

大規模災害に対して セメント系固化材による 地盤改良が果たす役割

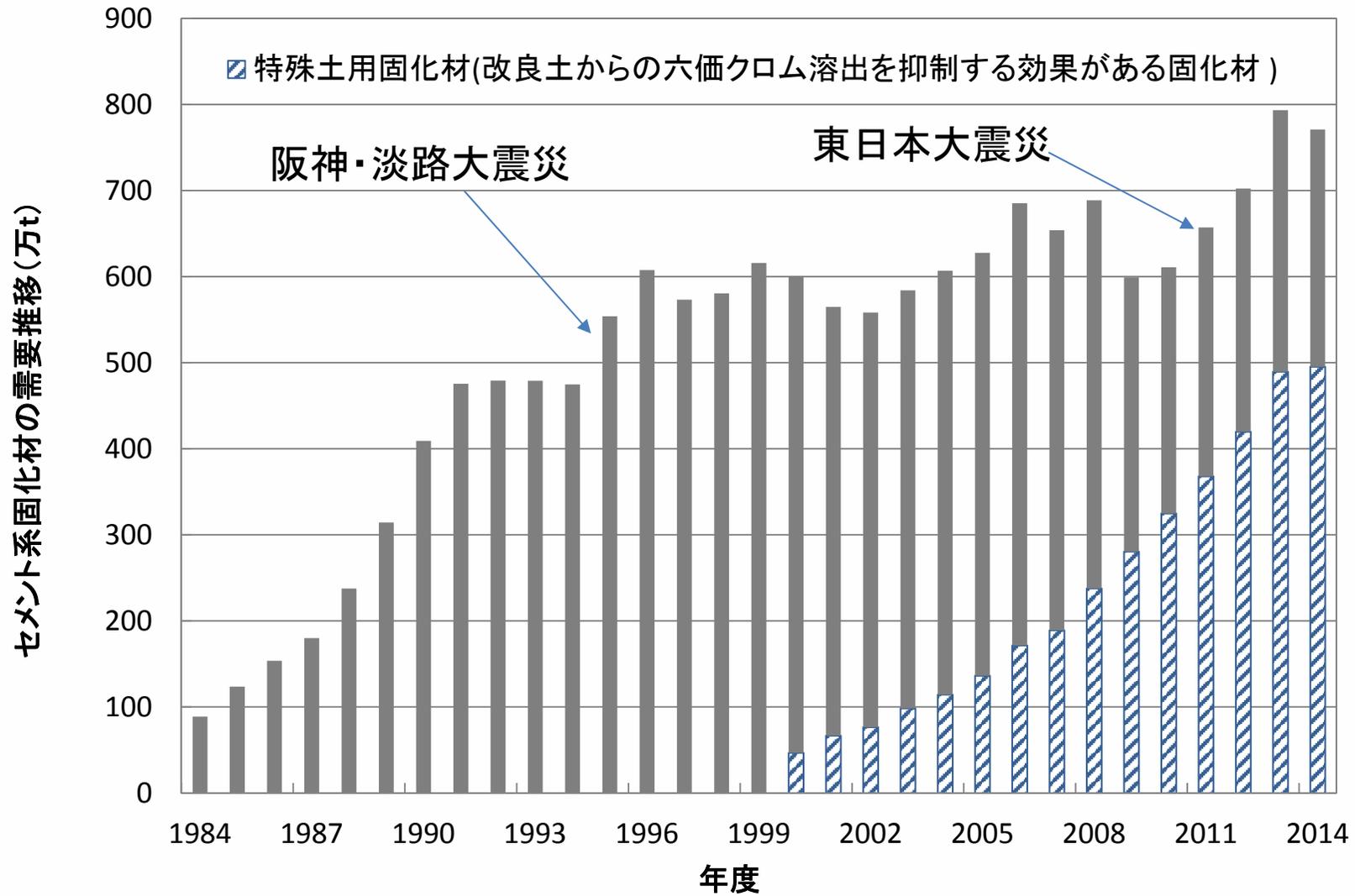
開発・普及委員会 委員長 山本 謙

セメント系固化材とは

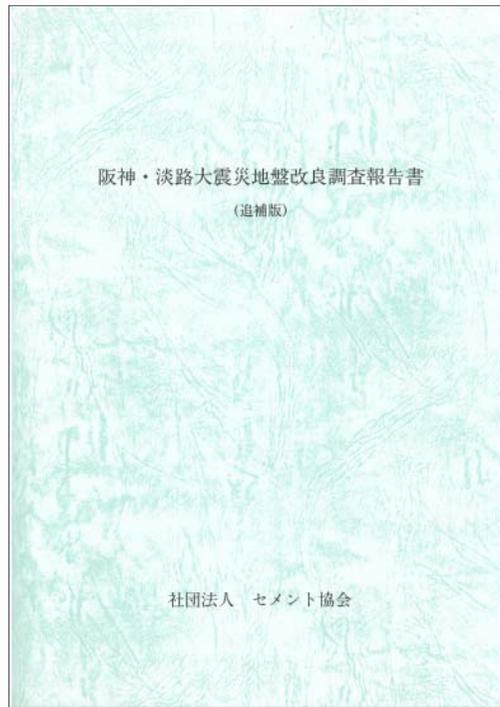
従来の石灰やセメントでは固化しにくい土質や、
様々な現場に対応するために開発された地盤を固める材料



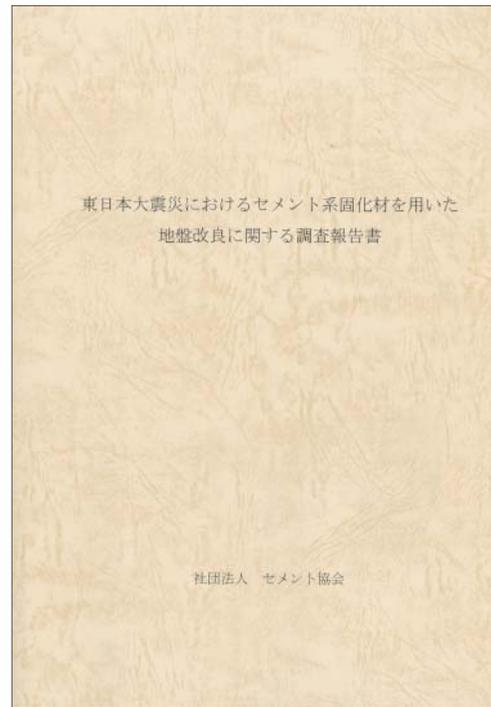
