



「古紙」で厄介な泥土を良質な改良土に再資源化

泥土リサイクル技術

ボコテラコ工法



ポンテラン工法とは

ため池に堆積した底泥土や改修工事の際に発生する既設堤体掘削土に、弊社が開発した繊維質系泥土改良材ポンファイバーと固化材を混合することで、高性能地盤材料に再資源化する工法です。

ポンテラン工法で作られた改良土は、乾湿繰返しに強い、地震に強い、凍結融解に強いなどの特長を有しており、高品質な堤体材料に活用することができます。



底泥土または堤体掘削土



ポンファイバー投入・攪拌



固化材投入・攪拌



改良状況



転圧状況



完成

ポンファイバーとは

新聞紙、雑誌などの古紙を特殊な破碎機で粉碎し、圧縮梱包した製品です。この繊維質が泥土中の土粒子に絡まることにより、本工法の特長である乾燥収縮に対する耐久性や耐震性を発揮します。



① 古紙を破碎プラントに投入



② 破碎処理



③ 圧縮成形



④ 荷姿



⑤ 10t車で現場へ搬入



⑥ 現場投入状況

荷姿：立方体圧縮形状、フィルム梱包、専用吊り具付 大きさ：90cm×90cm×90cm 重量：250kg/個

ボンテラン工法の特長

(1) 乾湿繰返しに強い

乾燥収縮と水浸膨潤に対する耐久性を検証するため、安定処理土とボンテラン改良土の乾湿繰返し試験[※]を実施しました。その結果、安定処理土は2サイクル後に崩壊したものの、ボンテラン改良土は10サイクル後も崩壊せず、乾湿に対し高い耐久性を有していることが確認されました。

安定処理土 (w=105% セメント 90kg/m³)



試験開始前



2 サイクル後、供試体崩壊

ボンテラン改良土 (w=105% セメント 90kg/m³ ポンファイバー 50kg/m³)



