

NETIS 登録番号 TH-020042-V

ARIC NNTD 登録番号 0245

NETIS プラス AC-120001-V

ものづくり日本大賞
経済産業大臣賞



Bon Terrain

泥土リサイクル技術

ボンテラン工法

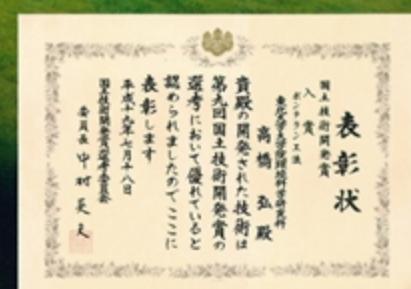
東北大学大学院環境科学研究科 高橋弘教授と共同開発



第6回ものづくり日本大賞
「経済産業大臣賞」



第6回産学官連携功労者表彰
「国土交通大臣賞」



(一財) 国土技術研究センター
「国土技術開発賞」

ため池底泥

建設汚泥

従来、泥土は盛土としての使用が不適とされてきた。

土砂処分場への処分、盛土材として山砂購入等

大幅なコストを負担。

浚渫土

軟弱土

泥土を再資源化するボンテラン工法なら

ボンファイバー

固化材

路体盛土

造成盛土

補強土壁
背面土

堤体盛土

泥土を再利用し
大幅なコストを削減

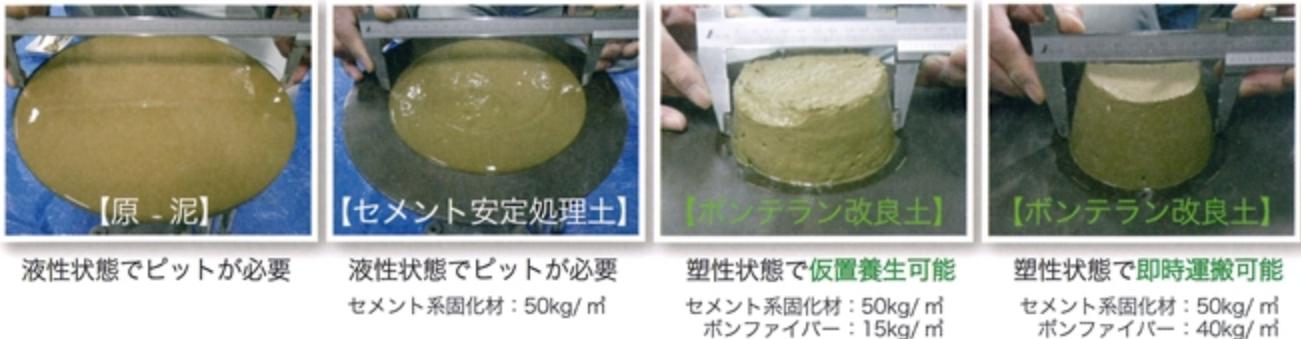
ボンテラン工法とは

従来、盛土としての使用が不適とされてきた泥土に、繊維質系泥土改良材「ボンファイバー」と固化材を投入・攪拌することにより、**取扱い性の向上（ハンドリング）、高耐久性・耐侵食性および液状化対策**等の機能を付加した高機能性地盤材料として、これらを積極的に再資源化する工法です。



取扱い性の向上（災害復旧に貢献）

ボンテラン工法は泥土中の水分をボンファイバーに吸水させ、**取扱い性を向上**させることができます。すなわち、安定処理工法では改良直後の性状が改善できないことが課題とされていましたが、本工法を用いることで改良直後に仮置き可能な性状、または即時運搬可能な性状にすることが可能で、このことにより災害で発生した泥土処理に採用され、迅速な復旧に貢献した実績を多数有しております。



簡単な施工機械で改良

ボンテラン工法は、攪拌装置付きバックホウでボンファイバーと固化材を混ぜ合わせるだけで、誰でも簡単に施工が可能です。



高機能性地盤材料

ポンテラン改良土はポンファイバーの繊維質がほぐれて複雑に絡み合い、強い土粒子間結合力を有しております。このことにより、粘り強い高機能性地盤材料として以下の性能を確認しています。

特 長	耐侵食性	降雨等による洗掘や侵食を抑制
	乾湿繰返し耐久性	盛土のクラック発生を抑制
	液状化対策地盤	地震による液状化を抑制
	締固め特性	施工性が改善



