



土木学会地震工学委員会2023年度第一回研究会
～SDGs X 地震工学～ 2023年4月27日

地中に森をつくろう！！

－丸太で液状化対策と炭素貯蔵を
同時に実現し、次世代に未来を－

木材活用地盤対策研究会

株式会社アース(木地研設計会員)

三輪 滋



木材活用地盤対策研究会



株式会社 アース

1



LP-LiC工法

地中に森をつくろう！！

木材活用地盤対策研究会

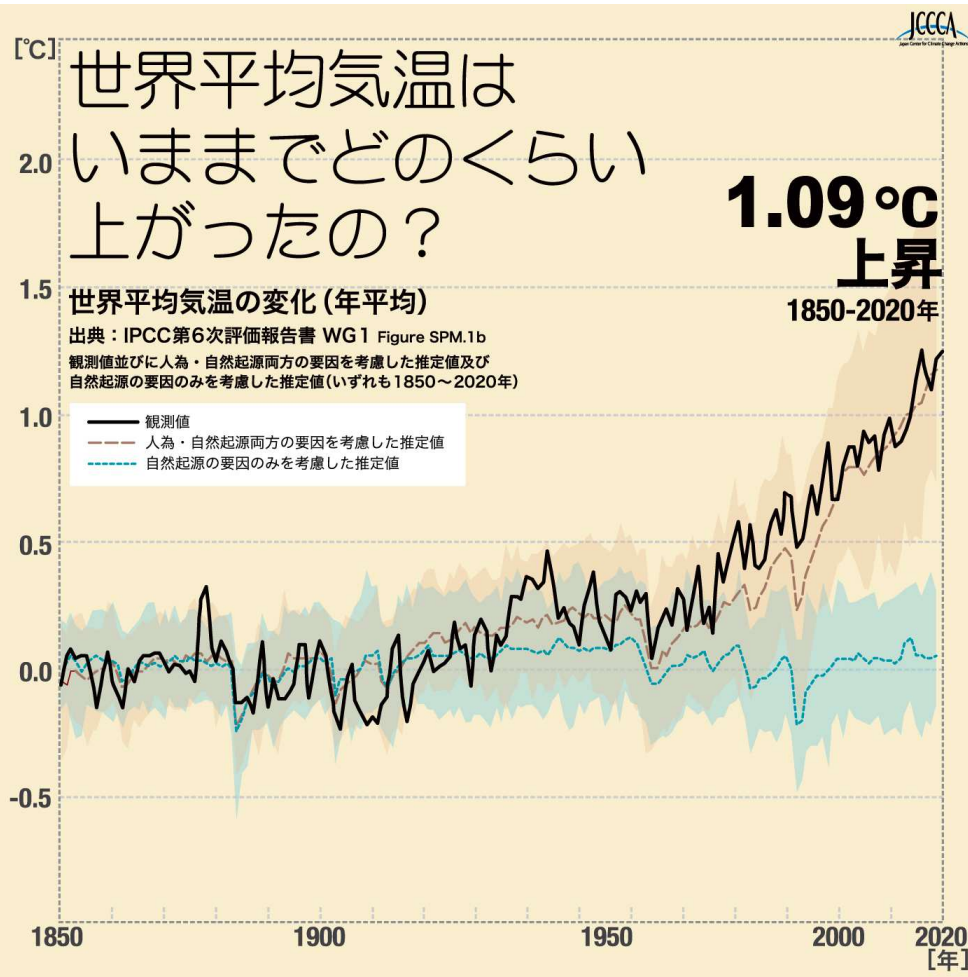


木材活用地盤対策研究会



株式会社 アース

2



出典)

IPCC第6次評価報告書／全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト (<https://www.jccca.org/>) より

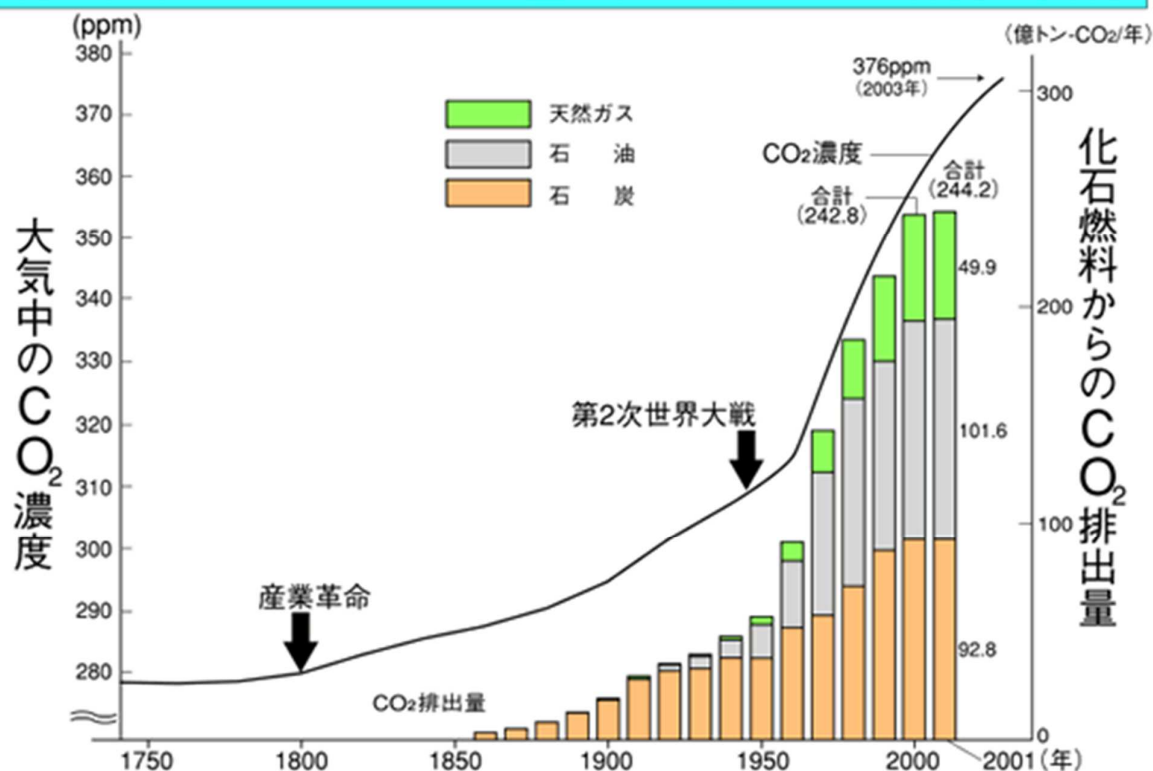
木材活用地盤対策研究会



株式会社 アース

3

化石燃料からのCO₂排出量と大気中のCO₂濃度の変化



出典：環境省資料、気象庁資料、エネルギー・経済統計要覧 2004年版
温室効果ガス世界資料センター (WDCGG) HP

木材活用地盤対策研究会

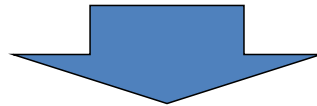


株式会社 アース

4

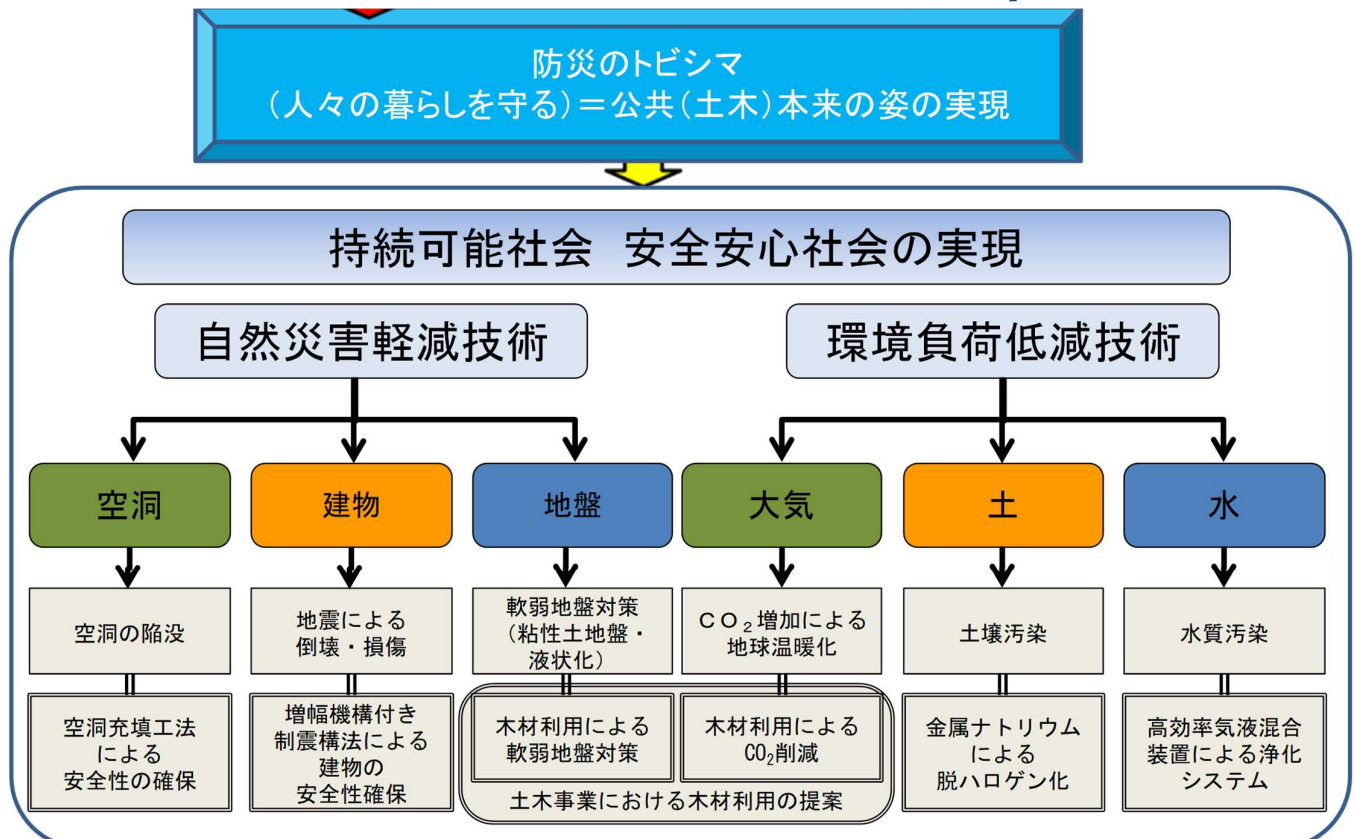
地球規模の課題

- 地球温暖化
- 地球温暖化が及ぼす気候変動, 海面上昇
- 気象の凶暴化による自然災害の増加
- 大規模な自然災害(地震, 津波・・・)



- 全世界的に対処していくにはエネルギー消費の少ない方法が必要
- SDGs (Sustainable Development Goals)
社会基盤整備を持続可能な方法で継続

防災のトビシマ(2004～)



富松義晴, 三輪滋, 濱田政則: 社会史より見た土木の検証と新たな展開, 土木学会論文集F5(土木技術者実践), Vol.68, No.2, pp.63-73, 2012の図に加筆



軟弱地盤対策と地球温暖化緩和を同時に実現する

丸太打設液状化対策 & カーボンストック工法 (LP-LiC 工法)
(Log Piling Method for Liquefaction Mitigation and Carbon Stock)

