

Bangladeshにおける道路盛土の波浪侵食対策に関するパイロット試験 The pilot test of countermeasure against wave erosion for road embankment in Bangladesh

松島健一* 毛利栄征* 中澤克彦** 山田耕土** 堀俊和* 有吉充*

MATSUSHIMA Kenichi*, MOHRI Yoshiyuki* NAKAZAWA Katsuhiko** YAMADA Kouji**

HORI Toshikazu* ARIYOSHI Mitsuru*

1. はじめに

Bangladeshは国土の7割が海拔7m以下で、毎年発生する洪水により国土の大部分が浸水する。洪水は水田地帯に肥沃な土壌を運び込む一方で、道路・橋梁等の農村インフラは常に浸水被害を受ける。一般的に道路・橋梁は水没しないように洪水位よりも高い位置に構築されるが、**図-1**のように周囲が水没してしまつたため、風波による大きな侵食が生じる。大洪水時には国土の3分の1が水没するので、波浪侵食が及ぶ施設数は極めて膨大である。特に、水没領域が広く、モンスーンが吹き付ける道路などの盛土斜面は、風走距離が長く、波浪条件が厳しいため、毎年繰り返しの補修が必要になっている（**写真-1**）。

そこで、本研究では、農工研が開発した土嚢工法を道路盛土に適用し、波浪侵食対策の現地パイロット試験を実施した。土嚢工法とは**図-2**に示すようにテールとウィングを付帯した特殊形状の大型土嚢を斜面に傾斜積層して盛土を補強する工法である。なお、本報告は Bangladesh政府の要請に基づき JICAを通じた技術協力にて得た成果である。

2. パイロット試験工区の概要

パイロット工区はカンジス河とプラプトナ河が合流する地点付近の集落道路であり、西風モンスーンによる侵食が著しい西側斜面を対象とした（**写真-1**）。本パイロット試験で実施した道路盛土の土嚢斜面は高さ2.9m、勾配1V:0.6Hであり、26段の土嚢を斜面に積層した。施工区間は全長およそ28mであり、総計1776袋の土嚢を使用した。ジュートバック（麻袋）980袋の使用区間15.0mと、ジオシンセティックバック796袋の使用区間13.0mで構成されている（**図-2**、**写真-2**）。ジュートバックは素材・寸法とも現地のライ

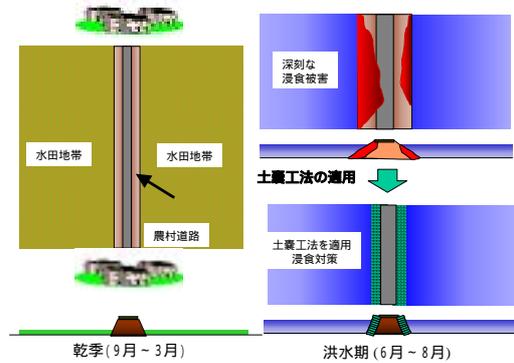


図-1 Bangladeshにおける道路盛土の波浪侵食問題



写真-1 毎年の波浪侵食による被害が深刻な道路盛土（パイロット試験工区）

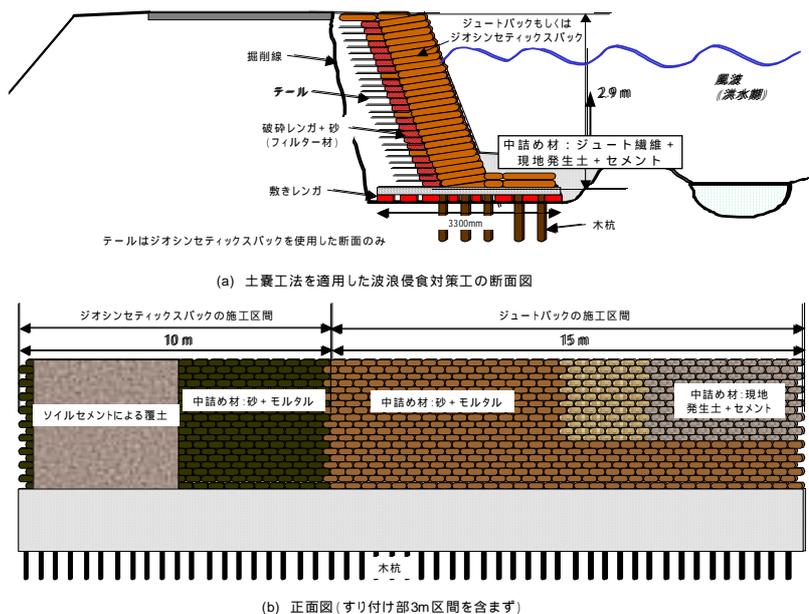


図-2 Bangladeshで適用した土嚢工法の施工断面図

[*農研機構][*National Agriculture and Food Research Organization]