耐侵食性

降雨等による洗掘や侵食を抑制

雨水の表面侵食によりガリ（堀れ溝）ができ、のり面の崩壊が生じる場合があります。ポンテラン改良土は耐侵食性が高く、長期間水に直接触れた状態でも侵食がないことを確認しています。

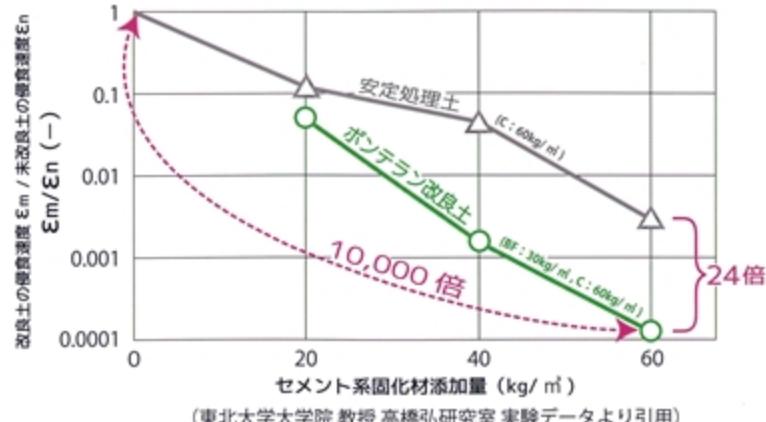


路肩盛土のガリ侵食



ポンテラン改良土の水際利用（侵食なし）

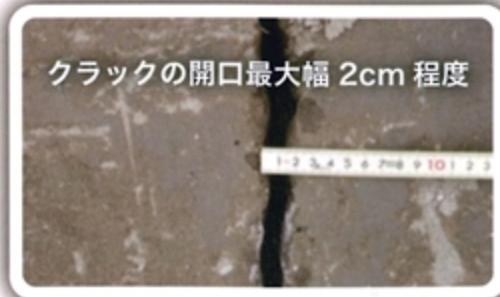
ポンテラン改良土の耐侵食性を考察するため、水中噴流試験装置を用いた実験では、未改良土に対して約10,000倍、安定処理土に対して約24倍の極めて高い耐侵食性能を有していることが確認されました。



盛土のクラック発生を抑制

乾湿繰返し耐久性

河川土工マニュアルには「安定処理工法によって築堤した場合、完成後の堤体に乾燥収縮によるヘアクラックが発生することがあり、検討した上で工法を決定するのがよい」と記載されています。



写真引用：道津 友弘氏（関東地方整備局河川部河川工事課）
「堤防材料としての土質安定処理土の適用性検討について」資料提供

ポンテラン改良土のクラックの発生を確認するため乾湿繰返し試験を実施した結果、安定処理土の供試体は亀裂が発生し崩壊したのに対し、ポンテラン改良土は劣化せず、極めて高い耐久性を示すことが確認されました。また、ポンテラン改良土はクラックが生じないために、改良体内部からの長期にわたるアルカリ等の溶出が低減されます。

乾湿繰返し試験方法

供試体	乾湿 1 サイクル	確認項目
Φ5×10cm	40°C 炉乾燥 2日 20°C 水浸 1日の合計3日	・所定サイクル終了後、一軸圧縮試験 (JIS A 1216) の実施 ・各サイクルの乾燥後、水浸後の供試体の状況観察、写真撮影

