

- ☆ NETIS登録番号 TH-020042-V
- ☆ NETISプラスデータベース AC-120001-V
- ☆ 建設技術審査証明 第2203号
- ☆ ARIC登録番号 0245



港湾・漁港構造物の 耐久性向上に関する技術 ボンテラン工法

2015年2月18日(水)
北海道開発技術研究発表会 特別セッション

東北大学大学院環境科学研究科 教授 高橋弘

ボンテラン工法研究会

現状の把握

- 港湾から発生する浚渫土量は約2000万m³(平成20年度調査)と言われており、覆砂・干潟等の養浜に13%が有効利用されているが、ほとんどが港湾埋立・土砂処分場に搬出されている。
- 国土交通省発注の公共土木工事において、1177万m³の新材(山砂等)を購入して盛土材料として利用されている。

新たな技術により浚渫土砂を再利用することで、環境負荷の低減とコストの削減が可能となる。

1. ボンテラン工法とは

従来、再資源化が不適とされてきた浚渫土砂や軟弱土等の泥土に繊維質系泥土改良材「ボンファイバー」と固化材を添加・混合することにより、**ハンドリング性・施工性を向上させ、優れた強度特性・高耐久性等の機能を付加し、これらを積極的に地盤材料に再資源化する工法です。**



ボンファイバー

対象泥土

浚渫土砂



建設汚泥



ため池底泥



軟弱土砂



2. 施工手順

① 泥土の状態



② ポンファイバー投入



③ 固化材投入



④ 敷均し



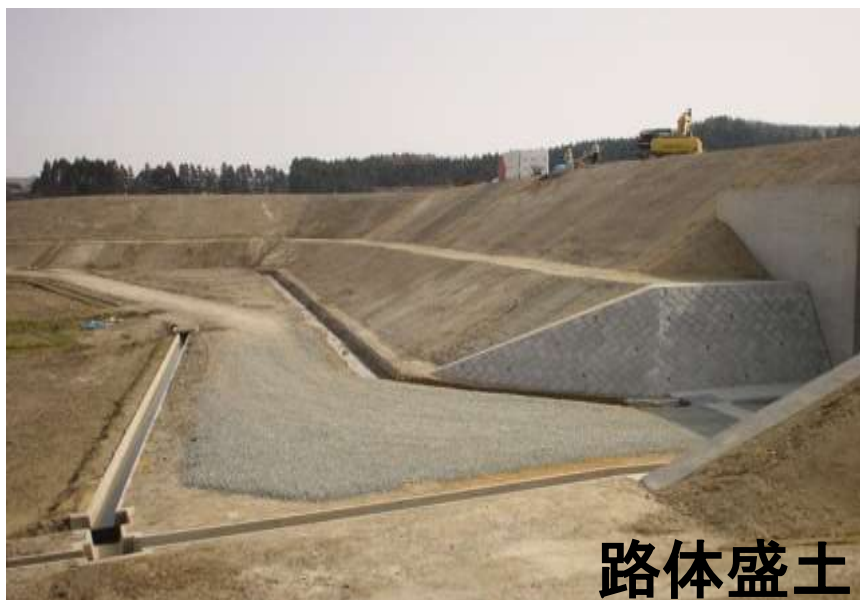
⑤ 締め固め



⑥ 完成



再利用用途



3. 何を改善した技術なのか

- ① 広大な敷地と水切り・天日乾燥に必要な工程が不要となり、大幅な工期の短縮が可能となる。



狭隘な施工ヤード