丸太打設軟弱地盤対策 & カーボンストック工法 (LP-SoC 工法)
(Log Piling Method for Soft Ground and Carbon Stock)

一地中に森をつくろう！！

三輪は
広報担当

ものづくり日本大賞内閣総理大臣賞受賞(2015年)

国土技術開発賞優秀賞受賞(2015年)

間伐・間伐材利用コンクール林野庁長官賞(2015年)

地盤工学会地盤環境賞(2016年)

LP-LiC工法：NETIS登録：KT-190054-A(2019年10月)

建設技術審査証明取得(2014年3月, 2019年3月)

建築技術性能証明取得(2013年12月, 2020年8月改訂3)

LP-SoC工法：日本建築センター評定取得：BCJ評定-FD0577-02(2020年1月)

開発者は
沼田淳紀氏
(飛鳥建設)

木材活用地盤対策研究会



株式会社 アース

7

木材の地中利用

古くから木杭など基礎構造物として使われていた。

(杭、洞木など)

海外では

ベニス、リスボン、サンクトペテルブルクなどが有名

日本では

- ・縄文遺跡からの木の船などの出土
- ・鎌倉時代の橋脚基礎・城郭の石垣の洞木
- ・丸ビル・東京駅など多くの建物、橋梁などの構造物で古い木杭が健全であることが報告されている
- ・100年を超える長期間、健全であることは歴史が証明している

詳しくは木材利用ライブラリー5

<https://committees.jsce.or.jp/mokuzai/system/files/005.pdf>

木材活用地盤対策研究会



株式会社 アース

8

日本では、
戦中戦後(太平洋戦争)の木材資源大量使用で枯渇
政府の木材資源利用合理化方策(1955)で資源保護
高度経済成長で杭も鉄・コンクリートに置き換わる
それでも木杭は昭和40年代なかば(1970年ごろ)ま
では使われていた

1970年代・1980年代で基礎の基準類から除外
→ほとんど利用されなくなった

1980年代に杭の設計に地震力を考慮
→杭としての利用はハードルが高くなった

木が腐るから使われなくなったのではない

戦後の木材資源保護、植樹育成で今は森林資源が豊富

公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律
(2010)

脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等におけ
る木材の利用の促進に関する法律

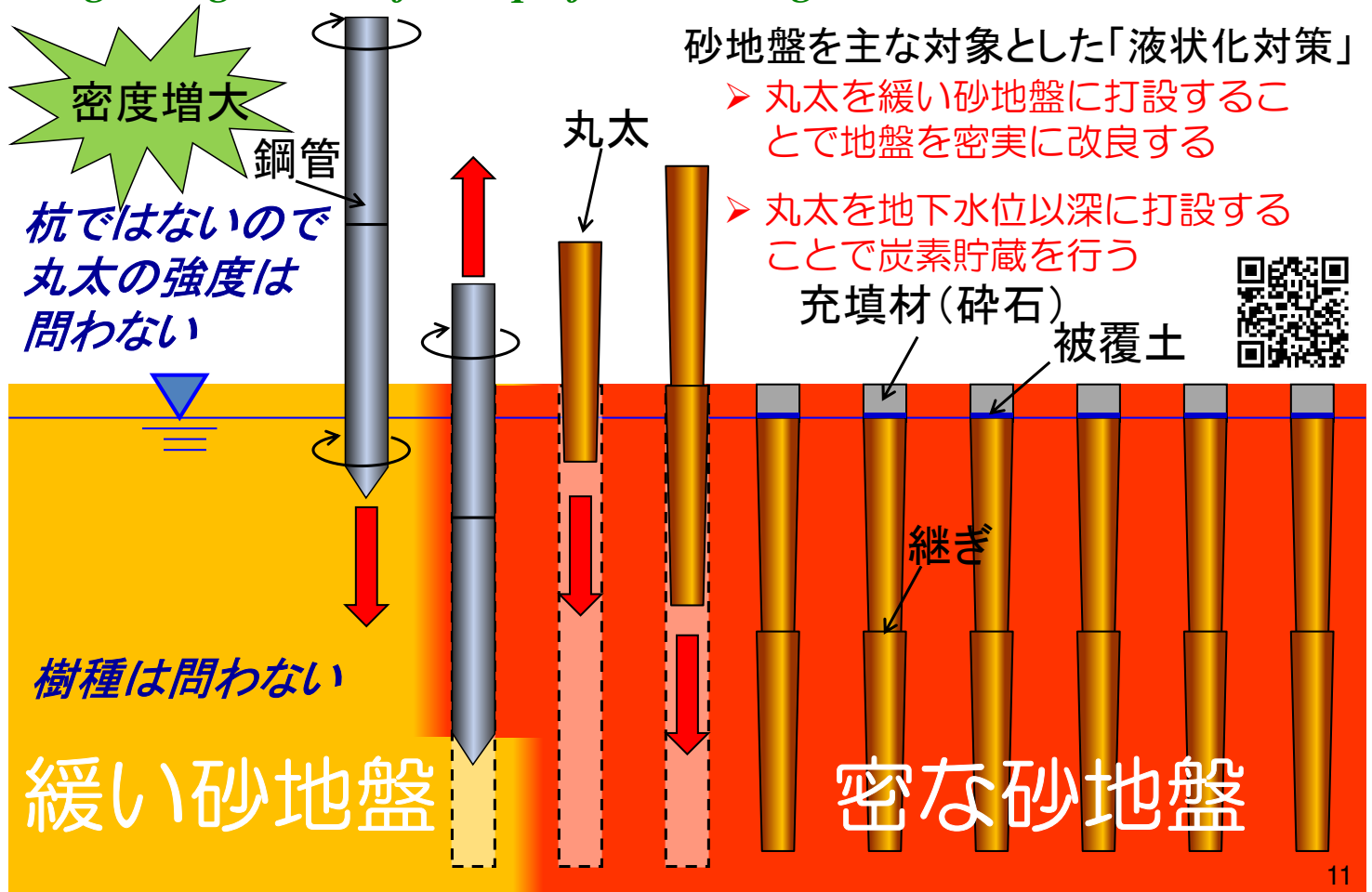
(通称:都市(まち)の木造化推進法)(2021)

→建築分野での木造化・木質化が活発化(「都市に森を」)

土木(もともと土と木が主材料)でも木材利用の拡大を
LP-LiC工法・LP-SoC工法

設計法が明確な地盤改良法として、
かつ環境面での効果も定量的に示した工法として
木材の地中利用に新たな道筋を提供すること
「地中に森をつくろう!!」

丸太打設液状化対策&カーボンストック工法 (Log Piling Method for Liquefaction Mitigation and Carbon Stock)



丸太による軟弱地盤対策

支持力を高める工法もあります
(NETISは未登録)

丸太打設軟弱地盤対策&カーボンストック工法 (Log Piling Method for Soft ground and Carbon Stock)

複合地盤の
支持力度

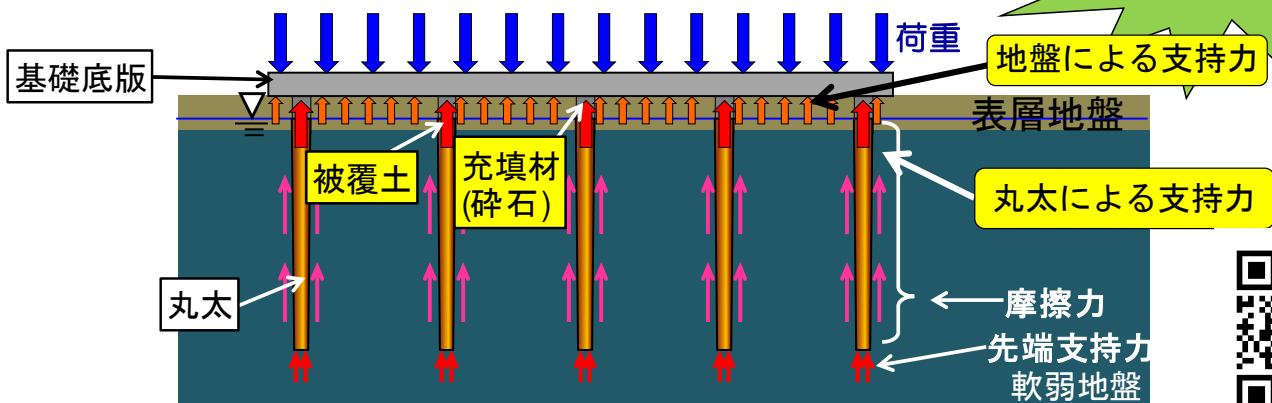
=

丸太部の支
持力度

+

丸太部を除く
地盤部分の支持力度

粘性土地盤を主な対象とした「軟弱地盤対策」



LP-SoC工法：日本建築センター評定取得

BCJ評定-FD0577-02 (2020年1月)



地形	国土面積の割合 (377千km ²)	人口比率	資産比率
沖積平野	10%	49%	75%
その他	90%	51%	25%

共通項目	対象地盤	被害が生じる時期	生じる課題	生じる被害	
地下水位が浅い 緩く堆積 新しい堆積 礫を主体としない	粘性土 有機質土	常時	圧密沈下 すべり破壊	沈下 傾斜 水平変位	LP-SoC工法
	砂質土	地震時	液状化 地盤の流動化	沈下 傾斜 浮き上がり 側方流動	LP-LiC工法

グリーンインフラは地表だけではありません

コンセプト

強靱で持続可能な社会の構築

気候変動緩和, 国土強靱化, 地域創生, 森林林業再生

自然との調和・自然の活用

地球温暖化抑制
炭素貯蔵
材料省エネルギー
自然材料有効活用

強靱化・防災
安全・安心

木材を活用した持続可能な建設技術

丸太打設液状化対策&カーボンストック工法
丸太打設軟弱地盤対策&カーボンストック工法
建設分野への木材利用の拡大

木材利用と持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals: SDGs) の関係

コンセプト



2030年に向けて
世界が合意した
「持続可能な開発目標」です
ロゴ: 国連広報センター作成

■: 非常に大きく関連 ■: かなり関連が高い ■: 関連がある

外務省WebページJAPAN SDGs Action Platform <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/index.html>より
マークを引用し、加筆

木材活用地盤対策研究会

木材利用はSDGsの多くの目標と関係

15

木材を地盤改良の材料として用いる場合の長所と短所

	長所	短所
力学的特徴	・軽い割に強度がある ・弾性領域が広い	・鋼材に比べ強度が低い ・<u>乾燥により変形する</u>
一般的な特徴	・放置すれば自然に戻る ・燃料として利用できる ・見た目や感触が良い ・持続可能な材料である ・生産時のエネルギーが少ない ・炭素を貯蔵している ・環境負荷の心配が少ない ・間接的な環境効果もある ・加工が容易である ・比較的塩害に強い ・熱伝導率が低い ・温度応力がほとんど発生しない ・利活用の歴史がある ・国内のほぼ全域で供給ができる	・<u>腐朽や虫害がある</u> ・<u>燃えやすい</u> ・<u>形状のばらつきが大きい</u> ・<u>品質のばらつきが大きい</u> ・長大材を得にくい ・<u>均質で大きな構造体を作れない</u>

丸太の地中利用
(地盤改良)で
短所がほとんどなくなる
(下線部分がなくなる)

沼田淳紀, 吉田雅穂, 濱田政則: 木材による1964年新潟地震における液状化対策事例, 木材学会誌, Vol.55, No.5, pp.305-315, 2009.