[**農林水産省][**Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries] [国際協力,土嚢,波浪侵食]

スパック（穀物用麻袋，長さ 860mm，幅 560mm）とほぼ同じで，大量に入手可能である。現地では，従来からモルタルを土嚢に詰めて，単純に斜面に沿って敷き並べる工法を用いているが，本工法では中詰め材のセメント添加率（28%増）を高く設定したため，資材費ベースで6割高くなった。しかしながら，従来工法の耐用年数は2～5年と短く，トータルコストでは安価となる可能性がある。一方，ジオシンセティックスパックは高い耐久性が期待できるが，ライスパックと比べて袋代が10倍程度高い（日本国での製造コスト（輸送費・関税を除く））。今後，国内生産などにより大幅なコストダウンが出来れば，将来的に有望な資材となるが，現時点ではコスト面の課題が残っている。

3. 設計の考え方 盛土斜面の波浪侵食は，a) 摩擦，b) 吸い出し，c) すべりがあり，それぞれの侵食モードに対して次のような考え方で設計を行った（図-3）。

a) 土嚢袋の劣化後，中詰め材が洗い出されないようにするため，土嚢の中詰め材にはセメント改良土を用いた。特に，ジュートバックは数ヶ月で生分解されるので，擁壁躯体を構築するための型枠として使用した。土嚢型枠は斜面表面近くの躯体部分に設置・転圧でき，セメント改良土を良く締固めることができる。ジオシンセティックスパックは，に加えて，テールによる盛土補強ができ，土嚢材の紫外線劣化が進むまでの間，中詰め材を保護できる。なお，パイロット試験の一部区間には，の紫外線劣化を防止するため，ソイルセメントによる覆土区間を設け，さらなる耐久性向上を図った。また，ジュート繊維を混入したセメント改良土を中詰め材として使用した区間を設けた。これは図-4の一軸圧縮試験結果に示すように，ジュート繊維補強により破壊時の圧縮強度および圧縮ひずみが増加するため，セメント改良土の脆性を改善でき，盛土や基礎の沈下によるクラックなどの抑制が期待できるためである。

b) 裏込め材に対する吸い出し力低減を図るため，控え長 850mm の長い土嚢を背面側に傾斜させた。さらに，土嚢背面に破砕レンガ（礫材として使用）と砂を混合したフィルター材を配置し，吸い出し防止を図った。

c) 盛土全体のすべりに対する安定性を確保するため，木杭とコンクリートで基礎を補強し，基礎部の支持力改善および基礎底面からの侵食防止を図った。また，土嚢を傾斜積層することで，水平方向の滑動抵抗力を高めた。

4. まとめ 途上国において実効性のある対策技術を確認するには，低コスト，高い耐久性，現地で入手可能な材料，人力を主体とした施工技術が必要である。今後は，パイロット試験のモニタリング調査を実施し，長期耐久性を評価するとともに，途上国での土嚢工法の適用性について詳細な検証を行っていく予定である。



写真-2 ジオシンセティックスパックおよびジュートバックで構築した擁壁斜面

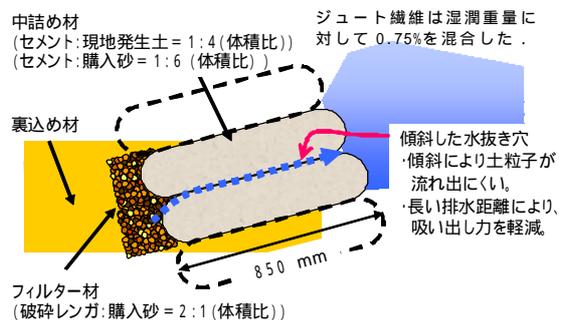


図-3 波浪侵食防止を図るための設計のポイント

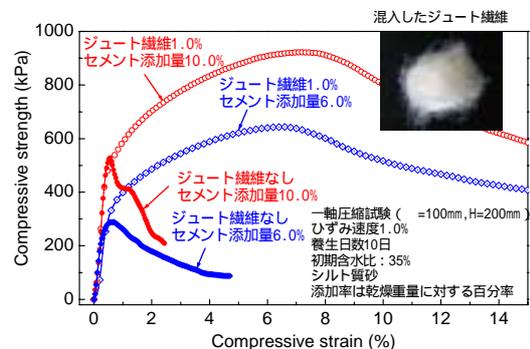


図-4 ジュート繊維を混入したセメント改良土の一軸圧縮試験結果