勾配は打ち上がった海水の排水を目的としているが、そもそも緩傾斜護岸が常時波に晒される場所に設置されれば利用上不具合が生じることから、むしろ前面に砂浜があることを前提とすべきであり¹⁾、この場合このような勾配の設定はあまり意味がないと考えられる。この勾配により、座るあるいは歩く際に常に海側に倒れこむ感覚があり、快適さが損なわれていた。

5. ブロックメーカーに対するヒヤリング調査

現地調査後、緩傾斜護岸ブロックメーカーへのヒヤリング調査を行った。現地調査によれば緩傾斜護岸には階段型が多く、またほとんどの階段型緩傾斜護岸の踏み面には海側への傾斜が付いていた。そこで「なぜ階段型の緩傾斜護岸にしたのか」および「なぜ階段型の踏み面に傾斜を付けたか」という質問を6社のブロックメーカーにヒヤリング調査した。この結果、階段型とした理由として「親水性を考慮した」という回答が得られた。この際の親水性は、砂浜あるいは海へのアクセスをしやすいうにするというものであった。また踏み面の勾配に関する質問に対し、6社のうち4社から「踏み面に海水が溜まらず流れるように勾配をつけている」という回答であった。残りの2社からは「自社が扱っているブロックの形状が1つしかないため、依頼された緩傾

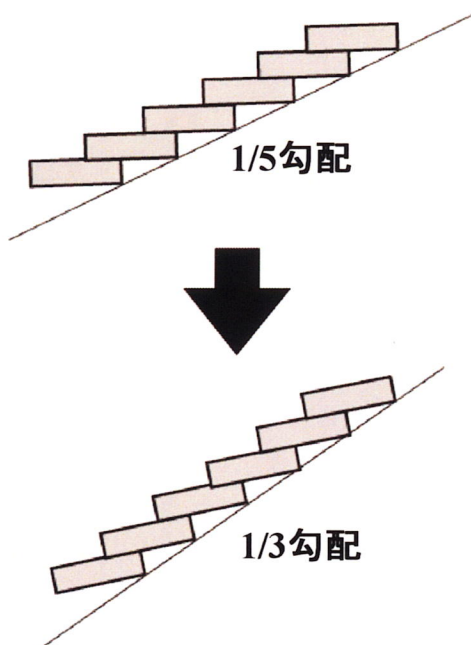


図-15 踏み面が斜面となる理由

斜護岸に適用すると必然的に勾配がついてしまう」という回答もあった。これは図-15のように1/5勾配の際に踏み面が平らになるように計画されたブロックを、1/3勾配に適用した際に必然的に踏み面に勾配ができるというものであった。

6. 緩傾斜護岸の改善策

緩傾斜護岸上での歩行利用には、海岸線直角方向と沿岸方向の2種類がある。海岸線に対し直角方向で考えると、段差が20cm程度ならば建築基準法に指定された階段としての利用基準を満足し、利用しやすい段差ではあるものの、座るには少し窮屈であった。一方、30cm程度であれば座るのに適した段差となる。これらのことから、利用目的を明確にして寸法を決める必要があると考えられる。沿岸方向利用の場合、踏み面の傾斜、および穴開き形状や交互にずれた形状などがその障害となる。また、階段型護岸の踏み面の勾配は平らな状態が望ましいが、現地調査結果によれば踏み面の勾配が 1° 以下までなら気にならず利用が可能であった。

緩傾斜護岸に座るという利用に関しては、座る際に踏み面の勾配により常に海側に倒れこむ感覚があるという状況、夏場は太陽の熱によりコンクリートブロックが熱くなり、冬場は低気温のためコンクリートブロックが冷たくなってしまう状況などがあり、利用するにあたって快適さが損なわれていることが分かった。