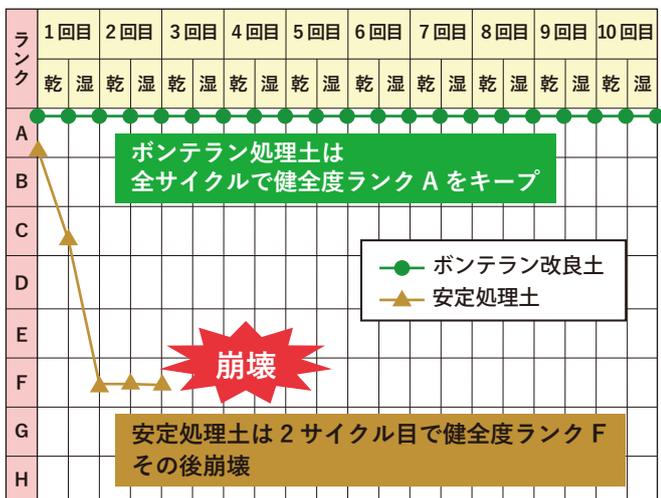
試験開始前



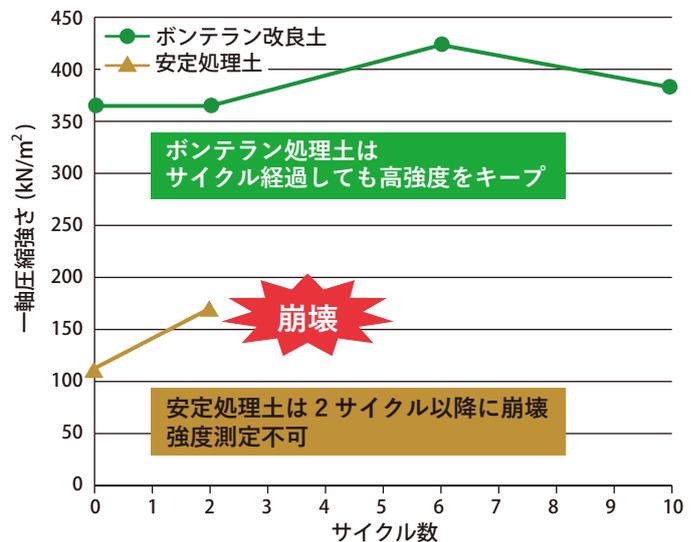
10 サイクル後、ほぼ劣化せず

健全度ランク

ランク	クラック状況	欠落状況
A	外見上、ほとんど変化なし	
B	微細クラック、局部的クラック発生	表面剥離が局部的に発生
C	明瞭なクラックが一部に発生	供試体の一部がわずかに欠落
D	明瞭なクラックが全面に発生	供試体がより大きく欠落
E	供試体の一部または全面が崩落 (~20% 程度)	
F	供試体が全体的に崩落、崩壊、供試体としての形は存在	
G	供試体全体が崩壊し、片々は塊状	
H	供試体全体が崩壊し、片々は細粒化~泥状化	



健全度グラフ



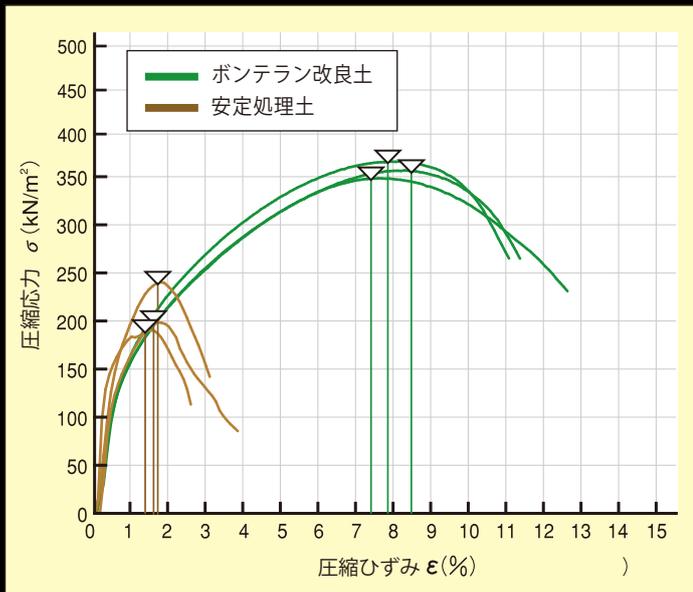
サイクル数と一軸圧縮強さの関係

※ <乾湿繰返し試験方法>

- ① 直径 5cm × 高さ 10cm の供試体を作成
- ② 40°C 恒温槽で 2 日乾燥させ、水道水に 1 日水浸、これを 1 サイクルとして交互に繰り返す
- ③ 各サイクルの供試体形状を健全度ランクにて数値化
- ④ 0、2、6、10 サイクルで一軸圧縮試験を実施し、供試体の強度を測定

(2) 地震に強い

圧縮に対する強度を検証するため、安定処理土とポンテラン改良土の一軸圧縮試験を実施しました。その結果、安定処理土は破壊ひずみが2%以下であるのに対し、ポンテラン改良土は7%以上と非常に大きく、圧縮破壊に対し粘り強く変形に耐えることが確認されました。また、同じセメント量ではポンテラン改良土は安定処理土に比べ強度発現が高いことが確認されました。



含水比 150% の泥土にセメント系固化材 100kg/m³ 添加 (養生 28 日)

ポンテラン改良土

偏光顕微鏡写真



ポンテラン改良土は樽型変形を起こし、応力が繊維を通して分散され、粘り強く変形に耐えている。



安定処理土



安定処理土は明瞭なせん断面が現れ、局部的な変形集中を起こしている。そのため小さなひずみで破壊してしまう。



2002 年 12 月、福島県須賀川市の浜尾遊水地にて、現場に堆積したヘドロをポンテラン工法で改良し、築堤材として再利用しました。

2011 年 3 月に発生した東日本大震災の影響で、現地発生土で築堤した既設堤防にはクラックが多数発生し、甚大な被害を受けました。しかし、ポンテラン工法で施工した築堤は、クラックが発生せず被害が無かったことから、ポンテラン改良土は地震に強いことが実証されました。