セメント系固化材の需要動向



2度の大震災と調査報告



阪神・淡路大震災
地盤改良調査報告書
(1995年11月)

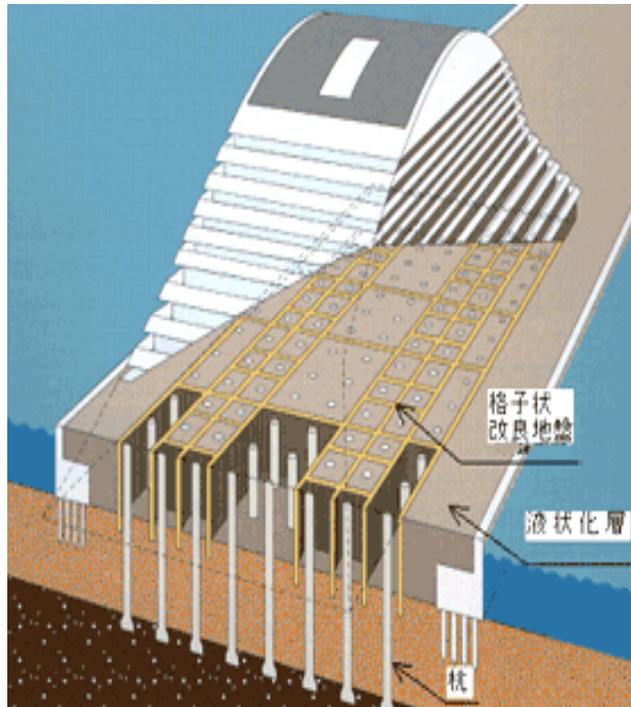


東日本大震災における
セメント系固化材を用いた
地盤改良に関する調査報告書
(2013年2月)



大規模災害に対してセメント系
固化材による地盤改良が果たす
役割
(2015年3月)

阪神・淡路大震災地盤改良調査報告書の概要



震災前に地盤改良を実施
(格子状改良)