木材活用地盤対策研究会



株式会社 アース

16

木材利用による炭素削減効果

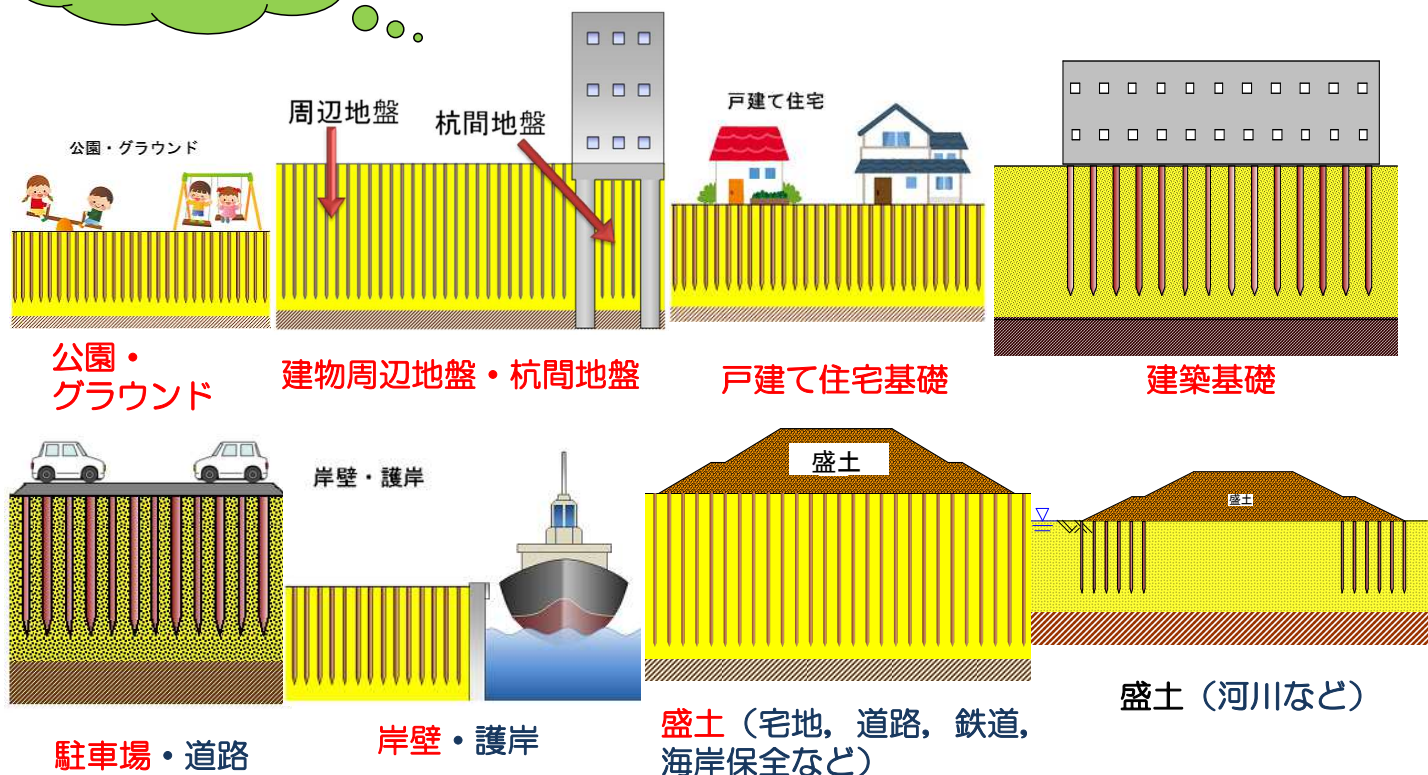
- **炭素貯蔵効果** (可能な限り木材を長期利用する)
(循環する木材炭素を製品等として系外に隔離し、大気中からCO₂を削減)
- **省エネルギー効果** (セメントや鉄を木材に)
(製造時エネルギーが小さい木材に代替し、CO₂排出量を削減)
- **化石燃料代替効果** (残材をエネルギーに)
(木材をエネルギーに利用し、化石燃料由来のCO₂排出量を削減)
- **森林活性化効果** (波及効果)
(生物多様性の保全、土砂災害低減、水源涵養など)

LP-LiC工法・LP-SoC工法の特長

●安全・安心 (LP-LiC)	・信頼性の高い密度増大を対策原理としており、確実な液状化対策効果が期待できる。 ・密度増大以外の液状化対策効果が期待できる。
●安全・安心 (LP-SoC)	・地盤と丸太の複合地盤を形成し確実な地盤改良効果を発揮する。 ・地盤の支持力を考慮した合理的な設計によりコストを低減できる。 ・評価精度の高い地盤調査方法を用いるほど、大きな鉛直支持力を見込むことができ、コストを低減できる。 ・丸太打設液状化対策&カーボnstock(LP-LiC)工法と併用可能。
●地球温暖化緩和	・炭素を地中に長期間貯蔵することができる。 ・製造時の消費エネルギーが小さい丸太を使用するので、省エネルギーである。
●施工時の周辺 環境への配慮	・自然素材を用いるので、地下水汚染などの心配がない。 ・丸太は地盤に静的に圧入するので、低振動・低騒音である。 ・大型重機を必要としないので、市街地・狭隘地での施工が可能である。 ・丸太を無排土で圧入するので建設残土の発生がない。 ・施工時に材料の飛散がない。 ・プラントなどの設備を必要としない。準備工・解体工など不要 ・丸太打設による周辺地盤への変位はほとんど生じない。 ・養生期間が不要で、次工程にすぐ入れる。
●木材の活用	・丸太は、構造材のような高品質の木材である必要がない。 ・末口14-18cm程度の丸太利用で間伐材有効活用につながる ・木材需要の創出、林業再生、地域林業の活性化に貢献できる。

多様な用途

LP-LiC工法の適用



適用対象

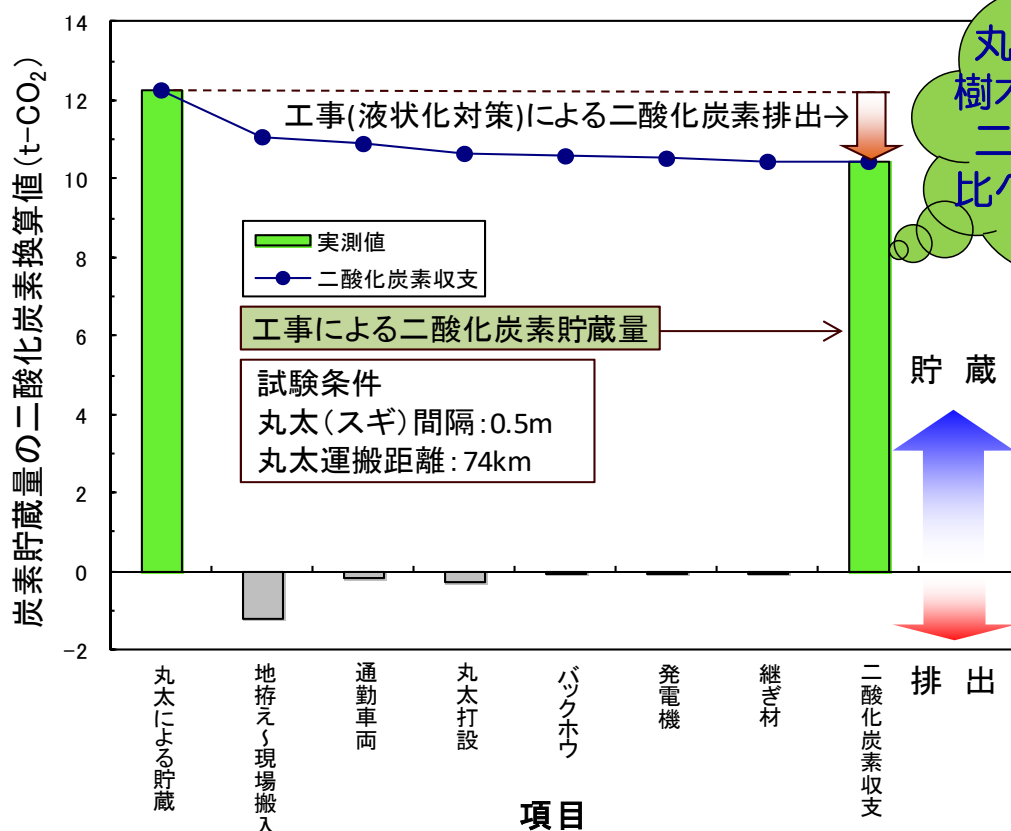
赤字：実績あり

木材活用地盤対策研究会

株式会社 アース

19

炭素貯蔵量と工事による二酸化炭素排出量の比較



丸太の炭素貯蔵量は
樹木育成や工事による
二酸化炭素排出量に
比べて圧倒的に大きい

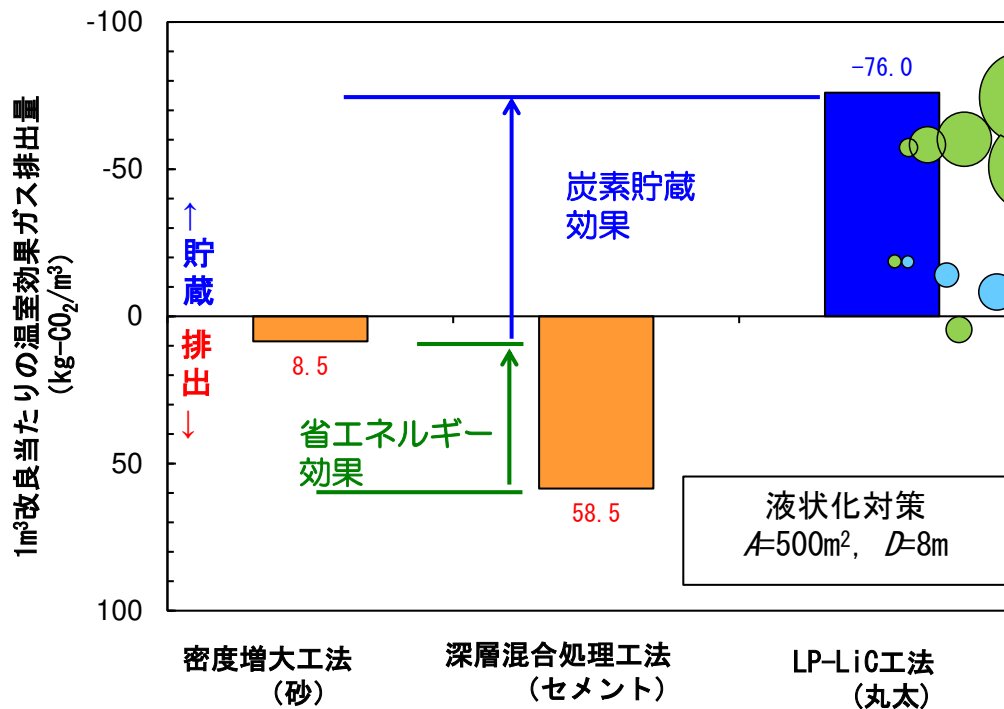
沼田淳紀, 外崎真理雄, 濱田政則, 久保光, 吉田雅穂, 野村崇, 本山寛: 丸太打設地盤改良による地球温暖化対策の可能性, 第8回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, 地盤工学会, pp. 399-404, 2009. 7.