2002 年 12 月



① 遊水地に堆積したヘドロ

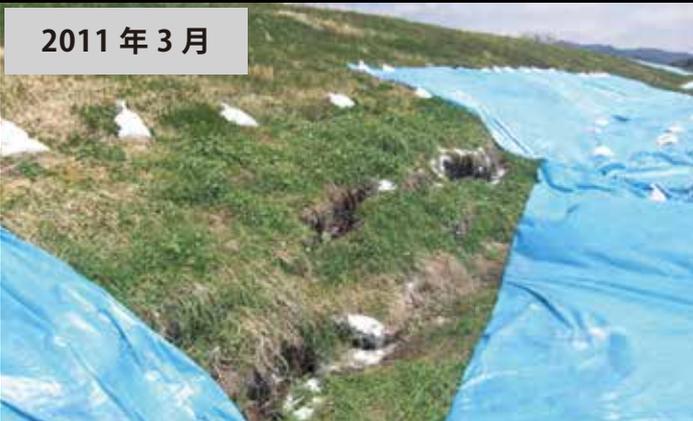


② ポンテラン改良



③ 築堤完成

2011 年 3 月



現地発生土 築堤箇所
(クラック多数 被害甚大)



ポンテラン改良土 築堤箇所
(クラックなどの被害なし)

(3) 凍結融解に強い

東日本では、冬期間はマイナス気温に達する地域が多いため、堤体には凍結融解が繰り返される環境下でもクラック等が発生せず、安定した性能が求められます。そこで、凍結融解に対する耐久性を検証するため、安定処理土とボンテラン改良土の模擬堤防を作製し、冬期間屋外に静置し、それぞれの形状を定点撮影しました。その結果、安定処理土は日数が経つにつれ無数のクラックが発生しましたが、ボンテラン改良土はほとんどクラックが発生せず、凍結融解に対し高い耐久性を有していることが確認されました。

安定処理土 (w=100% セメント 55kg/m³)



0日目



30日目



180日目



228日目

ボンテラン改良土 (w=100% セメント 55kg/m³ ボンファイバー 25kg/m³)



0日目



30日目



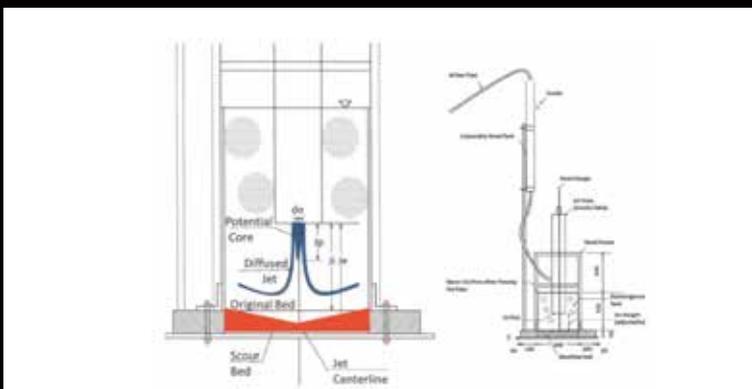
180日目



228日目

(4) 侵食に強い

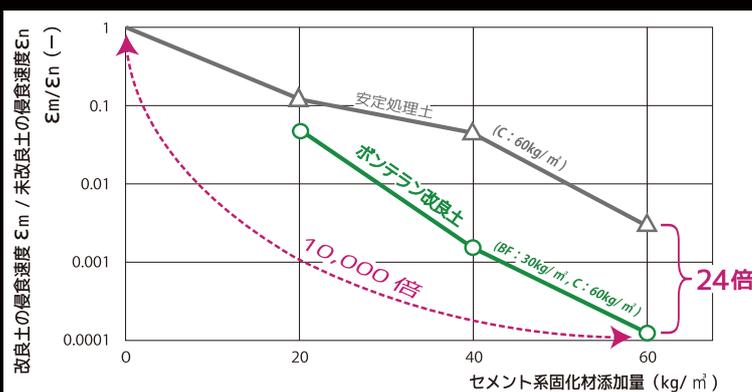
ため池堤体は降雨によって法面が侵食されるため、ガリ侵食が発生せず安定した性能が求められます。そこで、水中噴流試験装置を用いて安定処理土とボンテラン改良土の耐侵食性を比較した結果、ボンテラン改良土は安定処理土の24倍もの耐侵食性を有することが確認されました。