調査結果 (監修: 嘉門京都大学教授)

- 調査物件のうち9割以上の物件は被害なし
- 被害は未改良地盤と比較していずれも軽微
- わが国最大級の地震にも十分な効果を発揮
- 格子状改良が液状化対策として有効

東日本大震災における地盤改良調査報告書の概要



仙台空港の滑走路



浦安市クリーンセンター



鳴瀬川堤防の耐震化工事

震災前にセメント系固化材で
地盤改良を実施

5日後には自衛隊機が
離発着を開始し、震災後の
救援と復旧復興に大きく貢献

震災後も通常通りの
操業を継続

液状化による大きな
被害なし

大規模災害に対してセメント系固化材による 地盤改良が果たす役割 目次



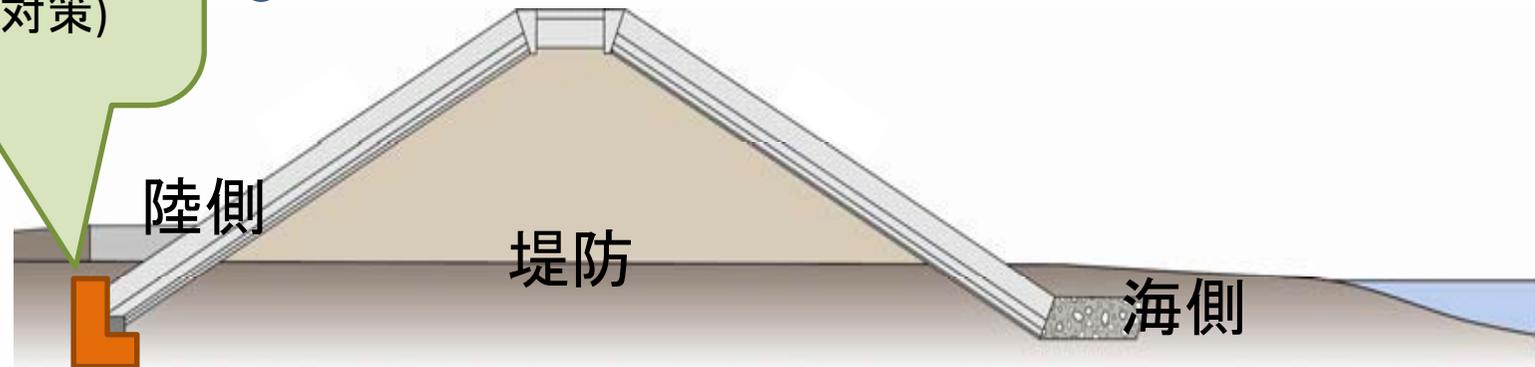
1. はじめに
2. 地震と地盤改良
3. 東日本大震災からの復旧・復興工事(7事例)
4. 大規模災害を想定した地盤改良工事
(土木編・7事例、建築編・6事例)
5. 座談会
6. おわりに

粘り強い海岸堤防 仙台湾南部海岸堤防復旧工事

地盤改良部分

目的: 陸側法尻の保護
(越流の洗掘対策)

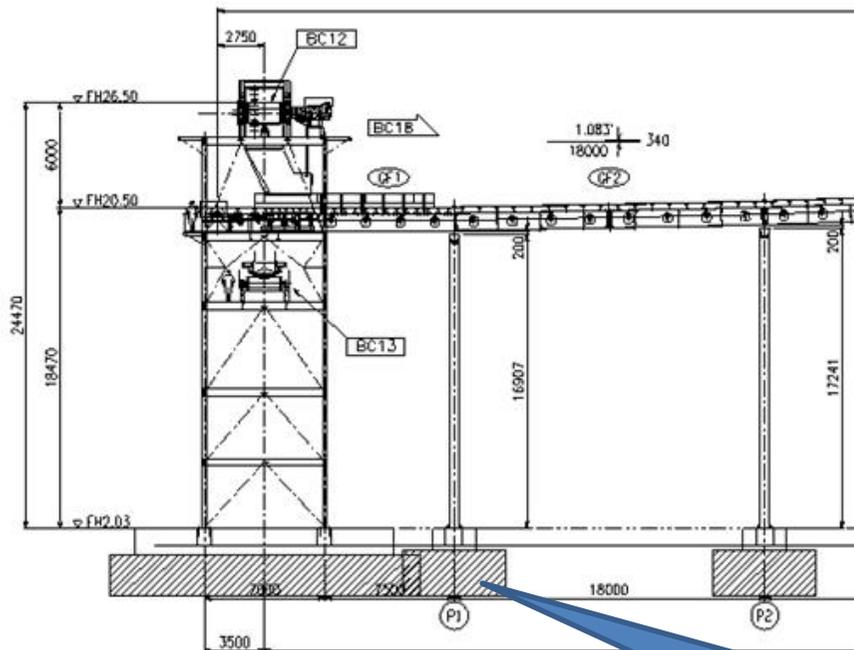
粘り強い海岸堤防: 設計値を超える津波が襲来しても、堤防の効果を粘り強く発揮できる構造を持つ