- ② 簡易な装置で泥土の改良が可能となり、大型装置の設置が不要となり、コスト削減が可能となる。



簡易な装置

施工コスト

《積算範囲》

攪拌槽に投入した泥土にボンファイバーと固化材を添加・混合し、改良土を搬出するまでの作業および機材の設置撤去まで。

《積算条件》

泥土の含水比:50~80%

改良土量:約10,000m³

日処理量:360m³/日

改良単価 約3,000円/m³~

※ 現場の施工条件等により単価は変動します。

改良土の顕微鏡写真およびイメージ図

安定処理土



土粒子と土粒子が固化材の結晶により繋がっている

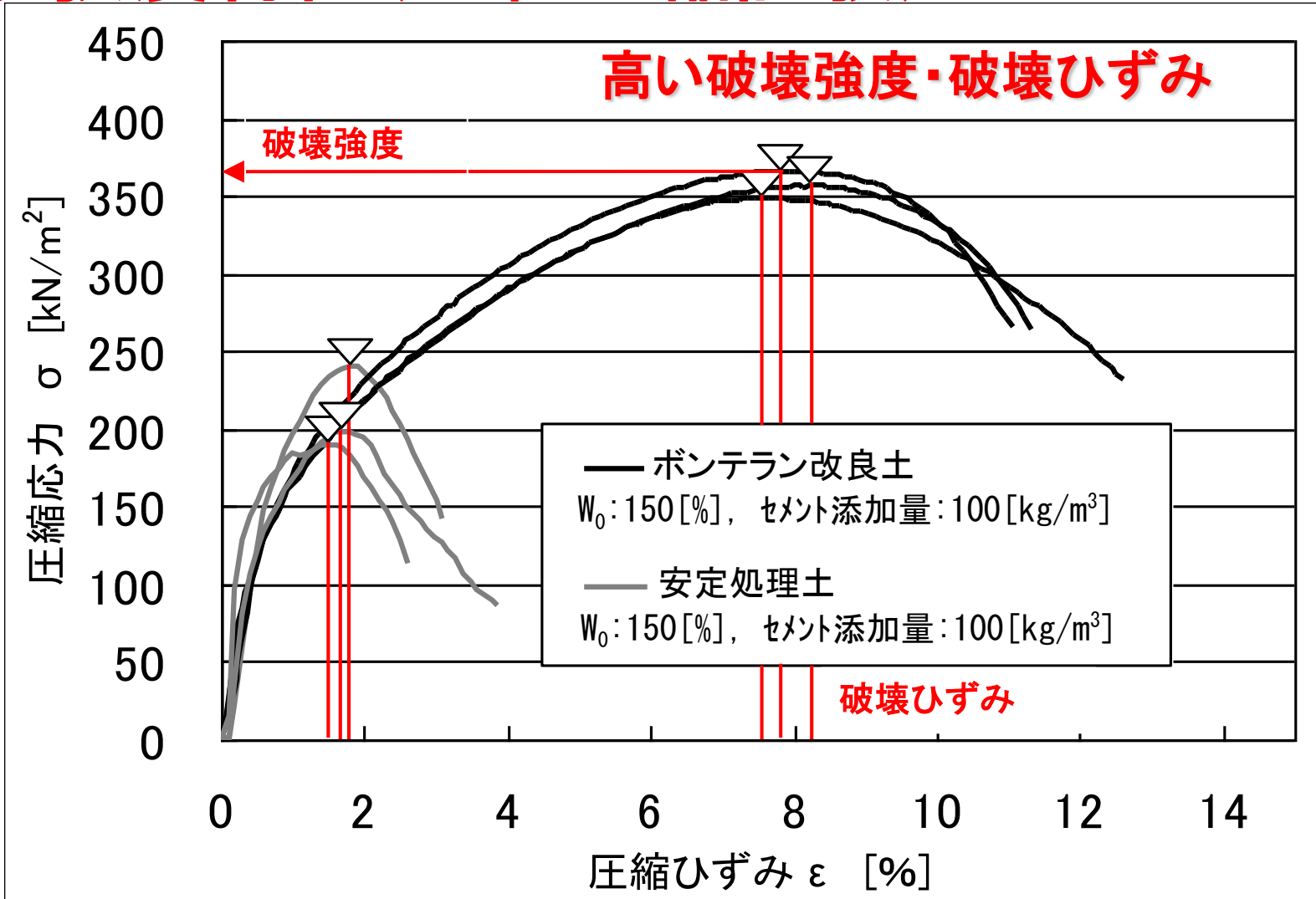
ボンテラン改良土



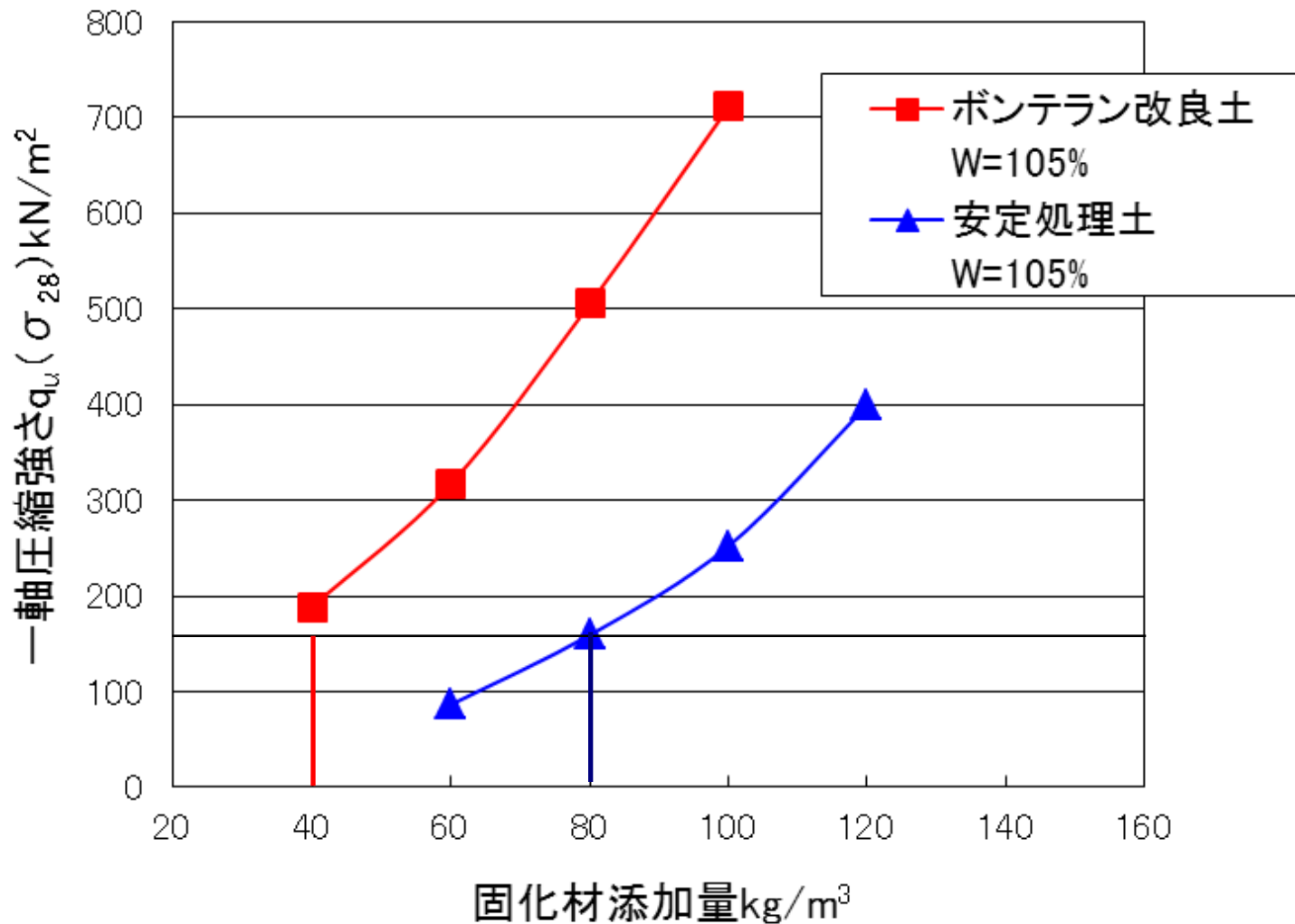
土粒子と土粒子に繊維が絡み合い固化材により繋がっている

4. 改良土の特長

① 強度特性 (一軸圧縮試験)