試験方法：独立行政法人 土木研究所編著 建設汚泥再生利用マニュアル 乾燥株返し試験方法に準拠



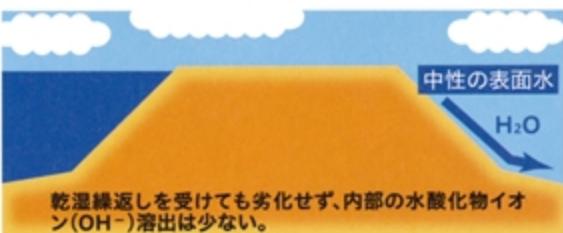
安定処理土は2サイクルで完全崩壊



ポンテラン改良土は
10サイクル終了時においても変化なし



乾湿繰返しによるクラックから水酸化物イオン(OH⁻)の再溶出が懸念。クラックからバイピングに発展。



乾湿繰返しを受けても劣化せず、内部の水酸化物イオン(OH⁻)溶出は少ない。



安定処理土の模擬堤防によるクラック発生の状況



ボッテラツ改良土の模擬堤防、クラック発生無し

液状化対策地盤

地震による液状化を抑制

液状化の判定

液状化抵抗率(F_L)が 1.0 以下の場合に液状化するものとみなされます。東北大学高橋研究室では、砂質土(津波堆積物)と砂質土を改良したポンテラン改良土の液状化抵抗率を検討するため、「繰返し非排水三軸試験」を実施しました。

$$F_L = R/L$$

砂質土の液状化抵抗率は $F_L=0.12$ であるのに対し、ポンテラン改良土は $F_L=1.5$ であり、砂質土の13倍の液状化抵抗率 F_L を確認しました。

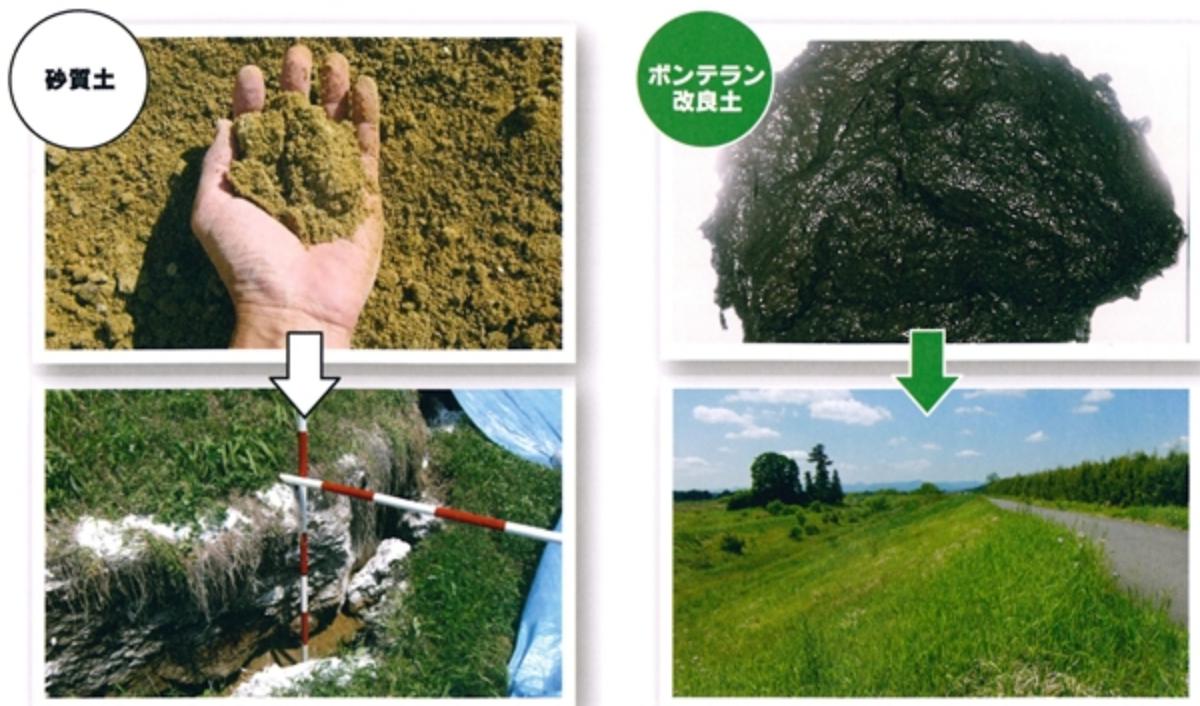
F_L ：液状化に対する抵抗率
R：動的せん断強度比(繰返し三軸試験)
L：地震時せん断応力比

	砂質土	ポンテラン改良土
液状化抵抗率 F_L	0.12	1.5
液状化判定	×	○



繰返し三軸試験装置

平成 14 年度に完成した福島県須賀川市の浜尾遊水地では、東日本大震災により震度 6 強を観測し、砂質土を用いて施工した堤防は、液状化によるせん断破壊やクラックが発生しました。一方、ポンテラン工法により現地のヘドロを再資源化し施工した堤防は、液状化等の被害が確認されず、液状化対策地盤材料としての有効性が実証されました。その事が評価され、関東地方整備局主催の平成23年度建設技術フォーラムで「東日本大震災で効果のあった技術」として選定されました。