上図は東北地方整備局仙台河川国道事務所HPより引用

復旧復興事業を支える巨大ベルトコンベア

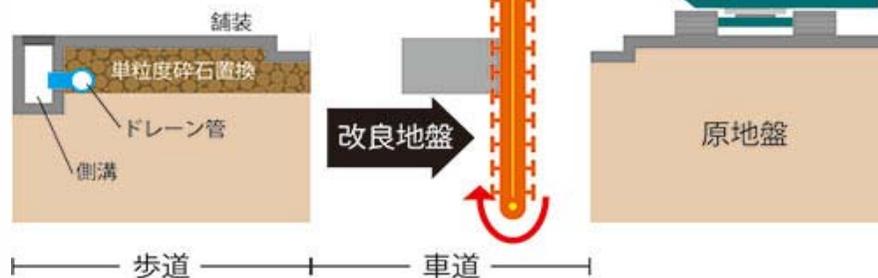
- 陸前高田市とUR都市機構が「新しい町づくり」を推進
- 新しい町を高台に形成するため、大量の土砂が必要。
- 土砂運搬の巨大ベルトコンベア(全長3km)を建設。工事の進展を急加速。



ベルトコンベアの
支柱下部を地盤改良

市街地での住宅液状化対策(千葉県浦安市)

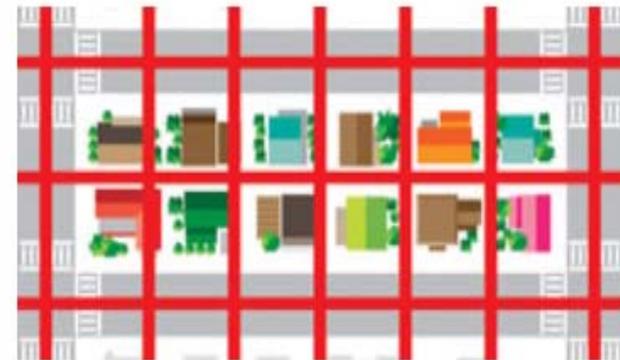
幹線道路・駅前広場における復旧工事



車道部と歩道の一部に浅層混合改良工
による液状化対策工事を実施

上図は千葉県浦安市 広報うらやすより引用

戸建て住宅地域における対策工事



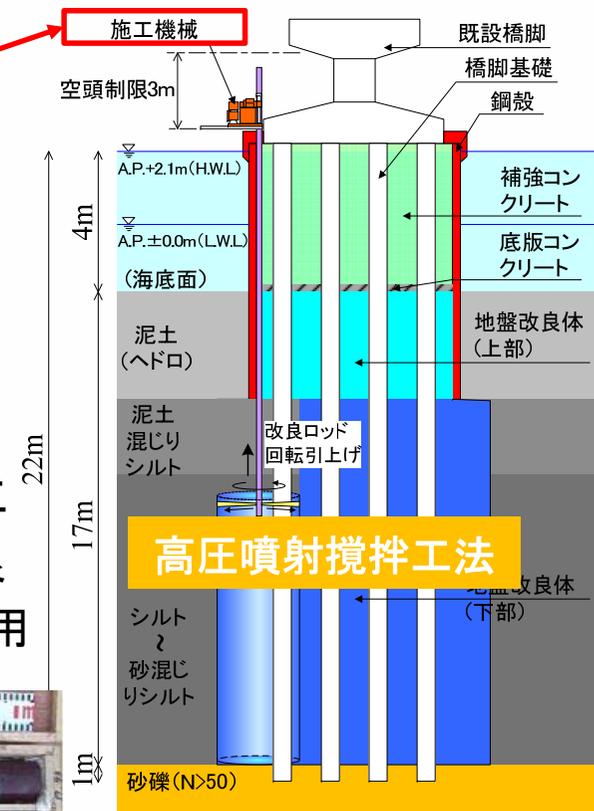
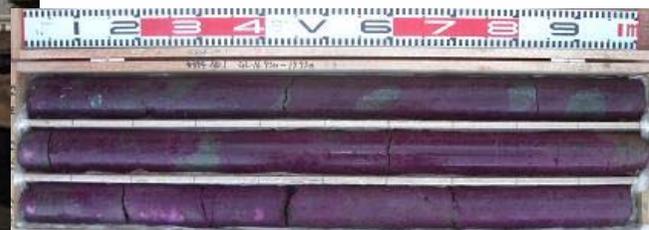
格子状地中壁工法のイメージ