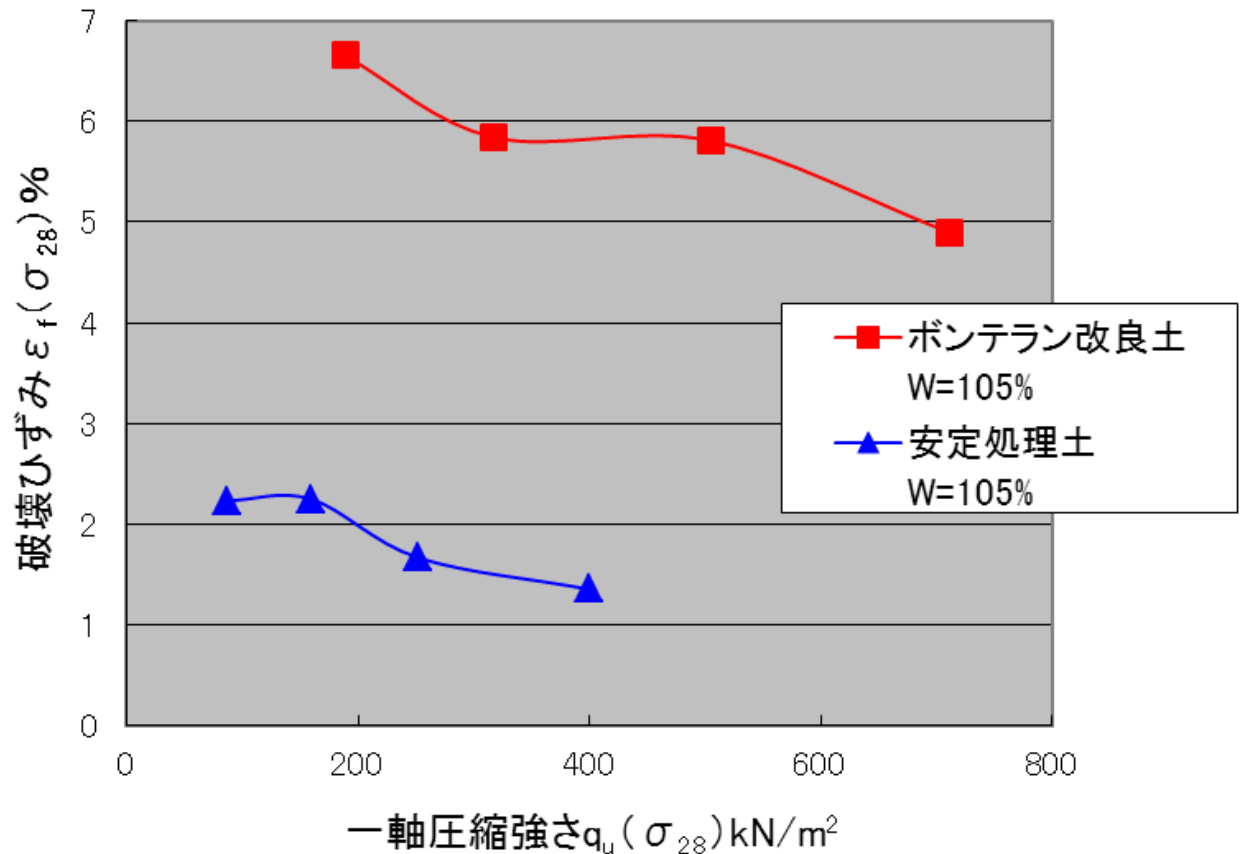
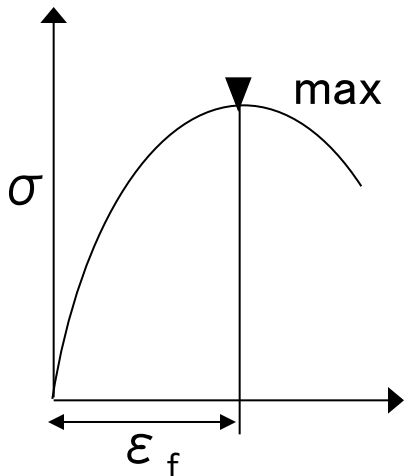


ボンテラン改良土の発現強度(養生28日)