侵食速度の計測に用いた水中噴流試験装置



安定処理土 ガリ侵食多数



ボンテラン改良土と安定処理土の侵食速度の比較



ボンテラン改良土 ガリ侵食なし

(5) 施工が簡単

ポンテラン工法は、専用の施工機械やオペレーターは必要ありません。ボンファイバーの混合に必要なピット、普通バックホウ、ドライブミキシング等の攪拌アタッチメントがあれば、簡単に施工することができます。



攪拌ピット



普通バックホウ



ドライブミキシング

本工法活用によるメリット

ため池改修工事では、良質な堤体材料（特に刃金土）が慢性的に不足しており、工事が円滑に進まない現場が多くあります。

本工法は現地に堆積した底泥土と堤体掘削土を活用し、良質な堤体材料に再資源化するため、

- 堤体材料を外部調達する必要が無く、良質土の購入費と運搬費が大幅に削減
- 良質土を土取場から採取する必要が無いため、環境に優しい
- 底泥土の除去と築堤を同時に行えるため、ため池の貯水量増加に繋がる

などのメリットがあります。



底泥土



堤体掘削土



堤体掘削土

既設堤体

底泥土

基礎地盤

配合試験サービス

ポンテラン工法で施工する際は事前に弊社での室内配合試験が必須となります。

弊社では土質試験室を完備しており、お客様が求める要求品質に対応するため、適切な加水調整、固化材選定、養生などの配合試験サービスを行っております。お気軽にご相談ください。



一軸圧縮試験



コーン指数試験



変水位透水試験

ポンテラン工法施工事例

施工事例 (1)

本現場は、ため池に堆積した底泥土の除去と既設堤体の改修を目的とした工事です。

工事発注後に道路が狭く施工機械および良質土の搬入が困難であったため、現地採取土を活用する必要がありました。セメント安定処理土でのクラック発生への懸念、刃金土に覆土しない（ランダムなし）設計のため、乾燥・水浸による崩壊の恐れがない改良土が求められておりました。

そこで、ポンテラン改良土によるクラック抑制および乾湿繰返し・凍結融解による崩壊抑制が評価され、現地の底泥土と堤体掘削土を本工法で改良し、堤体材料（刃金土）に再資源化しました。



① 底泥土の堆積状況



② 既設堤体段切り状況



③ 改良状況



④ 運搬状況



⑤ 転圧状況



⑥ 完成

施工事例 (2)

本現場は、昭和以前に築堤されたため池で、堤体からの漏水および上流法面の洗堀を改修する工事です。

同地域は平野であったため良質土が採取できる土取場が近隣に無く、現地採取土を活用する必要がありました。当初はセメント安定処理土での施工を検討していましたが、クラック発生により堤体の耐久性が懸念されていました。