施工：平成 14 年 7 月～平成 15 年 3 月 場所：阿武隈川堤防

締固め特性

施工性が改善

安定処理土は締固めによるオーバーコンパクションを起こしやすく、わだちが発生してしまいます。ポンテラン改良土は締固めによる強度低下が少なく容易に締固められ、施工性が改善します。



オーバーコンパクションが発生した安定処理土



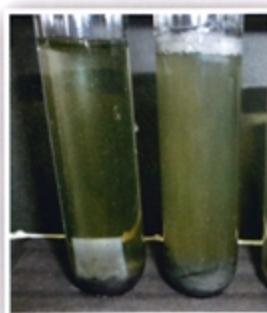
締固めにより密度が容易に得られるポンテラン改良土

分解しないポンファイバー

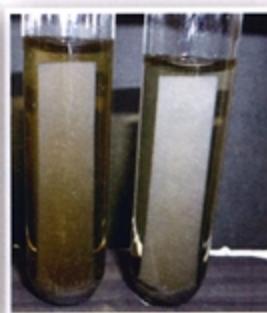
ポンファイバーの生分解性試験

ポンファイバーの主成分である「セルロース」は、土中の糸状菌等が分泌する「セルラーゼ」によって分解されますが、この糸状菌の好適範囲は約 pH4~6です。そこで生分解性試験を実施した結果、試料の pH を 9.5 以上の高アルカリ状態に保つことでポンファイバーの分解を抑制できることを確認しました。

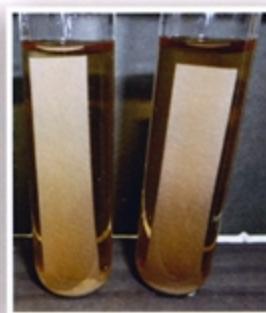
また、50 年相当の降雨を模擬した人工降雨試験や、160 年相当の酸性雨を模擬した酸性雨試験を実施した結果、ポンテラン改良土内部を長期間高アルカリ状態に保持できることを確認しました。



pH7.0 調整試料
ポンファイバー分解あり



pH9.5 調整試料
ポンファイバー分解なし



pH12.0 調整試料
ポンファイバー分解なし



ポンファイバーの定期劣化調査

平成 14 年度にポンテラン工法で施工した現場で、東京大学大学院工学研究科の山富教授をはじめとする技術審査証明委員によりポンテラン改良土の現地調査が行われ、ポンファイバーは分解せず残存することが確認されました。その後も定期的に現地調査を行い、十分な締固めを行い改良土内部をアルカリ状態に保つことで、約 14 年間全く劣化しておらず、改良直後とほぼ同じ状態で繊維が存在することを確認しました。以上の試験・調査結果によりポンテラン改良土内部のポンファイバーは分解することはありません。



ポンテラン工法研究会 会長

益子 恵治

元建設省河川局砂防部長
福島県土木部長



共同研究開発者

高橋 弘

東北大学大学院環境科学研究所
環境科学専攻教授（工学博士）



森 雅人

株式会社森環境技術研究所
所長（博士（環境科学））

テクニカルアドバイザー

- 石橋信利 … 元（社）日本下水道管渠推進技術協会常務理事
- 田畠茂清 … 元国土交通省河川局砂防部長、奈良県土木部長、北陸地方建設局河川部長
- 戸嶋英樹 … 元運輸省港湾技術研究所所長、（財）WAVE 理事長
- 中村憲二 … 元建設省中国地方建設局道路部長、（社）中国建設弘済会理事長
- 馬場直俊 … 元国土交通省東北地方整備局長、愛知県建設部長
- 藤本 保 … 元国土交通省北海道局長、中国地方整備局長、岩手県土木部長
- 保科幸二 … 元秋田県土木部長、秋田県公営企業管理者
- 矢野善章 … 元国土地理院院長、建設省九州地方建設局長、大分県土木建築部長
- 山口 修 … 元内閣府沖縄総合事務局次長、静岡県土木部長



施工実績

630,000 m³
400件