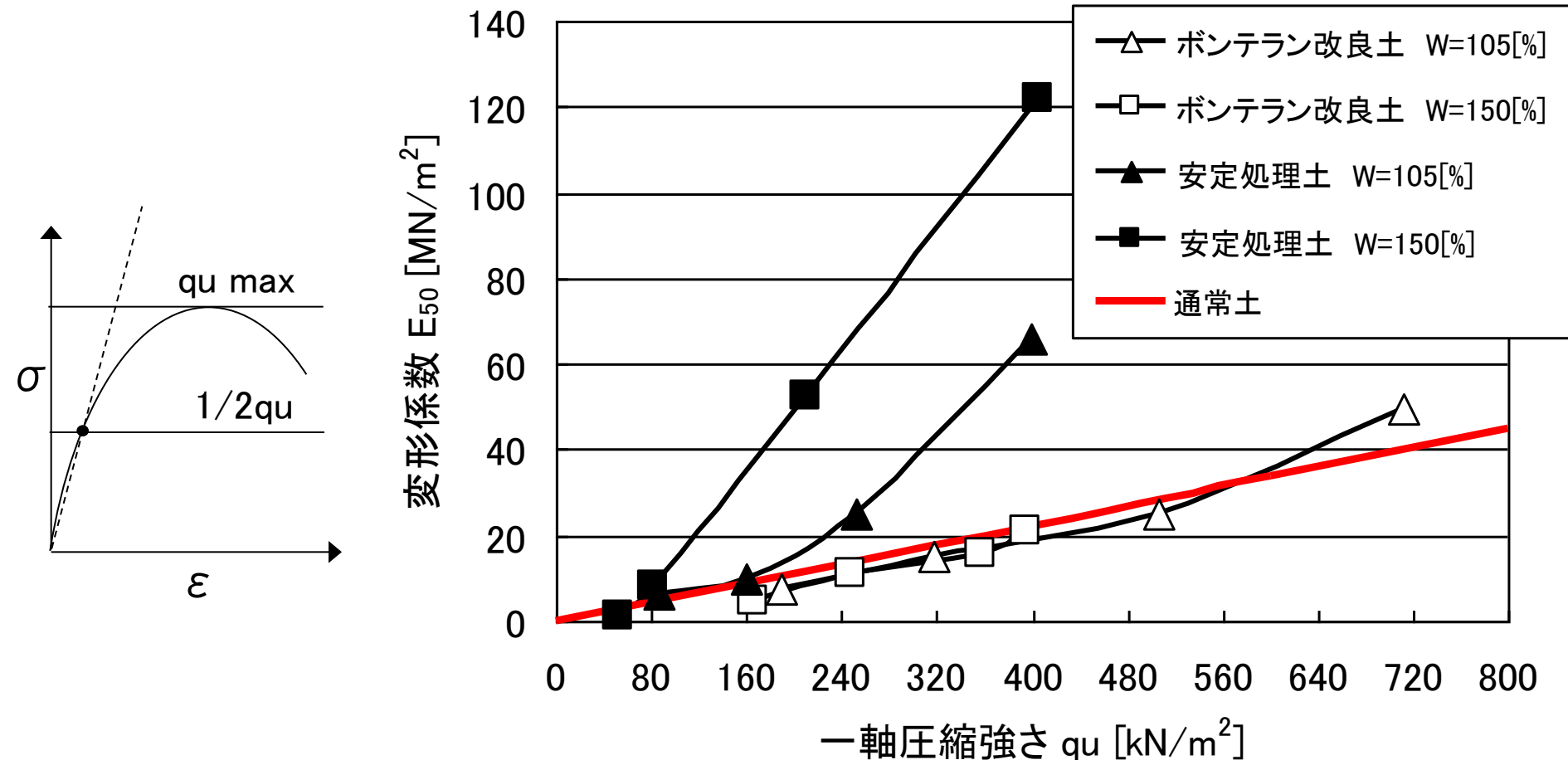
ボンテラン改良土の変形特性(破壊ひずみ)(28日養生)

ボンテラン改良土は同じ一軸圧縮強さの安定処理土と比べて数倍の破壊ひずみ ε_f を持つことが分かる. このことはボンテラン改良土が破壊に至るまでに, 大きな変形に耐え得ることを示している.



ボンテラン改良土の変形特性(変形係数)