木材活用地盤対策研究会

株式会社 アース

20

丸太打設による炭素貯蔵量と 各工事による二酸化炭素排出量の比較



他工法のCO₂排出量を上回る炭素貯蔵効果

工事するほど炭素貯蔵

「地中に森をつくらう!!」の実現

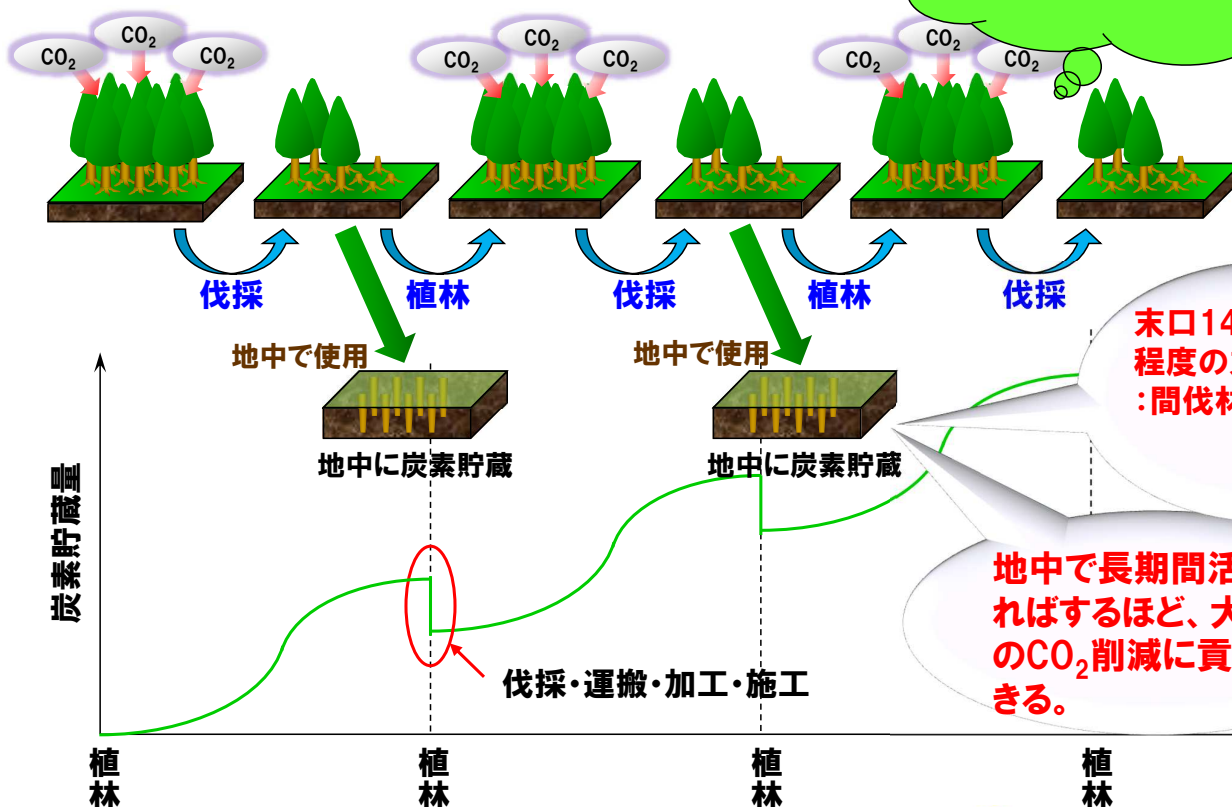
Kayo, C., Hashimoto, S., Numata, A. and Hamada, M.: Reductions in greenhouse gas emissions by using wood to protect against soil liquefaction, Journal of Wood Science, The Japan Wood Research Society, Vol.57, No.3, pp.234-240, 2011

地中カーボンストックとは

コンセプト

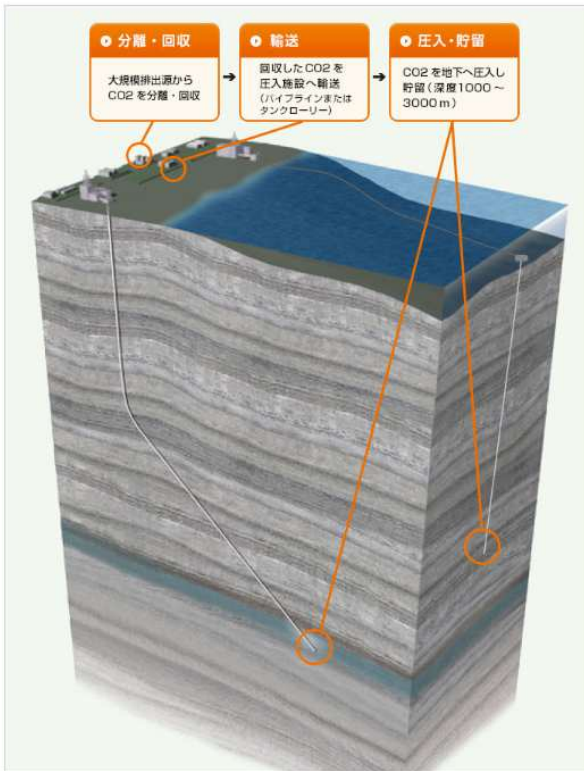
木材を利用することによる環境への効果

山に新しい森をつくりつつ
地中に森をつくらう!!



Carbon dioxide Capture and Storage

CCSの要素技術



図は日本CCS調査株式会社
<http://www.japanccs.com/about/setup/>より引用(2017.12.25)

苫小牧実証プロジェクト 10万t-CO₂/年
 世界のCCSプロジェクト:

50万~300万t-CO₂/年

- ・発電施設などからの排出CO₂の貯蔵
- ・CO₂貯蔵のみが目的で付随効果はない
- ・気中からのダイレクトCCSはさらに高価

時代はSDGs: 木質CCSへ

地中での木材利用(地盤改良)は
 超長期炭素貯蔵も同時に実現する
**丸太による地盤改良は
 持続可能な社会を実現する**

可能性: 50万t-CO₂/年
 ~100万t-CO₂/年(日本だけで)

木材活用地盤対策研究会

23

2013年以降の国際的な気候 変動対策の枠組み

森林・林業白書(平成24年度版)

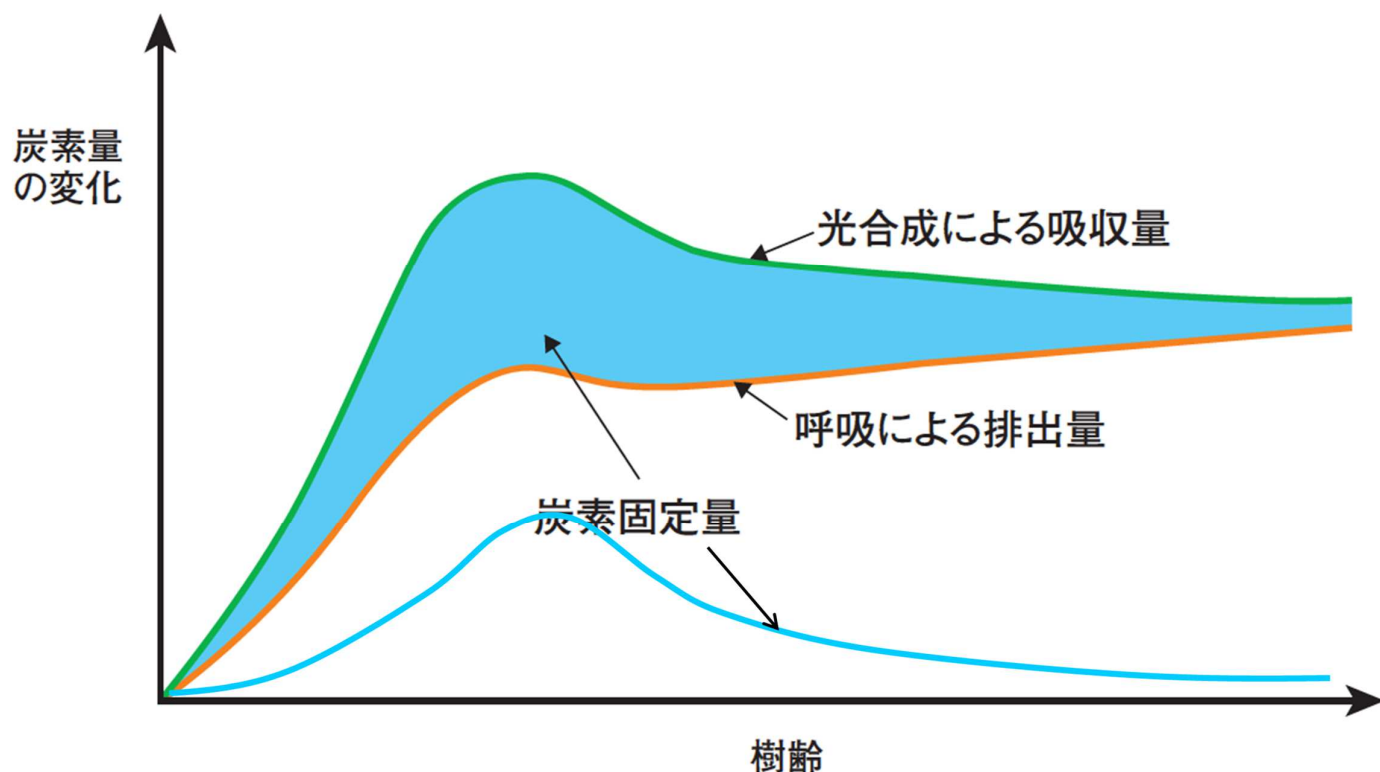
図II-7 気候変動枠組条約締約国会議で議論された搬出後の木材の取扱い



切り出した丸太をできる限り長く使うことで炭素貯蔵量が増加する
 地下水位以下では丸太は腐朽しない:

地中利用は木をもっとも長く使うことができる方法
 国際的に対象と認証されるための努力が行われている

木材活用地盤対策研究会



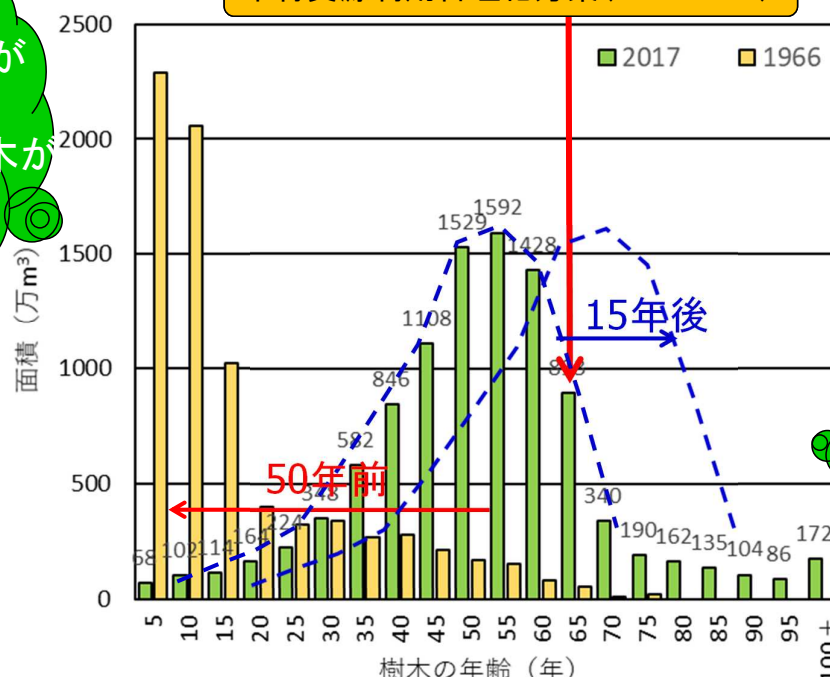
林野庁：平成25年度森林及び林業の動向・平成26年度森林及び林業施策

樹齢と炭素量

日本の森林

一人工林の年齢別面積(2017年時点)

