

砂袋で海岸をまもる ～袋詰め工の実用化に向けた現地実験～

渡邊国広* 諏訪義雄** 野口賢二*** 関口陽高****

1. はじめに

国土交通省では、渚を守る技術開発として、現地の砂礫を大型の袋材で包んだ「袋詰め工」の実用化に向けた技術開発をおこなっている。平成22年9月には民間3社（前田工織（株）、三井化学産資（株）、ナカダ産業（株））と国土技術政策総合研究所で共同研究「海岸保全における砂袋詰め工の性能評価技術に関する研究」を立ち上げ、袋詰め工の導入にあたって必要となる性能評価とその試験方法の整理、製品性能の向上や施工方法の確認を進めている。

本稿ではまず、実用化に向けた研究の一部として共同研究の中で平成22年11月より実施中の現地試験施工の概要について紹介し、続いて試験施工に先立って実施した、袋詰め工の耐波浪性および耐摩耗性についての試験の概要について紹介する。

2. 西湘海岸に設置した試験体の概要

平成22年11月に神奈川県、京浜河川事務所及び東京大学の協力のもと、神奈川県大磯町国府新宿地先の海岸（以下、西湘海岸）において袋詰め工の試験施工を実施した。試験体の形状は下記の条件を満たすように共同研究に参加する各社が1体ずつ提案した。

- (1) 現地で検討中の漂砂制御施設の上部形状を模倣すること
 - (2) 設置期間中（11月から4月）の波浪によって沖に流出して漁業の障害とならないこと
 - (3) 設置期間中（11月から4月）の現地の砂礫による摩耗で破損しない耐久性を有すること
- 上記の条件を満たすものとして提案された試験体の形状と主な特徴は次の通りである（表-1）。

(1) 試験体A（写真-1）：

1つの大きな袋にバックホウで砂礫を充填した。

海岸の砂礫による摩耗を軽減させるために開発したパイル付きの袋材を外布として使用した。

(2) 試験体B（写真-2）：

サンドポンプを使って中詰め材を充填するチューブ型の袋体を3本連結することで構築した。

(3) 試験体C（写真-3）：

袋詰め工をユニット化して、あらかじめバックヤードで製作した後に現地で連結した。

表-1 各試験体の形状

試験体	幅(m)	長さ(m)	高さ(m)	体積(m ³)
A	8	15	1.5	180
B	14	15	1.5	176
C	8	12	1.5	144

いずれも施設全体の重量が200t以上になり、内布と外布の二重構造であるにも関わらず最短で



写真-1 施工直後の試験体A



写真-2 サンドポンプによる試験体Bへの砂礫充填



写真-3 試験体Cの現地据え付け



写真-4 水理模型実験による安定形状の模索

2日間半、最長でも5日間で本体施工を終えることができた。同じ形状のものを中詰め工と被覆ブロックで構築する場合には、一般的に1ヶ月程度は必要となる。巨大な一体型の構造物を短期間で製作可能という袋詰め工の利点を確認することができた。

3. 波浪に対する安定性の試験

3.1 水理模型実験の概要

波浪によって、沖に流出しない試験体の形状を模索するために、長さ35m、幅0.5m、深さ1mの造波水路に現地海岸を模した縮尺1/30の地形を固定床で構築し、設置予定期間（11月～4月）の過去15年間の既往最大波浪を想定した不規則波（ $H_{1/3}=5.9\text{m}, T_0=10.2\text{s}$ ）を作用させる模型実験を実施した（写真-4）。

さらに追加で、2007年の西湘バイパス被災時の波浪（ $H_{1/3}=6.1\text{m}, T_0=14.2\text{s}$ ）および、過去15年間の既往最大波浪（ $H_{1/3}=6.6\text{m}, T_0=14.2\text{s}$ ）を想定した実験（1/40縮尺）も実施して、台風が来襲する夏季の波浪にも耐えられることも確認した。