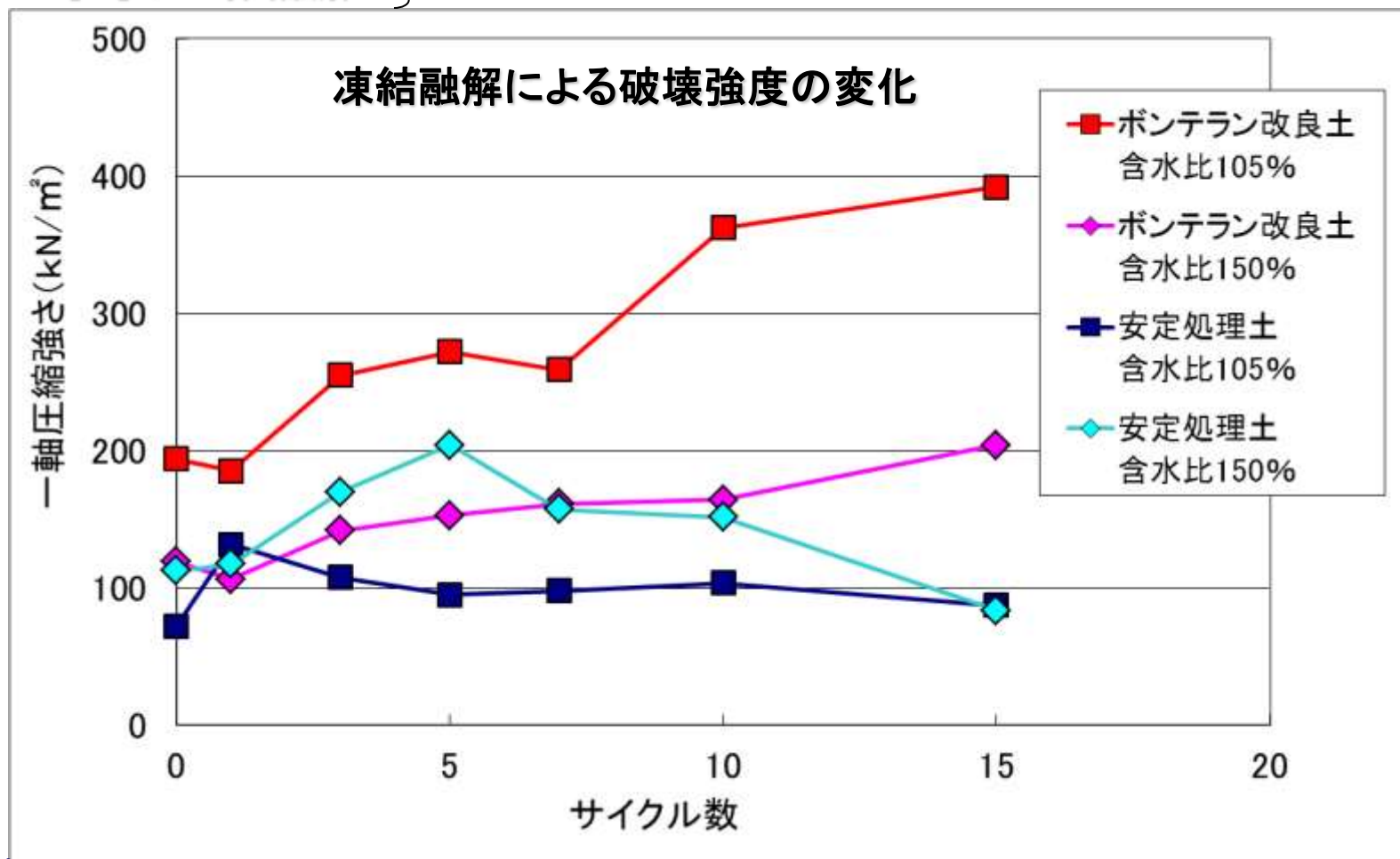
安定処理土の硬くもろい性質と大きく異なり、ボンテラン改良土の変形特性は破壊ひずみが大きく、変形係数が小さく、周辺地盤との剛性の違いがない。



通常土 E_{50} (MN/m²) $\doteq 0.056q_u$ (kN/m²) (出典:(社)地盤工学会「地盤調査の方法と解説」P267、P323~324)