木材資源利用合理化方策(1955.1.21)



日本は現在森林資源がとても豊富

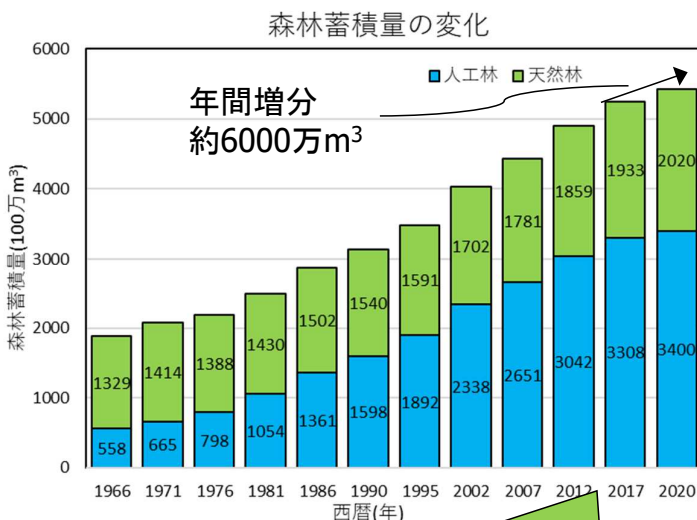
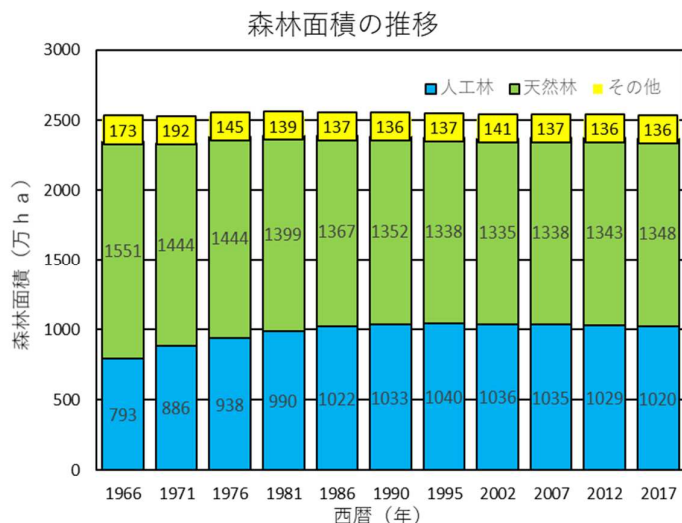
林野庁「森林資源の現況」(平成29(2017)年3月31日現在)
林野庁「日本の森林資源」(昭和43(1968)年4月)

木材資源は
とても豊富

—森林面積の推移—

—蓄積量の変化—

全国土面積(3780万ha)のおよそ 66%



日本の森林の実状

林野庁「森林資源の現況」(平成29(2017)年3月31日現在)

林野庁「森林・林業・木材産業の現状」(令和2年3月)

蓄積量は年間6000万m³増加
年間需要の3/4にほぼ匹敵
資源量は十分(自給率42%)

森林資源の循環利用「伐って、使って、植える」



丸太打設液状化対策・軟弱地盤対策&カーボンストック工法の複合的効果(国土強靱化・気候変動緩和・地域創生・林業活性化) 木材(丸太)による地盤強化で国土強靱化と気候変動緩和を同時に実現

木材利用

日本プロジェクト産業協議会森林再生事業化委員会令和2年度重点政策提言の一部として提案したものに加筆修正

課題 ①気候変動により激甚化する災害への対応 ②国土強靱化と気候変動緩和を同時に実現する持続可能な工法の必要性

地域創生 地域林業活性化

森林への新たな炭素貯蔵



【提言】

- ① 間伐材などの未利用材を地盤に打設し、建物を支える地盤の強化、堤防・護岸などの強化を図り、都市の防災・国土強靱化を推進することで、地球温暖化で激甚化する災害から人々の暮らしを守る。
- ② 丸太の地中利用で、炭素貯蔵もはかり、災害の根本原因である気候変動の緩和をも同時に実現する。
- ③ 国土強靱化に寄与する土木分野での木材の活用に関する技術開発を促進する。

29

木材活用地盤対策研究会



株式会社 アース

公益社団法人 土木学会 木材工学委員会

木材工学委員会の設立経緯と目的

土木は、土と木を活用する技術を語源としていますが、昭和30年代以降、木材が土木材料としてあまり使われない状況が続いていました。しかし、近年では、地球温暖化対策の観点から炭素貯蔵効果など木材の持つ優位性が注目され、木材利用を見直すという動きが潮流になりつつあります。土木分野において木材の使用量は建築分野と比較して少ないものの、地盤改良や近代木橋などの新たな技術開発の試みがなされています。このような社会情勢を背景に、土木分野での木材の利用拡大を目指して、2012年に木材工学委員会が発足しました。

土木分野での木材利用例



木 橋



木製治山ダム



地中利用



木製ガードレール



木製遮音壁



木造駅舎

委員会の活動内容

活動内容は、森林資源の活用法、木材の土木分野における利用拡大、新しい木製土木構造物の開発、地球環境問題への対応等の諸問題の調査・研究、学際的研究の推進、普及教育活動、マニュアル・指針の整備など多岐にわたります。そのため、下図に示す6つの小委員会に分かれて取り組んでいます。また、日本森林学会、日本木材学会と連携し、「土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会」としての活動を2007年以来継続しています。

研究成果の発信

土木分野での木材利用に関する研究成果を公表し、議論する場として、夏の土木学会全国大会の木材工学セッションや研究討論会、本委員会が主催する「木材工学研究発表会」、各地方でのシンポジウムがあります。また、外部有識者による講演や各小委員会の活動報告を主体とした「木材利用シンポジウム」を横断的研究会と共催して毎年開催しています。



木材工学研究発表会

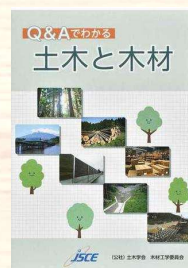
News & Topics

■2023年3月に「Q&Aでわかる土木と木材」を発刊しました。
木材利用はなぜカーボンニュートラルの実現に役立つのか？ 土木で木材を利用するときの注意点は何か？ 木材で造られた橋やダムは安全なのか？本書は、このような「土木と木材」についての疑問を取り上げ、一般の皆様には気軽に土木と木材の関わりに触れていただくとともに、土木技術者の方々には土木への木材利用のヒントとなる利用事例を紹介しています。各章一問一答形式で、どこからでも読める土木と木材の入門書です。（定価税込990円）

土木学会木材工学委員会
古田 雅徳委員長（福井高専）

- CO₂収支評価研究小委員会
(村野 昭人委員長：東洋大学)
- 木橋の新技术に関する研究小委員会
(豊田 淳委員長：ジオテックコンサルタント(株))
- 地中利用木材の耐久性と耐震性研究小委員会
(森 満載委員長：北海道立総合研究機構)
- 木製建設資材に関する研究小委員会
(加藤 英雄委員長：森林総合研究所)
- 論文集編集小委員会
(木次 大輔委員長：宮崎大学)
- 広報小委員会
(池田 雅委員長：安藤ハザマ)

2023年3月現在



■第13回木材利用シンポジウム

～大手デベロッパーが始めた「まち」と「もり」とをつなぐ取組～

2023/5/17（水）13:15～17:00,
土木学会講堂（オンライン併用）

<https://committees.jsce.or.jp/mokuzai/node/118>

[第13回木材利用シンポジウムのお知らせ | 土木学会 木材工学委員会 \(jsce.or.jp\)](https://committees.jsce.or.jp/mokuzai/node/118)

■第22回 木材工学研究発表会

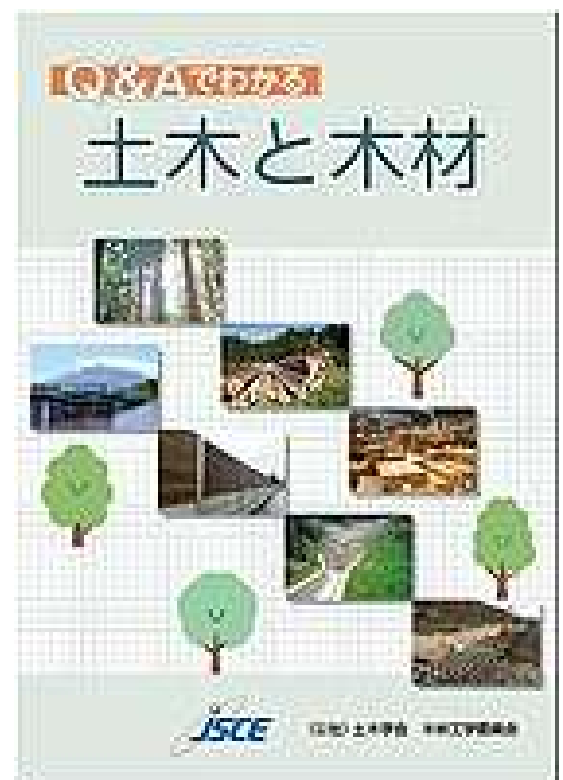
開催日：2023年8月30日(水)～31日(木)

場 所：土木学会講堂（オンラインによる発表および参加も可能）

<https://committees.jsce.or.jp/mokuzai07/node/31>

参考書

土木技術者のための 木材工学入門



Q&Aでわかる土木と木材

1964年新潟地震

液状化



1964年6月16日13:01
Mj=7.5, 震源深さ40km
最大震度VI (旧震度階)



写真提供:
早稲田大学名誉教授
濱田政則先生

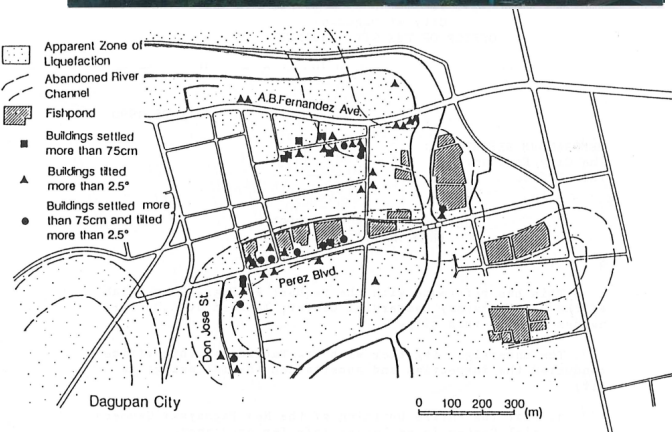
木材活用地盤対策研究会

株式会社 アース

33

1990年フィリピン・ルソン島地震 におけるダグバン市の液状化

液状化



低地での河川の蛇行,
旧河道上の建物の液状化被害

写真の出典:
三輪滋他: 1990年フィリピン・ルソン島地震被害調査(その2: 液状化による被害),
とびしま技報(建築)No.24, pp111-127, 1991.
飛鳥建設, 竹中工務店: フィリピン地震地盤関連調査結果速報, 1990.