モノレールの既設橋脚の耐震補強工事

➤ 2006年より耐震化を実施



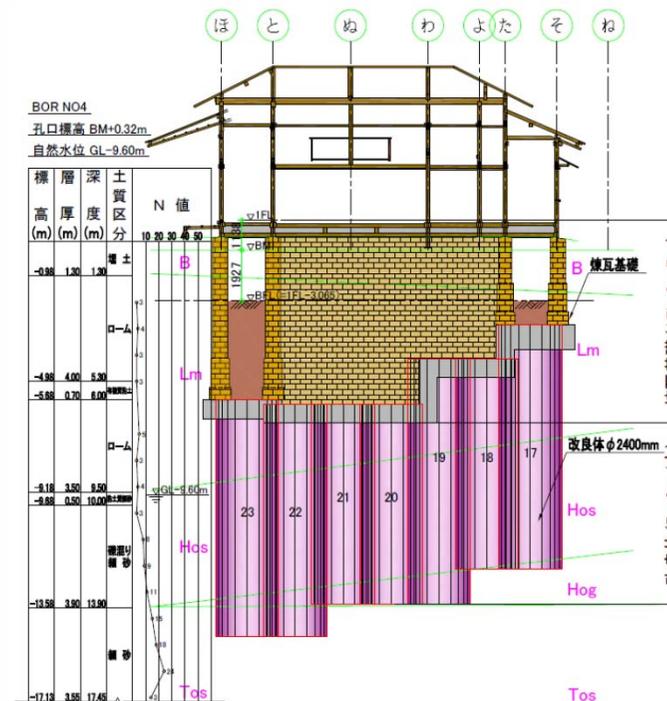
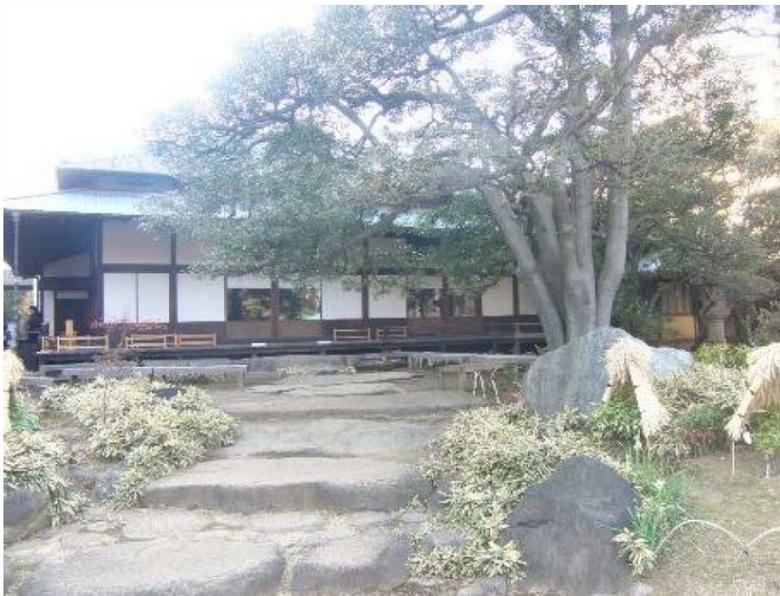
- ・路線直下の狭小空間で施工
- ・水面下の超軟弱地盤を改良
⇒小型の特殊施工機械を使用