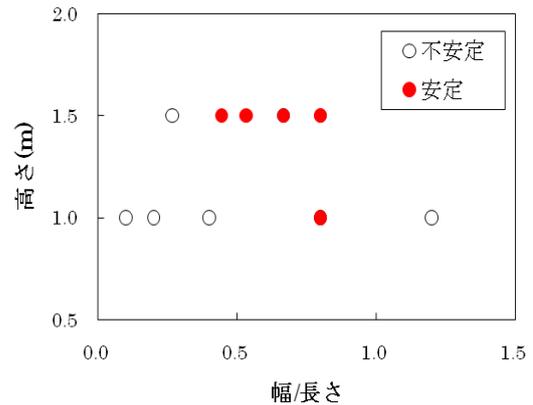


図-1 袋詰め工の形状と波浪安定性の関係

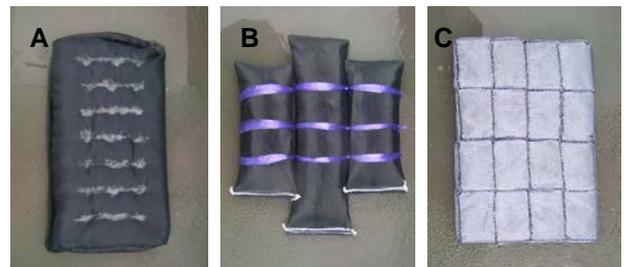


写真-5 最終的に決定された試験体形状の模型

3.2 波浪作用時の袋詰め工の挙動

模型実験では、①滑動、②転動、③浮上といったコンクリートブロックで一般的な挙動に加えて、④先端部のめくれあがり、⑤横方向の屈曲等の袋詰め工特有の挙動も観察された。これらの現象に対処するために、なるべく一体化した大きな施設として施工すること、施設の長さ（岸沖方向）に対する幅（沿岸方向）の比率を大きくすること、施設高を1.5m以上とする必要があることがわかった（図-1）。また、現地に設置されているコンクリートブロックが約16tであるのに対して、実験で決定された形状は200t以上の重量となることから、比重の軽い袋詰め工の場合には少なくともコンクリートブロックの10倍以上の重量が必要であることが確認された。これらの結果を踏まえて最終的に幅8m、長さ12m、高さ1.5m以上の一体構造とすることが決定された（写真-5）。

4. 摩耗に対する耐久性の試験

4.1 現地における摩耗作用の把握

海岸で最も懸念される袋材の劣化要因として、砂礫による摩耗が考えられた。既に袋詰め工（サンドバック、サンドチューブ）が設置されている海外の海岸はいずれも砂質であるが、西湘海岸は礫も混じった海岸であるため（写真-6）、厳しい



写真-6 摩耗量を調査したコンクリートブロック



写真-7 コンクリートブロックの摩耗状況

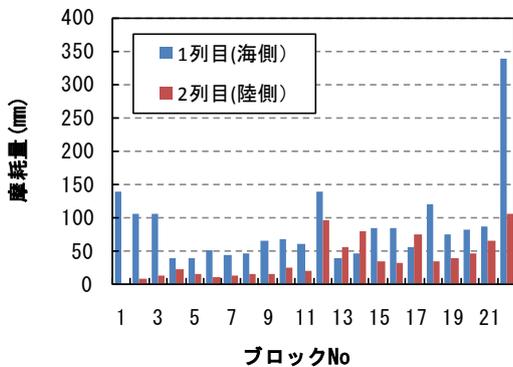


図-2 コンクリートブロックの摩耗状況

摩耗環境にさらされると予測された。

まず、試験体を設置する西湘海岸における摩耗作用の強さを把握するために、試験体設置地点から約500m西に離れた地点に設置されているコンクリートブロックの摩耗量を調査した(写真-6)。

その結果、西湘海岸のコンクリートブロックは砂面上およそ20cmのところでは摩耗量が極大となる傾向が見られ(写真-7)、計22個のブロックについて計測した極大部の摩耗量は、1列目のブロックでは平均で90mm(最大340mm)であった(図-2)。このブロックは1978年時点で既に設置されていることから、摩耗外力は1年あたり平

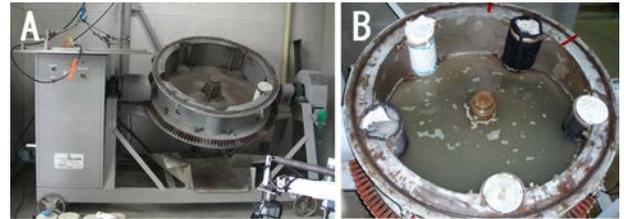


写真-8 摩耗促進試験機(A)と袋材の設置状況(B)

均2.7mm(最大10.3mm)と推定された。

4.2 摩耗促進試験による袋材の耐久性確認

試験体に使用する袋材の摩耗耐久性を把握するためにドラム型のコンクリート摩耗試験機による摩耗促進試験をおこなった。この試験機は礫の衝突によるコンクリートの摩耗を評価するために北陸技術事務所で開発され、新潟県の親不知海岸における海岸護岸のコンクリート配合を決定するのに使われた実績もある²⁾(写真-8)。試験体で使用する袋材をコンクリートモールドに巻き付けた状態で設置し、現地で採取した砂礫10kg(粒径0.25~26.5mm)と水70Lを入れて回転させることで砂礫の衝突を再現した。

この試験で、袋材が破断して露出してから11万回転分を経験したコンクリートモールドの摩耗量は最大で14.8mm(1万回転あたり1.3mm)であった(写真-9)。これを現地で計測済みの摩耗量と対応させることで、この試験機で1万回転したときに与えられる摩耗作用は現地における作用の平均5.8ヶ月分(最短1.5ヶ月分)に相当すると解釈された。本研究ではこの値を用いて袋材の現