そこで、ポンテラン改良土によるクラック抑制と耐久性が評価され、現地の底泥土と堤体掘削土を本工法で改良し、堤体材料（刃金土）に再資源化しました。



① 底泥土の堆積状況



② 既設堤体段切り状況



③ 改良状況



④ 転圧状況



⑤ 転圧状況



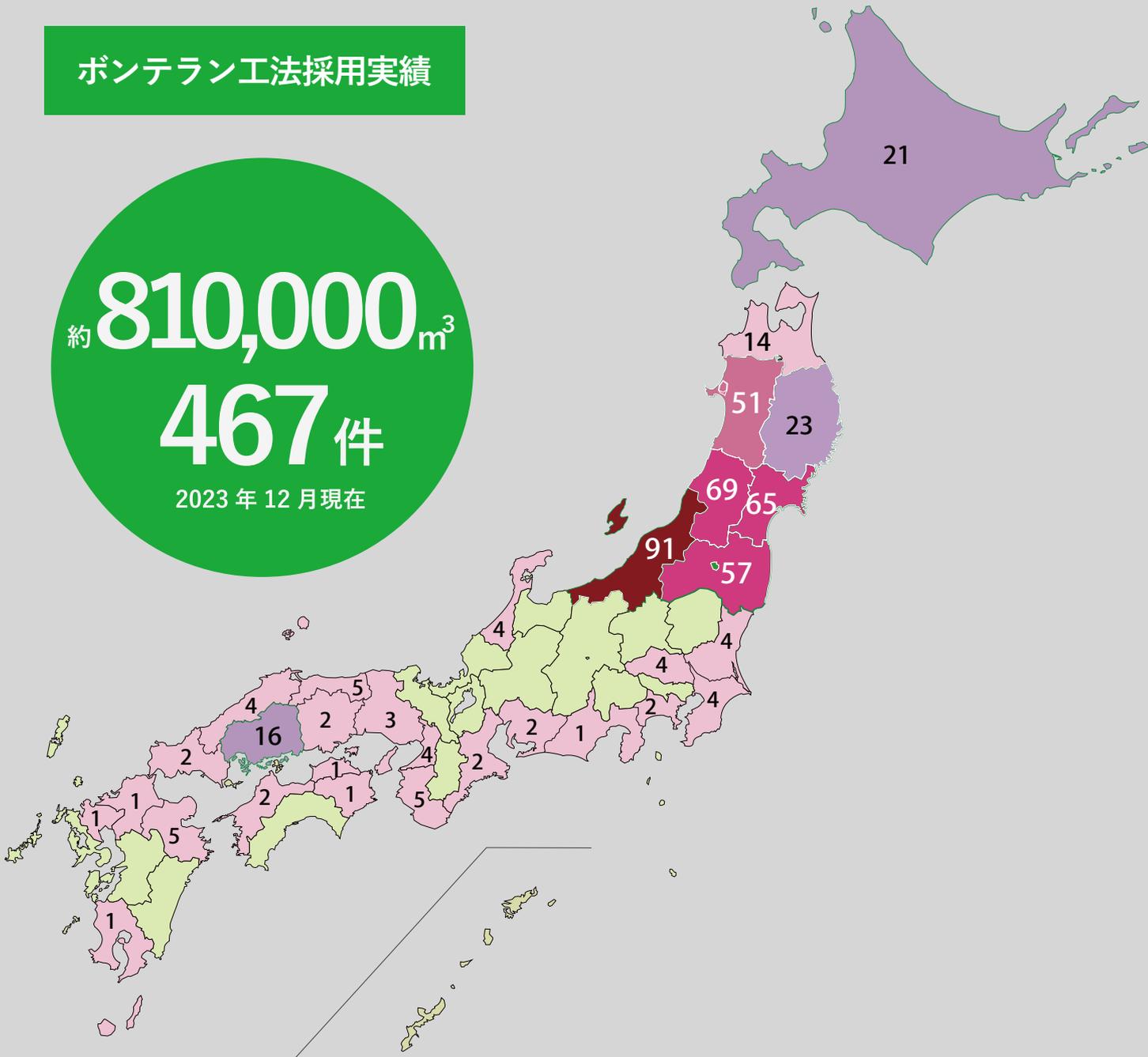
⑥ 完成

ボンテラン工法採用実績

約 **810,000** m³

467 件

2023年12月現在



ボンテラン工法施工上の注意点

- ボンファイバーおよび固化材の添加量は、現地採取土を用いた事前配合試験を実施する必要があります。弊社まで現地採取土をお送りいただければ無償で配合試験を実施いたします。お送りいただく土量は改良対象土、試験項目により変わるため弊社までお問い合わせください。
- ボンテラン改良を行う際は、ボンファイバーおよび固化材の色むらがなくなるまで攪拌してください。
- 均一に混合するため、鋼製水槽やピット内での使用を推奨いたします。
- 改良土量が多い場合や混合が困難な場合はドライブミキシング等の攪拌アタッチメントによる改良を推奨いたします。
- ボンファイバーの添加にあたっては、粉塵が発生するため取扱時には防塵ネット等で周囲への飛散に留意してください。
- ボンファイバーを屋外で保管する場合は、直接地面に接しないようパレット、角材等で嵩上げし、ブルーシート等で雨水の浸入を防ぐよう保管してください。また、ボンファイバーの積み重ねは、荷崩れが発生しないように2段までとしてください。



株式会社 森環境技術研究所

〒996-0071 山形県新庄市小田島町7-36

TEL : 0233-22-0832

FAX : 0233-22-0932

mail : bt@mori-kankyo.co.jp

web : <https://mori-kankyo.co.jp>