図の出典: 日本建築学会
: 1990年フィリピン地震被害調査報告, 1991.

木材活用地盤対策研究会

株式会社 アース

34



1993年北海道南西沖地震



1995年兵庫県南部地震

木材活用地盤対策研究会



2011年東北地方太平洋沖地震



株式会社 アース

35

2016年熊本地震の液状化被害



木材活用地盤対策研究会



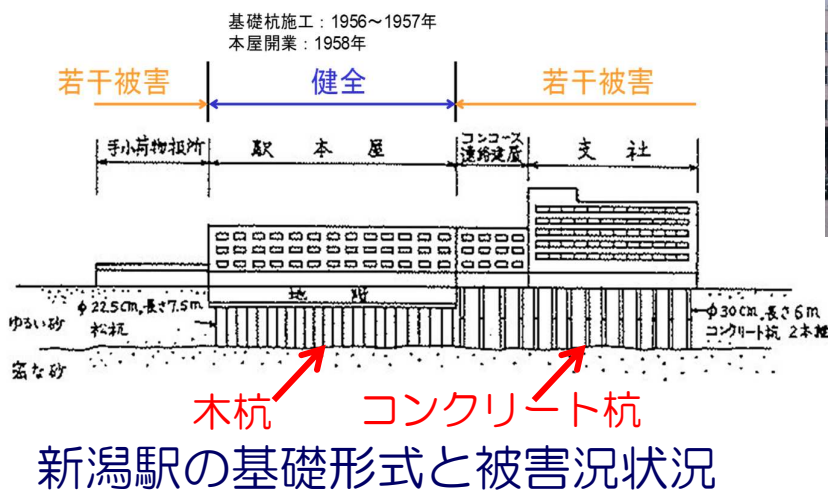
株式会社 アース

36

液状化の発生する条件

- ▶ 飽和している地盤（地下水位が高い地盤）
間隙水圧消散，地下水位低下
- ▶ 均等な粒径で塑性指数が小さい砂地盤（さらさらな砂）
置換，固結
- ▶ 緩い地盤（人工地盤を含めた新しい地盤）
密度増大
- ▶ ある程度以上の繰返し外力が作用すること（地震）
せん断変形抑制

1964新潟地震を凌いだ木材利用



地震直後の新潟駅

2004年
の新潟駅
2020年10月
閉鎖



・・・流砂現象のおそれは十分あり得ると言う結論に達した。それで基礎底面から-12mの支持層までゆるい砂層を締固めると共に、建物荷重を支持層に確実に伝達するために杭基礎とすることとし、末口22.5cm、長さ7.5mの松丸太745本（1.5m間隔程度）を打設した。

・・・齊藤迪孝：新潟地震について，第7回地震工学研究発表会講演概要，pp.39-43,1964.10.

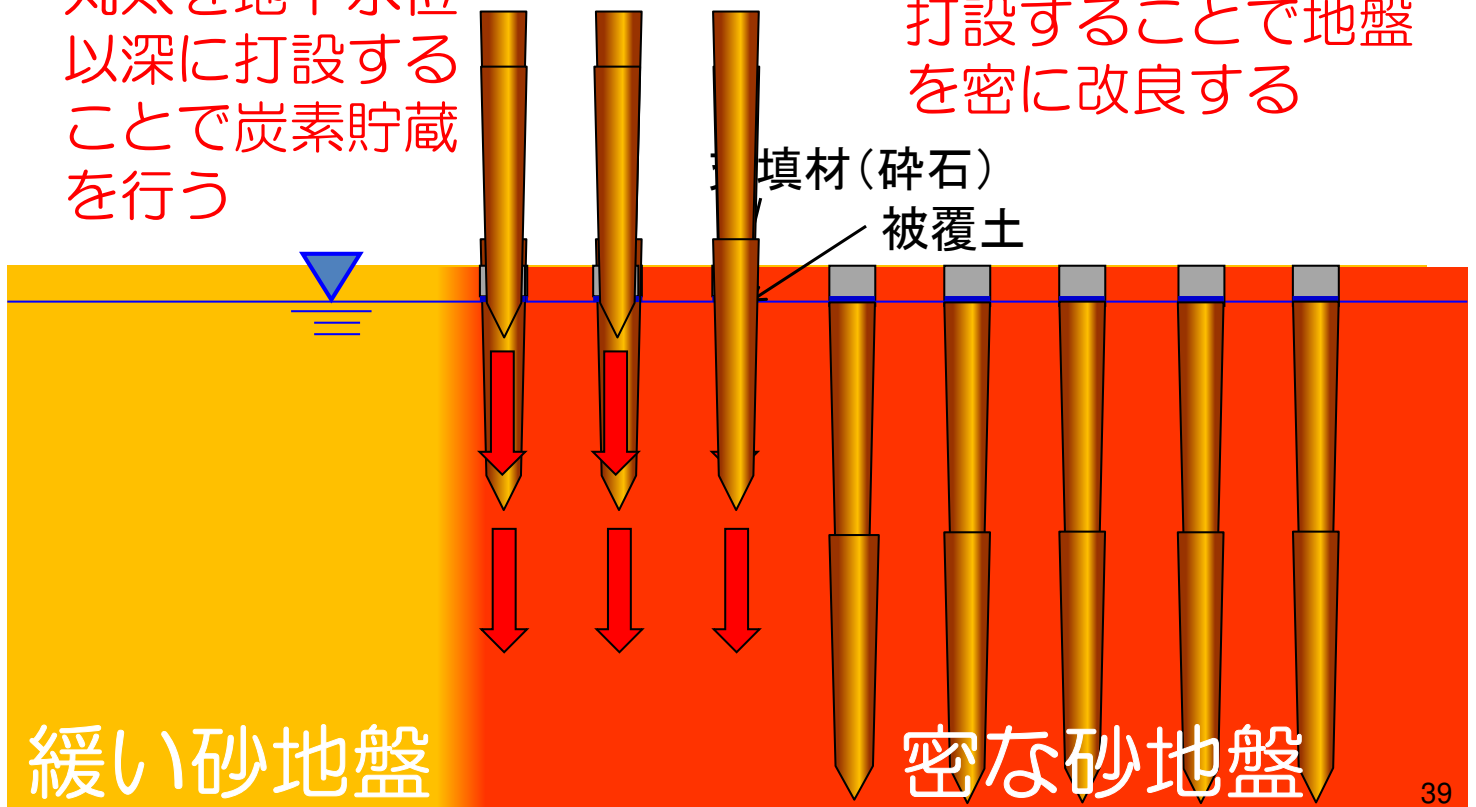
図・写真はJSCE木材利用ライブラリー（土木学会木材工学特別委員会，土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会，2012.より引用