重要文化財の地盤改良工事

重要文化財(旧岩崎邸)の沈下防止及び耐震対策工事

➤ コンパクトな施工機を用い、狭小地施工を実施



■ 既設戸建住宅の地盤改良に有効な技術

座談会 大規模災害に対してセメント系固化材による 地盤改良が果たす役割

液状化対策に格子状改良、すなわちセメント系固化材による地盤改良が選ばれたことは興味深い

北誥昌樹先生
(東工大)



強化復旧には、セメント系固化材の活用が重要であり多くの箇所で適用されている

勝見武先生
(京都大)



セメント工場はがれき処理において極めて重要な拠点である

久田真先生
(東北大)



構造物を強化復旧する上で、新しい技術によってセメント系固化材の適用範囲・用途が拡大している

小橋秀俊氏
(国交省)



セメント系固化材の利活用セミナー —大規模災害に対してセメント系固化材による地盤改良が果たす役割—

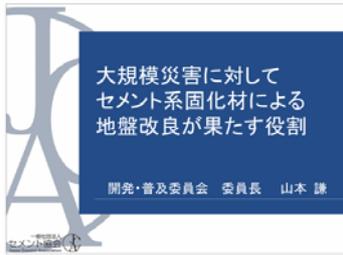
主 催： 一般社団法人セメント協会

後 援： 公益社団法人土木学会 公益社団法人地盤工学会など

2015年12月 2日 東京会場： JA共済ビル・カンファレンスホール

2016年 2月23日 仙台会場： ホテル法華クラブ仙台・ハーモニーホール

本セミナーでは、東日本大震災における改良地盤の調査概要と復旧・復興工事例、大規模災害を想定した地盤改良工事例をご紹介しますとともに、関連した内容を学識者によりご講演をいただきます。

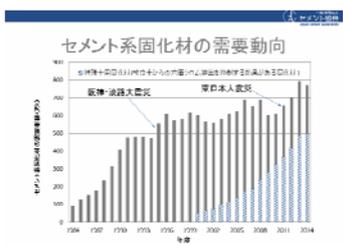


セメント協会 開発・普及委員会は、セメント、コンクリートおよびセメント系固化材の需要開拓、普及啓蒙に関する活動を行っております。本日は、その大きなテーマのひとつとして、尽力しております、セメント系固化材についてお話致します。



日本の大都市圏の多くは軟弱地盤です。大地震による地盤の崩壊、液状化被害や豪雨による土砂災害など、頻発する厳しい自然災害を克服するためには、構造物の基礎を改良し、強固にすることが社会的にも重要なニーズになっています。

1970年代に開発されたセメント系固化材は、いろいろな土を固めるように成分調整された地盤改良材です。道路の路盤・路床改良、宅地造成の地盤改良、建設発生土の改良など幅広く活用され、



その耐震有効性は1995年の阪神・淡路大震災、2011年の東日本大震災でも実証され、その需要は着実に伸びており、2013年度は過去最高の793万トンを記録しました(2014年度は770万トン)。現在、進行中の東日本大震災の復旧・復興工事では、防災集団移転のための宅地造成、住宅地盤の耐震化、築堤や護岸の耐震補強など、さまざまな地盤改良工事の現場でセメント系固化材が活用されています。

本日は、こうした阪神・淡路大震災、東日本大震災の調査結果のポイントと東日本大震災の復旧・復興工事での特徴的な工事例をいくつか紹介いたします。合わせて今後、危惧される大規模災害に備えたセメント系固化材を活用した地盤改良の事例を紹介いたします。



セメント協会は、阪神・淡路大震災、東日本大震災の二度の大震災の折に当該地区の調査を実施し、セメント系固化材による固化処理の有効性について検証し、貴重な知見を得ることが出来ました。その成果は、3冊の調査報告書として取りまとめております。



阪神・淡路大震災の改良地盤調査は、京都大学 嘉門教授監修のもと、1995年に実施しました。調査の結果、セメント系固化材を使用した改良地盤が、わが国の都市部を直撃した最大級の地震にも十分な耐震効果を発揮したことがわかりました。また、格子状改良が液状化対策として有効であることが判明しました。