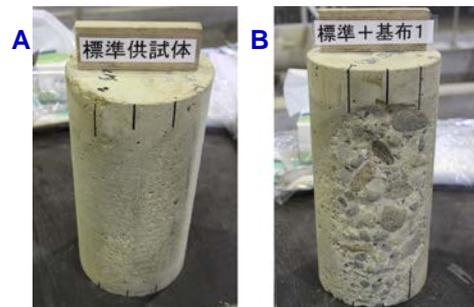


写真-9 コンクリート供試体の摩耗状況
A)摩耗を受けていない供試体、B)11万回転分の摩耗を受けた供試体

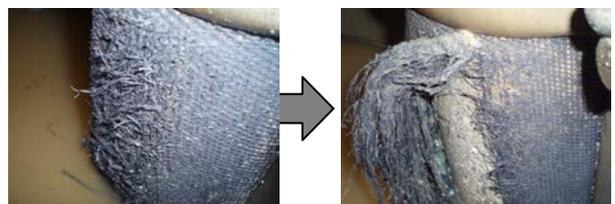


写真-10 袋材に見られた破損予兆とその後の破損

地における耐久性を推定した。

試験の結果、最も早い袋材は16,000回転で破れたのに対して、130,000回転まで破れない袋材もあり、素材によって耐摩耗性が大きく異なることがわかった。また、各素材が破損する前に表面に出現する予兆を把握することもでき、各試験体の袋材に生じる予兆と破損のタイミングを横並びで整理することで、最も耐久性が低いものでも13ヶ月は現地の摩耗に耐えられることがわかった(写真-9、図-3)。これらの知見をもとに、試験体の表面状態から早期に破損の予兆を発見して補修実施の判断をおこなう補修計画を作成した。

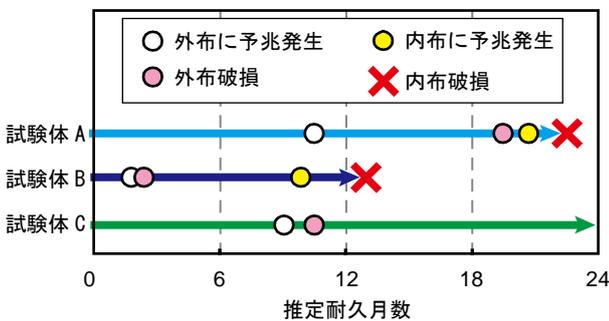


図-3 各試験体の袋材の推定耐久月数

5. 最後に

本稿では、西湘海岸における袋詰め工の試験施工と、関連して実施した実験内容を紹介した。共同研究では、袋詰め工の性能評価とその試験方法についてのガイドラインを作成し、海岸保全の手法の一つとして海岸管理者の選択肢に加えることを最終目標としている。

今回の試験施工は短期的な設置に留まるが、恒久的な施設として活用するには、袋詰め工が適用可能な海岸の条件と、耐用年数を明確にする必要がある。西湘海岸における現地試験の他にも、海

外における被災事例と変状連鎖の整理、施工時および供用中の変形によって袋材に働く引張力の計測、中詰め材の挙動が対波安定性に与える影響についての実験、袋詰め工に働く流体力の計測、袋材の現地暴露試験(海中暴露3海岸、陸上暴露2海岸)を実施中であり、新たに重要な劣化要因が見つかった場合には、対応する試験を追加で実施することを考えている。これらの試験と西湘海岸で得られるデータをあわせて適用条件の整理も進めていくことで、コンクリートブロックで施設を構築せねばならない海岸の条件も明確になることも期待される。袋詰め工という選択肢が広がることで、より適材適所な海岸施設の整備が実現されることを望んでいる。

謝 辞

本研究の現地試験施工にあたっては、神奈川県、関東地方整備局京浜河川事務所、国土交通省河川局海岸室および大磯漁協、二宮漁協から多大な協力を得た。また、水理模型実験の実施にあたっては(株)建設技術研究所および(株)新土木開発に、摩耗促進試験の実施にあたっては北陸地方整備局北陸技術事務所にそれぞれご協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 諏訪義雄、渡邊国広：西湘海岸で袋詰め工の現地試験を実施中、土木技術資料、第53巻、第3号、p.43、2011
- 2) 樋口多四郎、三留博之、森茂：R8親不知海岸における海岸擁壁補強工事の摩耗対策について、北陸地方整備局管内技術研究会論文集、2001年度、pp.385~388、2001

渡邊国広*



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部海
岸研究室 研究官、博士
(農学)
Dr.Kunihiro WATANABE

諏訪義雄**



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部海
岸研究室長
Yoshio SUWA

野口賢二***



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部海
岸研究室 主任研究官
Kenji NOGUCHI

関口陽高****



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部海
岸研究室 交流研究員
Yoko SEKIGUCHI