液状化対策と炭素貯蔵の原理

防災のトビシマ
TOBISHIMA CORPORATION
建ててから始まる真のお付き合い

丸太を地下水位
以深に打設する
ことで炭素貯蔵
を行う

丸太を緩い砂地盤に
打設することで地盤
を密に改良する



39

LP-LiC工法

原位置での施工と効果確認



公園（実証実験，浦安市舞浜）



戸建て住宅（浦安市美浜3丁目）

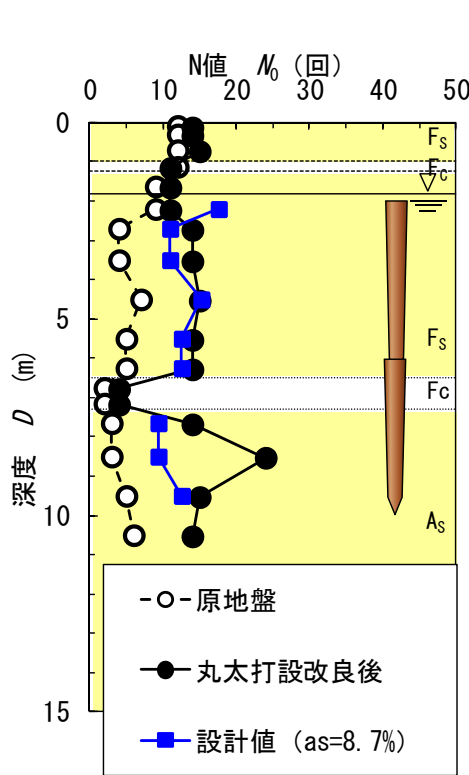


集会所（浦安市美浜5丁目）

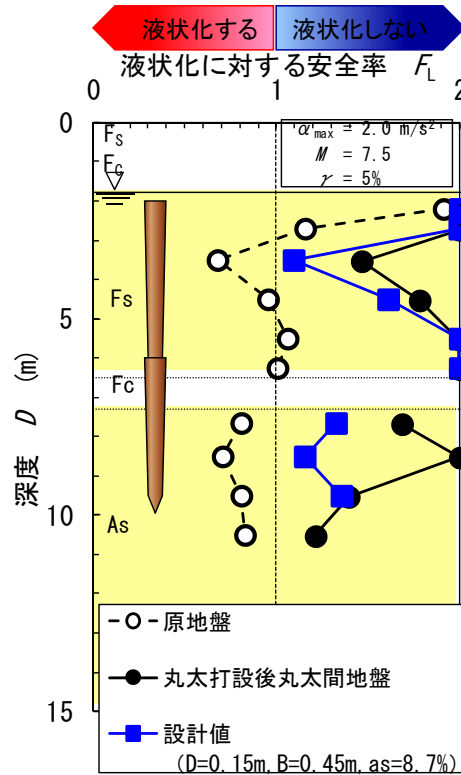


公園（千葉県香取郡神崎町）

様々な地点
でのデータ
の蓄積



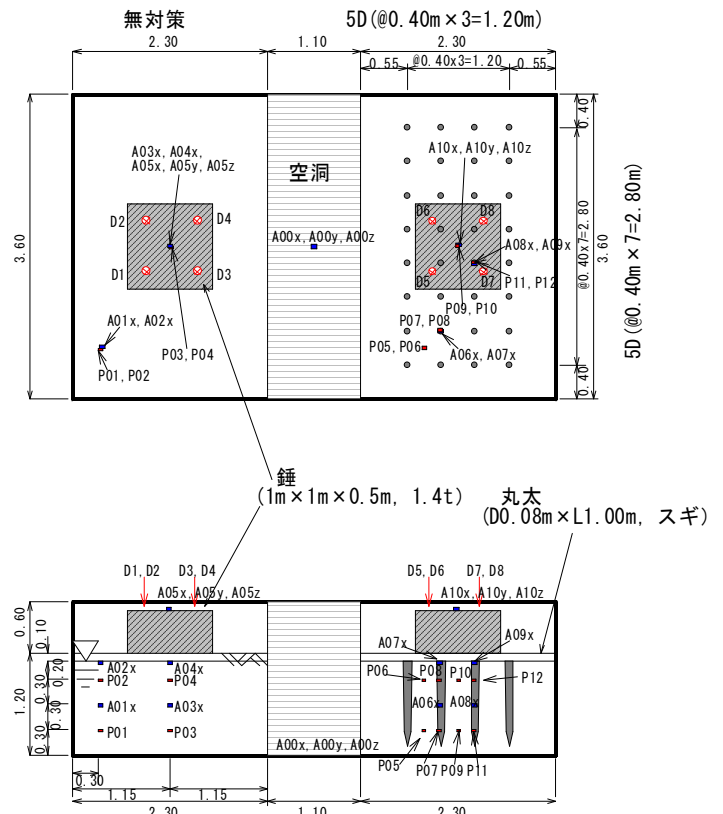
(a) N 値



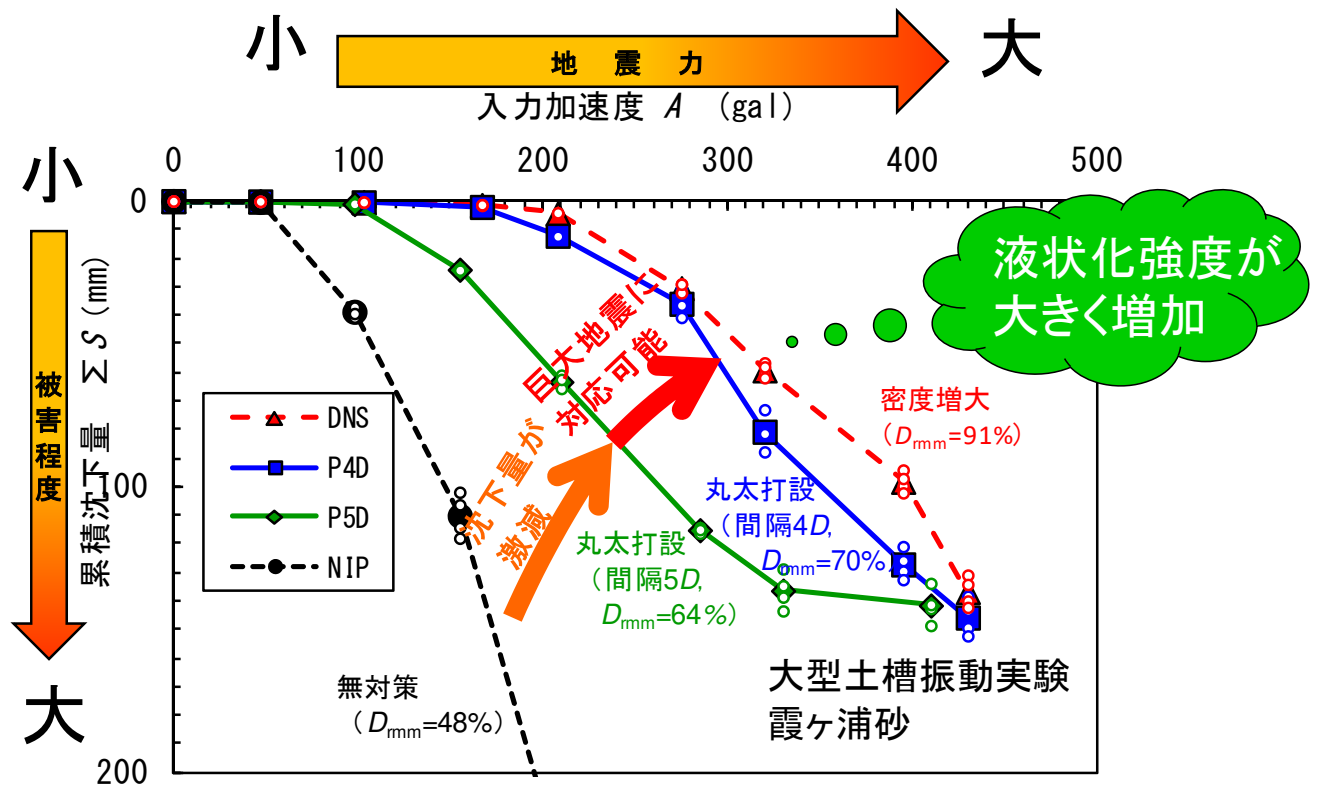
(b) 液状化安全率

液状化強度が大きく増加

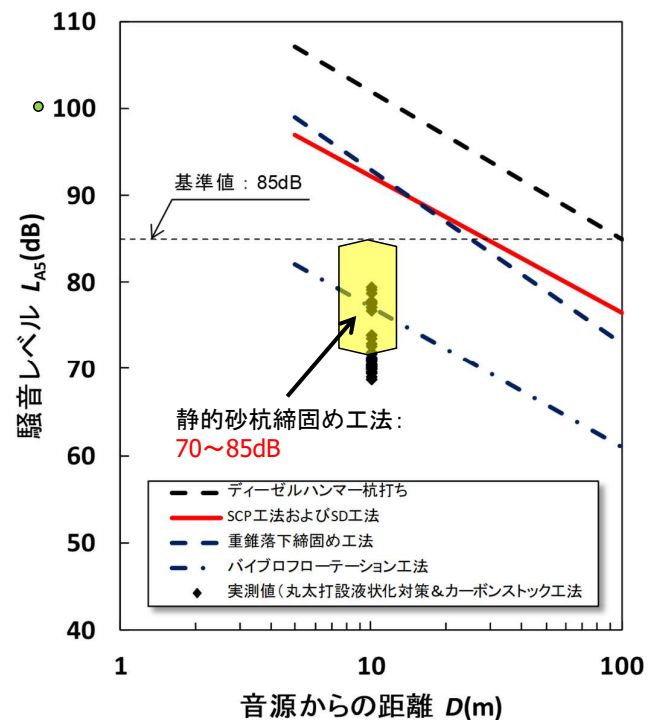
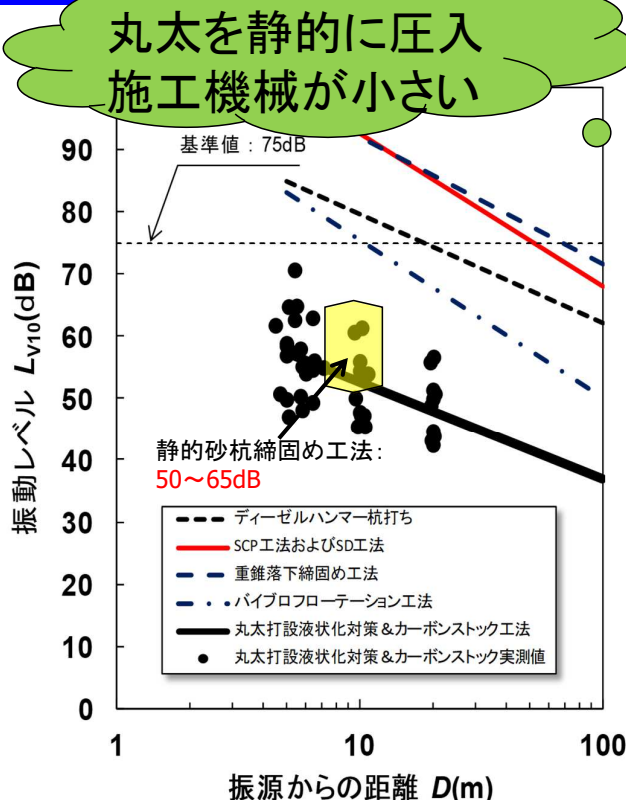
地盤密度と液状化の可能性



大型模型振動実験



地震力に対する液状化対策効果



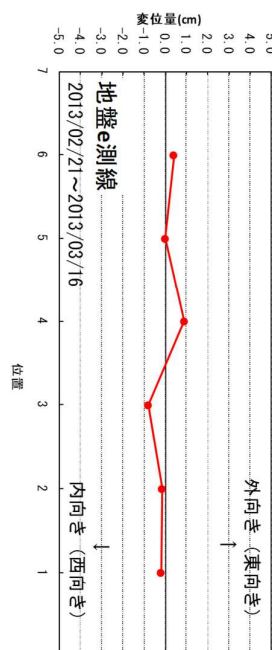
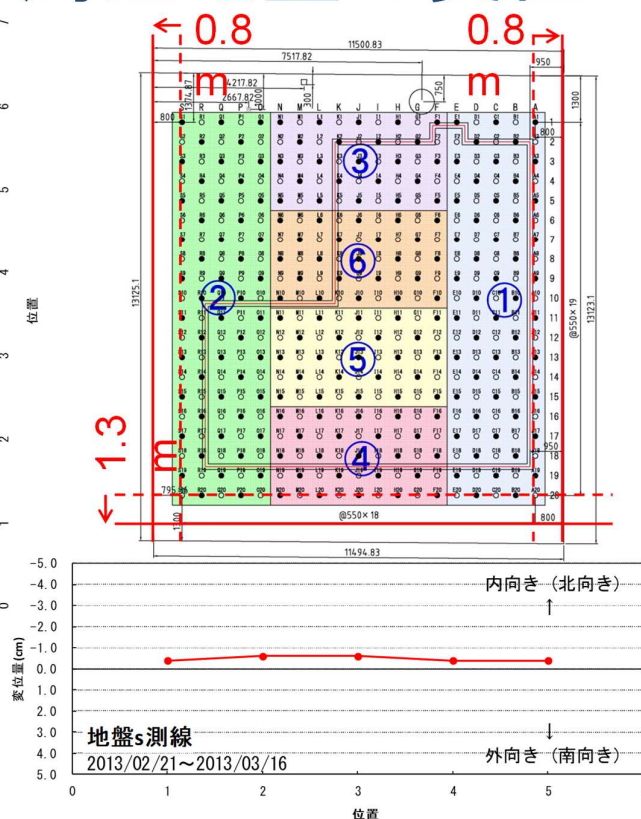
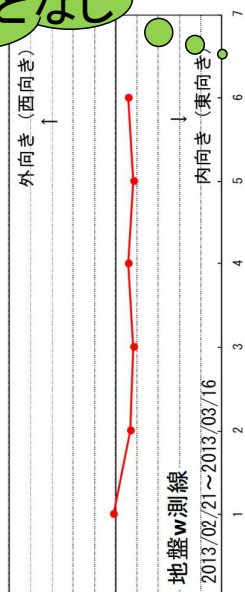
低振動・低騒音

振動・騒音の影響

周辺地盤変位
はほとんどなし

周辺地盤の変位

0.8mで
1.5mm程度以下
重機による沈下
に隠れる程度



----- 丸太心線
—— 変位杭設置線

地盤中における木材の耐久性

出来島海岸埋没林 (28,000年前)

年代: 28,000年前の埋没林

樹種: エゾマツ, カラマツなどの針葉樹

地盤: 泥炭

最終氷期(約8万~1万年前)の工期に洪水などの
環境激変により水没されたとされる。



橋脚：旧相模川橋脚跡

(日本最古の橋脚として1924年(大正13年)に史跡保存の指定)



茅ヶ崎市教育委員会：国指定史跡旧相模川橋脚史跡整備に伴う確認調査概要報告書、2002

1923年関東地震の液状化により突如浮上

木杭：直径60cm

樹種：ヒノキ

打設時期：**1198年**(建久9年) (「源頼朝の御家人、
稲毛三郎重成が亡妻の追善供養のため、
1198年(建久9年)相模川に架けた橋のも
のである」)

設置期間：725年間

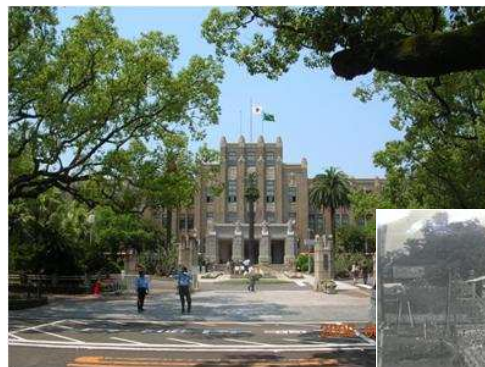
木材活用地盤対策研究会



旧西田橋

(鹿児島県甲突川)