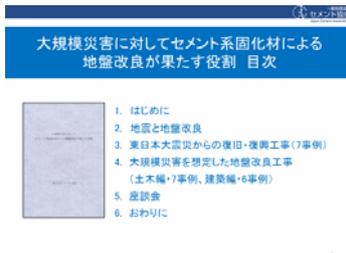


このたびの東日本大震災においても、セメント系固材普及・技術両委員会による震災調査WGを発足させ、東京工業大学の北詰教授のご指導の下、関係各署のご協力を得て、2013年2月に「東日本大震災におけるセメント系固材を用いた地盤改良に関する調査報告書」を発刊しました。今回の調査では、セメント系固材を使用した改良地盤上の構造物が、大地震後も、ほとんど変状しなかったことが判明しました。また、格子状改良が液状化対策に有効であることが確認されました。

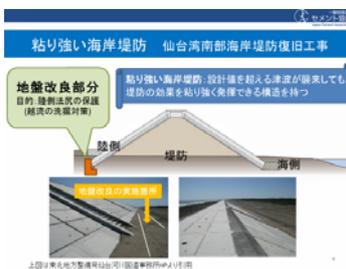
左の写真は、震災後の仙台空港の滑走路の写真です。震災前の地盤改良工事のおかげで大きな被害もなく、5日後には自衛隊機が離発着を開始し、震災後の救援と復旧復興に大きく貢献しました。

真中の写真は、震災後の浦安市クリーンセンターの様子です。施設周辺は液状化による被害が甚大であったにもかかわらず、センターは地盤改良されていたため、大きな被害もなく、震災後も通常通りの操業を続けることができました。

右の写真は、震災前に実施された、宮城県鳴瀬川の河川堤防耐震工事の様子です。堤防基礎をセメント系固材で改良しています。工事が完了した区間は震災による被害を受けませんでした。



さらに、2015年3月に「大規模災害に対してセメント系固材による地盤改良が果たす役割」を発刊しました。本書は、前述の震災調査の過程で得た、復旧復興工事および大規模災害に備えた地盤改良工事例について取り上げ、今後発生しうる大規模災害に対して参考にしていただけるように取りまとめたものです。つぎに、本書で取り上げた、大震災からの復旧・復興工事および大規模災害を想定した地盤改良工事事例の一部をご紹介します。



仙台湾南部海岸では、全ての区間で津波が堤防を越え、堤防決壊や消波ブロックの飛散、堤防法面の流出など、甚大な被害を受けました。そこで、海拔7.2mの海岸堤防を延長約29km、直轄施工で2015年度までに完成させる大規模な復旧工事が展開されています。この堤防には「粘り強い構造」が取り入れられています。「粘り強い構造」とは、計画の津波高を超え、海岸堤防等の天端を越流した場合でも、施設の破壊、倒壊までの時間を少しでも長くする、あるいは、全壊に至る可能性を少しでも減らすことを目指した構造上の工夫であります。その構造を実現するために、陸側の法尻保護において、セメント系固材を用いた地盤改良が採用されました。改良部分は法尻部の洗掘を防止し、堤防の被覆コンクリート部分が津波で剥がされないようにします。



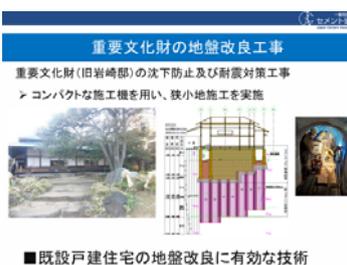
皆様も良くご承知と思いますが、陸前高田市は、沿岸地域の中でも津波による被害が著しく甚大であったところです。市とUR都市機構は、津波被害を想定した住宅の高台移転と低地部のかさ上げによる新たなまちづくり事業を実施しています。津波の浸水を免れるよう高さを確保するために、かさ上げに使用される土砂は、約780万m³に上るため、山から採取した土砂を運搬できる全長がおよそ3kmにわたる巨大ベルトコンベアの設置が求められました。ベルトコンベアで運ぶことでトラック運搬では9年かかる工期を2年に短縮することができました。既存の地盤は、この巨大ベルトコンベア設置に耐えられないため、セメント系固化材によって地盤改良されました。コンベヤーは9月に土砂を運び終え、撤去される予定です。