以上より、座る・歩く・寝るなどの利用については、次のことが言える。

- ①階段として緩傾斜護岸を利用するには蹴上げは20cm以下が望ましい
- ②座る利用を考えた緩傾斜護岸の蹴上げは20cm以上

が望ましい

- ③踏み面は穴もしくは凹凸がないほうが望ましい
- ④階段型緩傾斜護岸の踏み面は沿岸方向に対してフラットであることが望ましい
- ⑤踏み面の勾配 β が $0^\circ \leq \beta < 1^\circ$ であれば快適さは損なわれない

上記の①～⑤の項目のように改善策を考える場合、既設護岸の撤去や造り変えにはコストから考えて現実的でない。本研究では、むしろ既設の緩傾斜護岸の改善案を提案する。既設護岸の利用にあたっては北条海岸の緩傾斜護岸に着目した。この海岸では、図-12に示したように木貼りとなっており、座り心地も良くコンクリートブロックのように熱くなく快適に利用できた。そこで緩傾斜護岸の踏み面に木を貼り付ければ踏み面を水平にでき、踏み面の勾配による影響がなくなり、快適に利用可能と考えられる。

本研究では、既存の緩傾斜護岸に利用者の利便性を考慮し、木を用いた改善案を提案する。試みとしてスノコを用いた現地実験を行った。現地実験は、一宮海岸と日在浦海岸で行った。スノコを用いた理由は、木の特性により座り心地が良くなり、コンクリートブロックのように熱くならないといった利点や安く手に入る点である。まずスノコの裏の足の部分をそれぞれの緩傾斜護岸の踏み面の勾配に合わせて切り、踏み面が平らになるように作った。写真-2は、日在浦海岸での緩傾斜護岸上へのスノコの設置状況である。図-16は、日在浦海岸でスノコを設置した断面図である。これにより座る部分の勾配は平



写真-2 踏み面に勾配を付けた理由

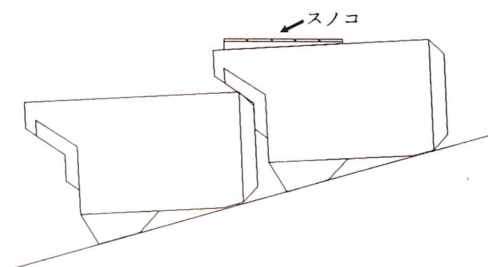


図-16 日在浦海岸での現地実験の断面図

らになり、海側に倒れこむ感覚がなく、木の座り心地も得られ快適に利用することができた。一宮海岸でも同様な試みを行い、一般の海岸利用者に利用してもらったところ、「断然、良くなっている」や「コンクリートのように冷たくなって良い」という意見が得られた。これらのことから木を後付する改善案が有効なことが分かった。

実際に改善案を計画する際に、どのような木をいかに設置するのかなどを、北条海岸に設置されている木貼りの緩傾斜護岸をもとに検討した。北条海岸に設置されている緩傾斜護岸に貼り付けられている木を調べたところ、東オーストラリア産の「スポットガム」という木を使用していた。この木は防腐処理が必要なく、耐久年数が屋外で20年以上という特性を持っている。これらのことから、本研究では現地実験で実証したように、踏み面の勾配を平らにするように木を施工し、アンカーを通しボルトで留めるという改善案を提案したい。この際、木を設置する場所は波が作用しない位置とし、既存の緩傾斜護岸ブロックと貼り付ける木の接する部分で段差ができないように滑らかにすること、そして利用目的に応じて設置場所を検討する必要がある点などが留意点である。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局海岸室・国土技術政策総合研究所海岸研究室監修：「緩傾斜堤の設計の手引き（改訂版）」，（社）全国海岸協会，p. 71, 2006.
- 2) 宇多高明：「海岸侵食の実態と解決策」，山海堂，p. 304, 2004.
- 3) （社）日本マリーナ・ビーチ協会：「ビーチ計画・設計マニュアル」，pp. 74-75, 1992.
- 4) 建築基準法第2章第3節第23条：「階段及びその踊場の幅並びに階段のけあげ及び踏面の寸法」，2005.
- 5) 小原二郎，内田祥哉，宇野英隆：「建築・室内・人間工学」，pp. 81-82, 1983.