

砕・転圧土の耐侵食性能について

株式会社 フジタ 技術センター 正会員 ○堀田崇由
株式会社 フジタ 技術センター 正会員 北島 明

§ 1. まえがき

海岸堤防やフィルダムなどの土を主体とした構造物は水による侵食に非常に弱いため、従来では想定される波高よりも高い堤高を確保することとしていた。しかし、東北地方太平洋沖地震以降、津波が万が一堤防を越流した場合でも決壊に至らない構造上の工夫を盛り込むことにより、浸水速度の緩和と浸水領域の縮小を目指した「粘り強い構造」の早期開発が望まれている。

筆者らは老朽化したフィルダムの堤体改修(耐震補強と漏水防止)を目的に貯水池内に堆積した底泥土を固化改良して所要の強度と遮水性を有する築堤土(砕・転圧土)として利用する砕・転圧盛土工法¹⁾を開発し、4箇所のフィルダムに適用してきた。この砕・転圧盛土工法の海岸堤防改修への適用性を照査するため、砕・転圧土の耐侵食性能について実施した室内試験結果について報告する。

§ 2. 耐侵食性能実証実験

土質の相違による侵食への影響を調べるために堤防模型を使った越流試験および矩形の供試体を使った侵食試験を実施した。スペースの関係で詳細については割愛するが、今回報告する実験に先立って実施した越流試験の結果²⁾から、砕・転圧土は砂や一般的に堤防に用いられるような土質よりも耐侵食性能が高いことが定性的に分かっている。

ここでは侵食に及ぼす影響が大きいとされる引張り強度と侵食速度の関係を評価するため、土質や強度を変えた土質材料を対象に侵食試験を実施し、流速～侵食速度の関係を調査した結果を詳しく述べたい。

1) 侵食実験の概要

侵食実験は鈴木ら³⁾を参考に図-1に概念的に示すように、矩形断面のパイプ底面に供試体格納箱を設置した後、パイプ内に所定の流速の水を流すことにより実施した。侵食量に応じて格納箱内部の供試体を、底板をジャッキアップすることにより上方へ押し上げ、底板の押し上げ速度=侵食速度として、それぞれの供試体における流速と侵食速度の関係を調査した。実験の状況を写真-1に示す。

2) 供試体の作製

侵食試験に使用した試料は一般的な堤防材料と思われる混合土と NN カオリン粘土を原料とした砕・転圧土の2種類とした。砕・転圧土は $w=100\%$ に調整した NN カオリン粘土にスラリー状のセメント系固化材を添加・混合し、3日間養生モールド内で養生した後、最大粒径 D_{max} が約 10mm 角になるようストレートエッジを用いて砕いてから供試体格納箱(L100mm×W100mm×H100mm)と後述の強度試験用供試体モールド($\phi 50\text{mm} \times H100\text{mm}$)内で転圧して作製し、さら

に7日間養生してから侵食実験および強度試験を実施した。今回の実験では侵食速度に及ぼす強度の影響を調査するために、 $\Delta Mc=75,100,125,150\text{kg/m}^3$ の4種類を作製した。

それぞれの試料は標準突き固めエネルギーの50% ($E_c \approx 276\text{kJ/m}^3$)で突き固めた後、端面を整形して作製した。

3) 実験結果

今回の侵食実験における侵食速度の測定については、供試体をセットし所定の流速に達した後、供試体の押し上げ速度を調節しながら目視で押し上げ量と侵食量が平衡していることを確認し、約2分間その状態を保持することにより求めた。

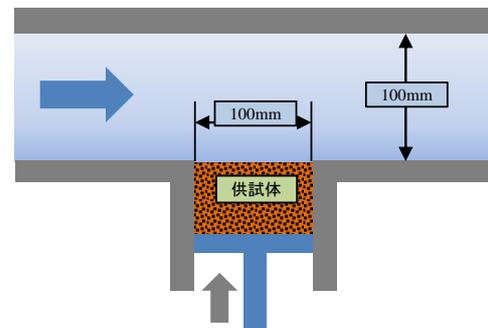


図-1 侵食実験装置の概念図



写真-1 侵食実験の状況

キーワード：海岸堤防, 侵食, 津波, 固化改良土, 強度

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2024-1 株式会社フジタ 技術センター ☎ 046-250-7095

混合土の流速～侵食量関係を図-2 に、強度を変えた砕・転圧土の流速～侵食量関係を図-3 に示す。全体にばらつきが大きいのが、流速が大きくなると侵食速度が速くなる傾向は明らかで、それぞれの強度の供試体に対して曲線で近似できると考えられる。この図から近似曲線が x 軸と交わる点、すなわち侵食速度 $v=0$ (侵食されない流速=侵食限界流速) が存在することがわかる。その侵食限界流速と一軸圧縮強さの関係を示したのが図-4 である。

対象となる海岸堤防の高さおよび形状と予測される到達津波高さから津波越流時の最大流速(陸側法尻部分)が予測できるため、その最大流速でも侵食されない強度がその海岸堤防に求められる目標強度とすることができる。