千葉県浦安市は、市面積の86%が液状化の被害を受けました。被害を受けた、公共インフラや戸建て住宅地域の復旧工事は現在も進められています。幹線道路や駅前広場等、公共インフラは、図に示すような攪拌機械で施工しました。戸建て住宅は、図示したように、建物の周囲を格子状の改良体地中壁で造成する工法を用い、2015年度中に試験施工を着工予定です。



東京モノレールは、2006年より順次構造物の耐震化が進められています。海上部に位置する既設の橋脚は運河のなかに位置し、水深は約4m、海底面から固い地盤の層までの深度が約17mであり、海底面付近には特に軟弱な層が堆積しています。この橋脚の支柱は、基礎部から補強する必要があることが判明し、支柱の周囲をぐるりと囲んでセメント系固化材で固める耐震補強を実施しました。モノレールの軌道直下で施工するため高さ制限は3mと低く、狭小現場でも地盤改良できる特殊な施工機械が用いられました。施工中は常時、モノレールの軌道が監視されましたが、施工による変形は生じず、モノレールの運行に影響を及ぼすことはありませんでした。また、大型機械を必要としない工法の採用により、狭小な場所での施工性が可能であることが確認されました。



重要文化財 旧岩崎庭園 和館は、竣工から120年余を経た歴史的建造物です。近年は建物基礎の沈下が著しく、修復工事を繰り返してきました。このたび沈下防止と耐震対策としてセメント系固化材を用いた地盤改良が実施されました。この工法が選択された理由としては、せまい建屋内の地下通路で施工が可能な機械を使用すること、既設の基礎構造を変えずに対策が可能であること、重要

文化財である建物に影響を与えないこと、対策工事中も敷地内の一般公開を継続できることが挙げられます。この事例は、既存住宅の沈下防止対策、耐震補強および液状化対策等の地盤改良を実施する際、居住しながらの環境での施工方法の参考になると思われます。

私どもセメント協会は、今回の震災調査結果を踏まえ、セメント系固化材が適切な方法でご使用いただき、最大限の改良効果を得るための技術資料の整備や、その技術的な内容を知らしめるための普及活動を今後も継続し、セメント系固化材による地盤改良が一層汎用化すべく努力をすることで、さらなる国土強靱化と豊かな社会資本整備への貢献を果たしていきたいと願っております。



最後に、本書の題目である「大規模災害に対してセメント系固化材による地盤改良が果たす役割」をテーマに開催された座談会についてご紹介いたします。座談会では震災復興にご尽力された有識者の方々にご討議頂きました。

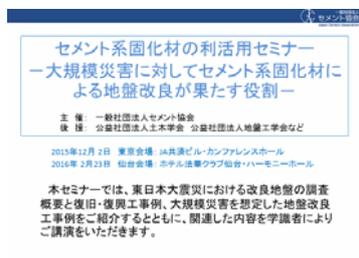
北詰先生からは、浦安市の復旧復興工事を例に、液状化対策を目的とした格子状改良の有効性について述べて

いただきました。

勝見先生からは、セメント系固化材使うメリットとして、東日本大震災で発生した分別土砂に低濃度の重金属が含有する場合、固化不溶化するだけでなく、強度・変形の面も改良されるため、活用範囲が拡大するとの見解を頂きました。

久田先生からは、震災がれきの処理についてお話いただきました。セメント工場ががれきを再資源化する際の重要な拠点であるとのお話をいただきました。

小橋氏からは、ご自身が改訂作業に携われた道路土工指針や道路橋示方書等をベースに、震災を経て、道路土工において、盛土下部の改良だけでなく、構造物、ボックスカルバートや擁壁の下部にセメント系固化材が活用される等、適用範囲が広がっているとのお話がありました。



今回ご案内した震災調査の内容をベースにセメント協会では技術セミナーを開催致します。本セミナーでは、東日本大震災における改良地盤の調査概要と復旧・復興工事例、大規模災害を想定した地盤改良工事例をご紹介しますとともに、関連した内容を学識者によりご講演をいただきます。東京開催は12月2日 JA 共済ビル(東京都千代田区)、仙台開催は2016年2月23日 ホテル法華クラブ仙台(仙台市青葉区)で行います。ご興味のある方はぜひご参加下さい。

以上