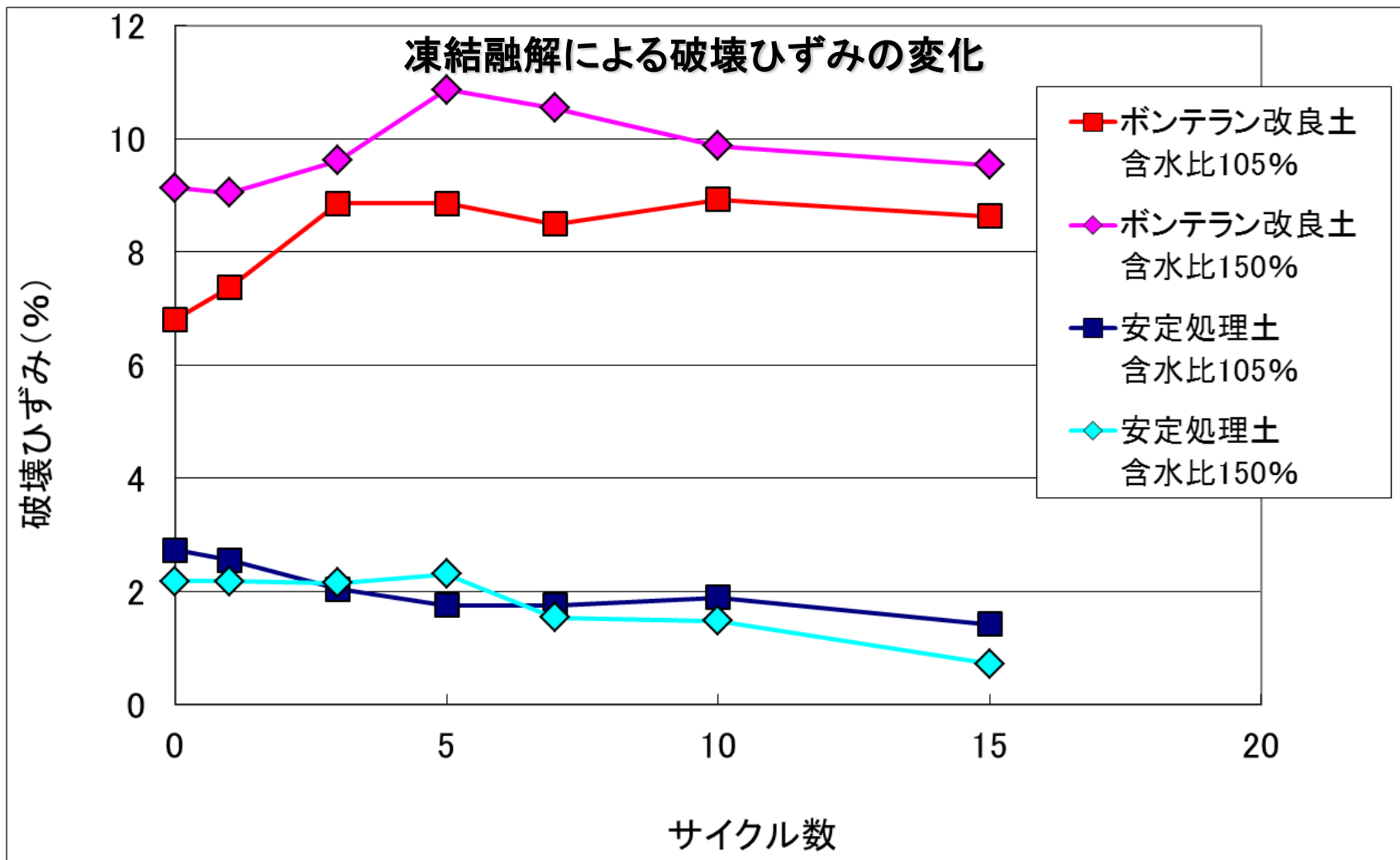
②凍結融解繰返し試験

−21[°C]で12時間凍結
+21[°C]で12時間融解 } 1サイクルとした凍結融解試験を実施。



ボンテラン改良土は凍結融解を受けても強度が低下しない。逆に7日養生で試験を始めたことから、7日養生後の強度増加が現れている。

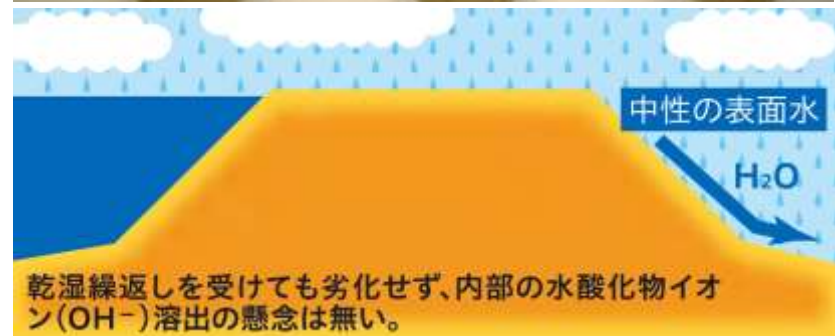
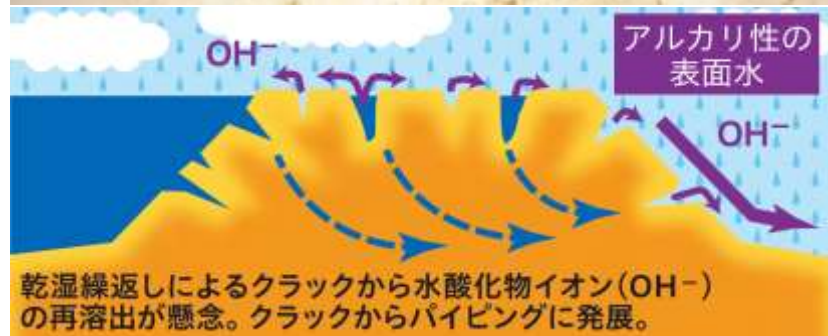
凍結融解試験の結果(破壊ひずみ)



凍結融解を受けても繊維質固化処理土の強度特性である“破壊ひずみが大きく粘り強い特性”が、一切低下していない事が確認できる。

③ 乾湿繰返し試験

乾湿繰返し試験（40℃炉乾燥2日、20℃水浸1日）の結果、安定処理土はサイクルの進展に伴い、乾燥収縮により亀裂が発生して劣化するが、ボンテラン改良土は一切劣化せず、極めて高い耐久性を示すことを確認した。また、ボ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懸念が無い。