§ 3. 一軸圧縮強さと単純引張り強さの比較

実施工時の品質管理では、引張り強度による確認は困難で、一般に用いられる一軸圧縮強さとの関係を明らかにする必要があると思われる。上記の供試体作製方法で作製した砕・転圧土の円柱状供試体を使用して、一軸圧縮試験および単純引張り試験を実施した。両試験とも $\phi 50\text{mm} \times H100\text{mm}$ の供試体を使用し、単純引張り試験は供試体の上下端部約 2cm を引張り試験治具に石膏を使用して固定し、ひずみ速度 0.05%/min で引張りひずみを与えてせん断した。

同ロットで作製した強度試験用供試体は 5 本で、そのうち 2 本を一軸圧縮試験、残りの 3 本を引張り試験に使用し、それぞれの平均値を求め、圧縮強さ～引張り強さグラフ上にプロットしたものが図-5 である。この図からも分かるように圧縮強さと引張り強さの間に一次関数の関係が認められることが分かる。

§ 4. おわりに

一連の実験の結果、砕・転圧土は一般的な堤防土に比較して耐侵食能力が高いことがわかった。また、侵食速度～引張り強度～圧縮強度の間には明確な関係が認められた。このような性質を持つ砕・転圧盛土を使用することで、既設の堤体に耐侵食性能を付加でき、一気に破壊に至る可能性を低減することができる。また、近年ではその廃棄場所の確保が困難になりつつある港湾の浚渫土砂等の超軟弱土を原料とできるため、資源の有効利用が可能である。

【参考文献】1) (社)農業農村整備情報総合センター：砕・転圧盛土工法によるフィルダム堤体改修、一堆积土・発生土を有効利用したフィルダムのリニューアル技術、設計・施工・積算指針(案), 2009 2) 堀田崇由, 北島 明：砕・転圧盛土の対侵食性について, 第50回地盤工学研究発表会, 2015(投稿中) 3) 鈴木幸一, 檜谷治：洪水時における河川堤防の安全性と水防技術の評価に関する研究, 文部省科学研究費自然災害科学総合研究班 No.A-61-5, pp.75-77,1986

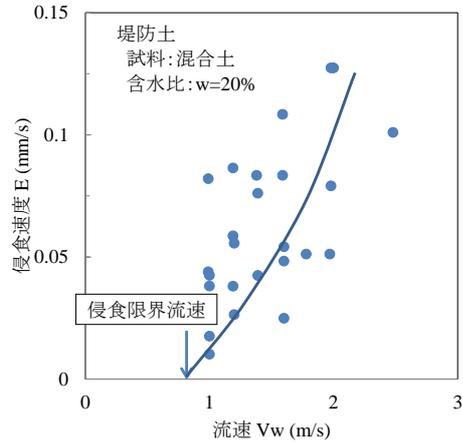


図-2 侵食実験結果 (混合土)

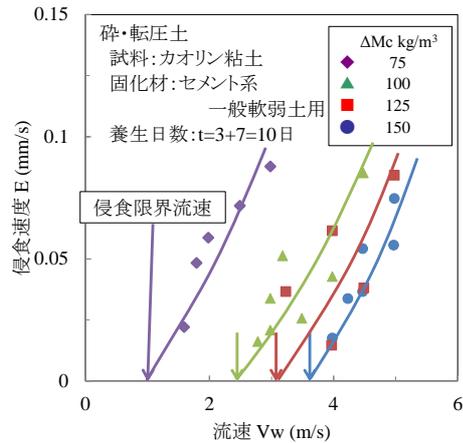


図-3 侵食実験結果 (砕・転圧土)

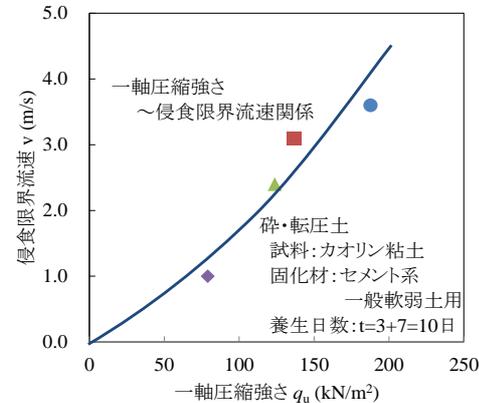


図-4 一軸圧縮強さ～侵食限界流速関係

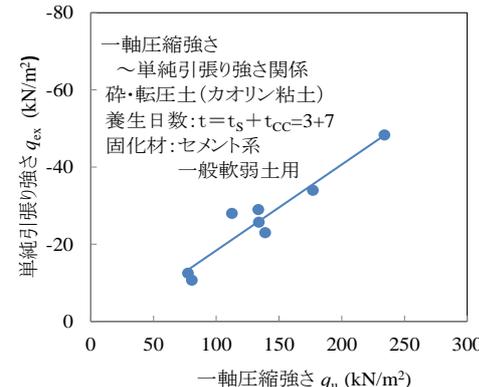


図-5 一軸圧縮強さ～単純引張り強さ関係