④ ボンテラン改良土の液状化抵抗率

F_L 法とは、液状化に対する抵抗力と地震力の強さとを比較し、液状化に対する抵抗率(F_L 値)を求める手法である。

液状化に対する抵抗率 F_L を次式により算出し、この値が**1.0以下**の土層については液状化すると見なされる。

$$F_L = R/L$$

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



繰返し三軸試験機

繰返し三軸試験からの液状化抵抗率

S市で採取した砂質土（津波堆積物）とその砂質土を改良したボンテラン改良土の液状化抵抗率を検討するため、「土の液状化強度特性を求めるための繰返し非排水三軸試験」を実施した。

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

	砂質土	ボンテラン改良土
液状化抵抗率 F_L	0.12	1.50
液状化判定	×	○

5. 東日本大震災における被害確認

《浜尾地区築堤工事》

東北地方整備局福島河川国道事務所発注の浜尾地区築堤工事では遊水地内にヘドロ状の軟弱土が発生した。この軟弱土の再資源化工法について検討した結果、本工法が採用され平成14年12月に築堤が完成した。
(撮影日:平成14年12月)

原泥



敷均し・締固め



改良状況



完成



平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、東北地方整備局管内における堤防の被災箇所は773か所にのぼり、**浜尾遊水地内においても流用土および購入土を用いた堤体箇所において、せん断破壊やクラックが確認された。**

一方、ボンテラン改良土を堤体盛土に利用した箇所では被害箇所が確認されず、地震対策用地盤材料としての有効性が実証された。



「東日本大震災で効果を発揮した技術」に選定

発表会名:平成23年度建設技術フォーラム

主催 :国土交通省関東地方整備局企画部

開催日時:平成23年11月10~11日

応募165技術の内、
6技術が選定

《選定技術》

- ・**ボンテラン工法** **ボンテラン工法研究会**
- ・Geo-KONG工法、締固め砕石ドレーン工法 (株)鴻池組
- ・2段タイ材地下施工法 (株)大林組
- ・ピアーフレ工法 オリエンタル白石(株)
- ・延長床版システムプレキャスト工法 (株)ガイアートT・K



6. 採用事例

工事名 : 一日市地区他築堤工事
発注者 : 国土交通省近畿地方整備局
豊岡河川国道事務所
工期 : 平成20年7月～平成22年3月
改質量 : 17,000m³ (W=約60%)
工事概要 : 本工事は地盤改良工事から発生する泥土を現場から約30km離れた残土受け入れ施設に逆有償処理する計画であった。しかし、運搬によって発生するCO₂や交通渋滞を緩和するため、泥土をボンテラン改良し、築堤材として再利用した。

原泥排出状況



改良状況



築堤材として再利用



工事名 : 砂押川河道掘削工事
発注者 : 宮城県仙台土木事務所
工期 : 平成24年10月～平成25年3月15日
改良土量 : 28,500m³
工事概要 : 東日本大震災の津波が、宮城県多賀城市の二級河川「砂押川」を遡上し、大量の津波堆積物が河道を閉塞して河川の流下断面の確保が困難となった。そこで、河道を掘削し、掘削した津波堆積物を再資源化し、改良土を堤体盛土に再利用するため、本工法が発注者指定工法として設計採用された。

河川堆積土 掘削状況



改良状況



転圧状況



工事名 : 石巻漁港西港浚渫工事
発注者 : 宮城県 東部地方振興事務所
工期 : 平成25年11月～平成25年12月
改質量 : 5,000m³ (W=70%)
工事概要 : 石巻港内の津波堆積物の改良工法に本工法が採用された。仮置き後のボンテラン改良土は、腐敗臭が無くなり硫化水素発生防止対策として有効であることが実証された。さらに、翌日には0.7m³級BHによる締固めが可能であることが確認された。

泥土ピットへの泥土投入状況



改良直後の改良土状況



改良土の仮置き（敷均し・締固め）状況



11. 当研究会の取り組み

① 配合試験の実施(無償)



② 積算業務(無償)

A screenshot of a spreadsheet or data table. The table has multiple columns and rows, with some cells highlighted in yellow. The text is small and difficult to read, but it appears to be a detailed record or calculation sheet.

③ 各展示会への出展



④ 現場での施工指導



本工法についてご不明な点がございましたら、
お気軽に当研究会までお問い合わせ下さい。

ボンテラン工法研究会事務局

〒996-0071山形県新庄市小田島町7-36

TEL:0233-32-0022

FAX:0233-22-0932

E-mail: info@bonterrain.jp

URL: <http://bonterrain.jp/>

ご静聴ありがとうございました。