架設：**1846年**
移設：1996年



鹿児島県建設技術センター：
石橋記念館

宮崎県庁

竣工：**1932年**

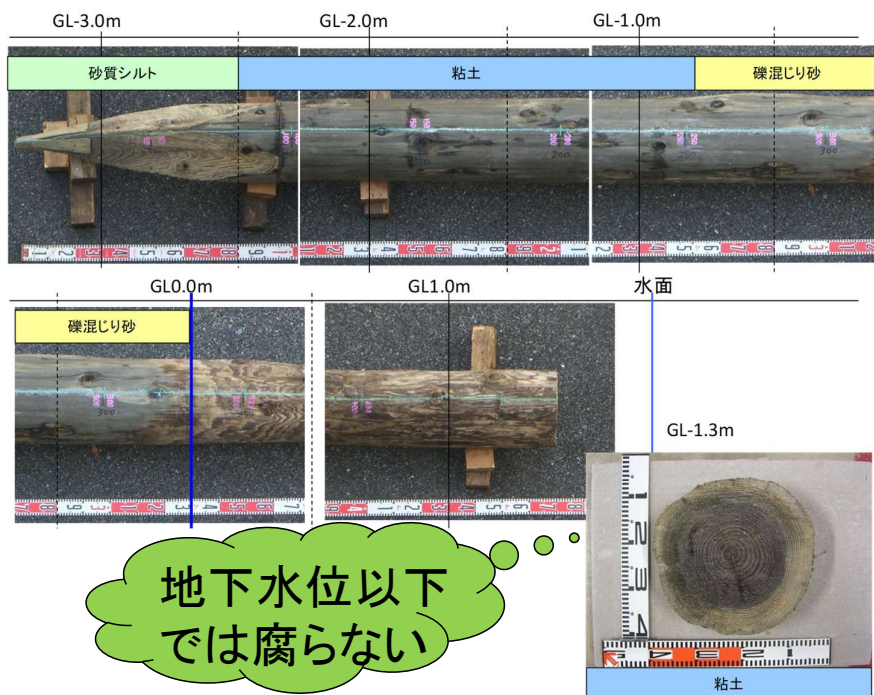


株式会社 アース

47

腐らない！

福井県旧木田橋の橋脚基礎の調査の一例



地下水位以下
では腐らない

地中に57年間設置されていた木杭が、極めて健全であることがわかる。腐朽菌やシロアリも空気が必要なので地下水位以深では生きていけない。

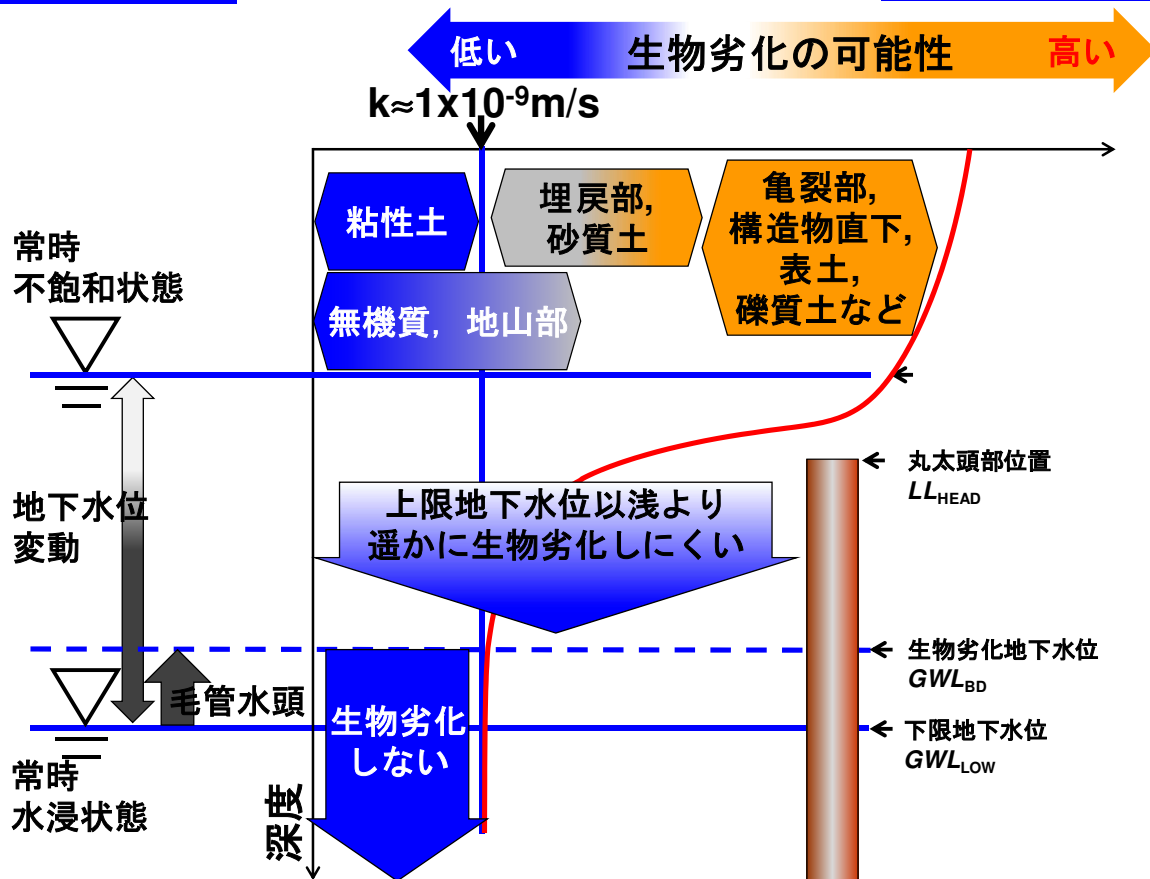
丸太は地盤中の地下水位以深に存在する限り100年以上の長期耐久性があるので、液状化の生じる地下水位の浅い地盤では、長期的に機能を発揮するとともに炭素固定をおこなえる。

木材活用地盤対策研究会



株式会社 アース

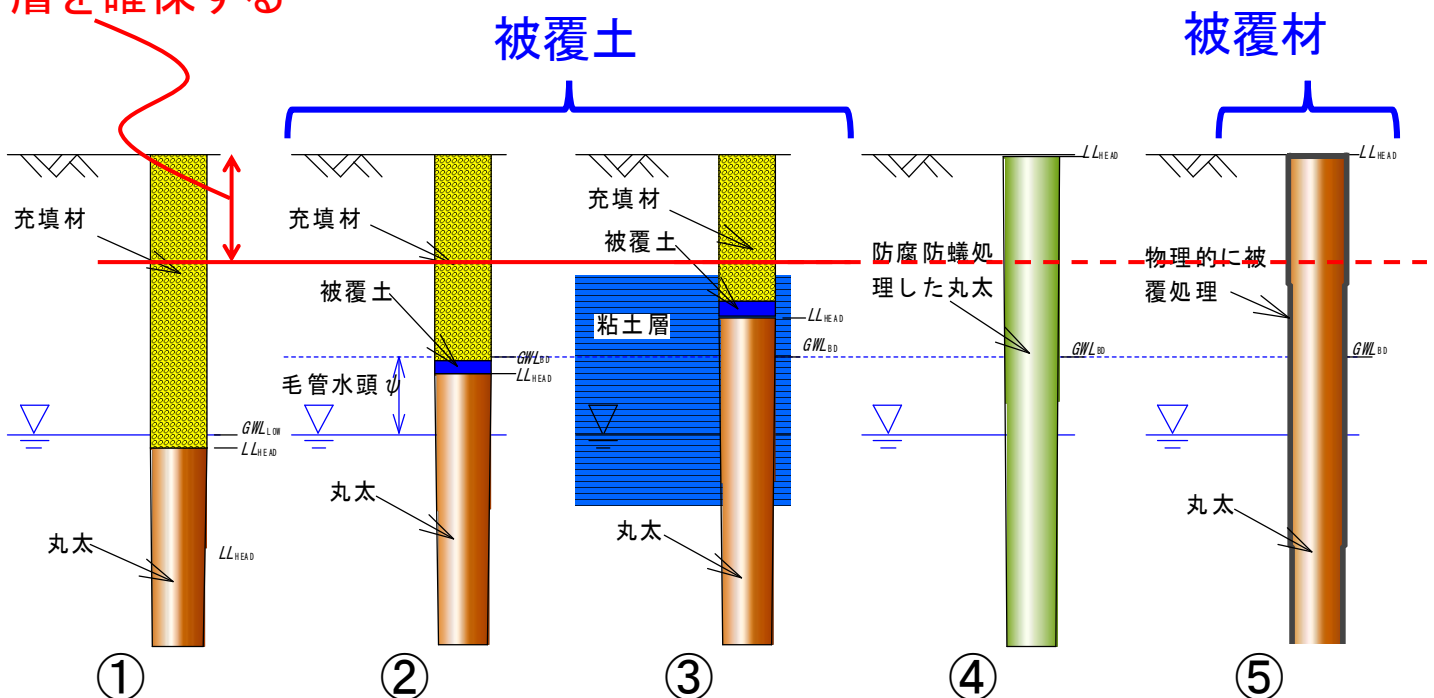
48



地中における木材腐朽の可能性

- ・木材は地中の地下水位以下では腐朽しない。
- ・地下水位以浅の丸太も、適切な生物劣化対策を施すことにより、健全な状態を保つことができる。

50cmは充填層を確保する



丸太頭部の生物劣化対策



表彰

- 第17回国土技術開発賞優秀賞 (2015)
- Forest Good 2015
一問伐・間伐材利用コンクール
林野庁長官賞
- 第6回ものづくり日本大賞
内閣総理大臣賞 (2015)
- ウッドデザイン賞2015奨励賞
- 地盤工学会 地盤環境賞 (2016)

木材活用地盤対策研究会

株式会社 アース

51

第三者機関認証・技術登録

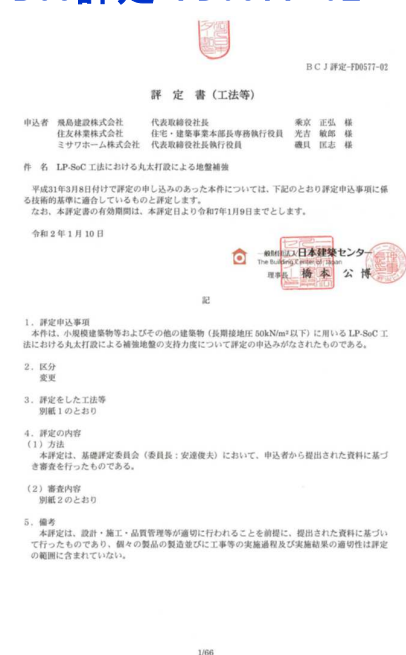
LP-LiC工法

NETIS登録：KT-190054-A

建築技術性能証明
GBRC性能証明13-17改3)

建設技術審査証明
技審証第3004号

LP-SoC工法
日本建築センター評定
BCJ評定-FD0577-02

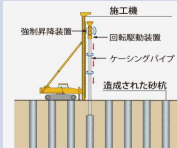
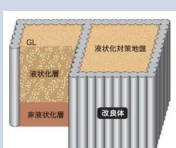


木材活用地盤対策研究会

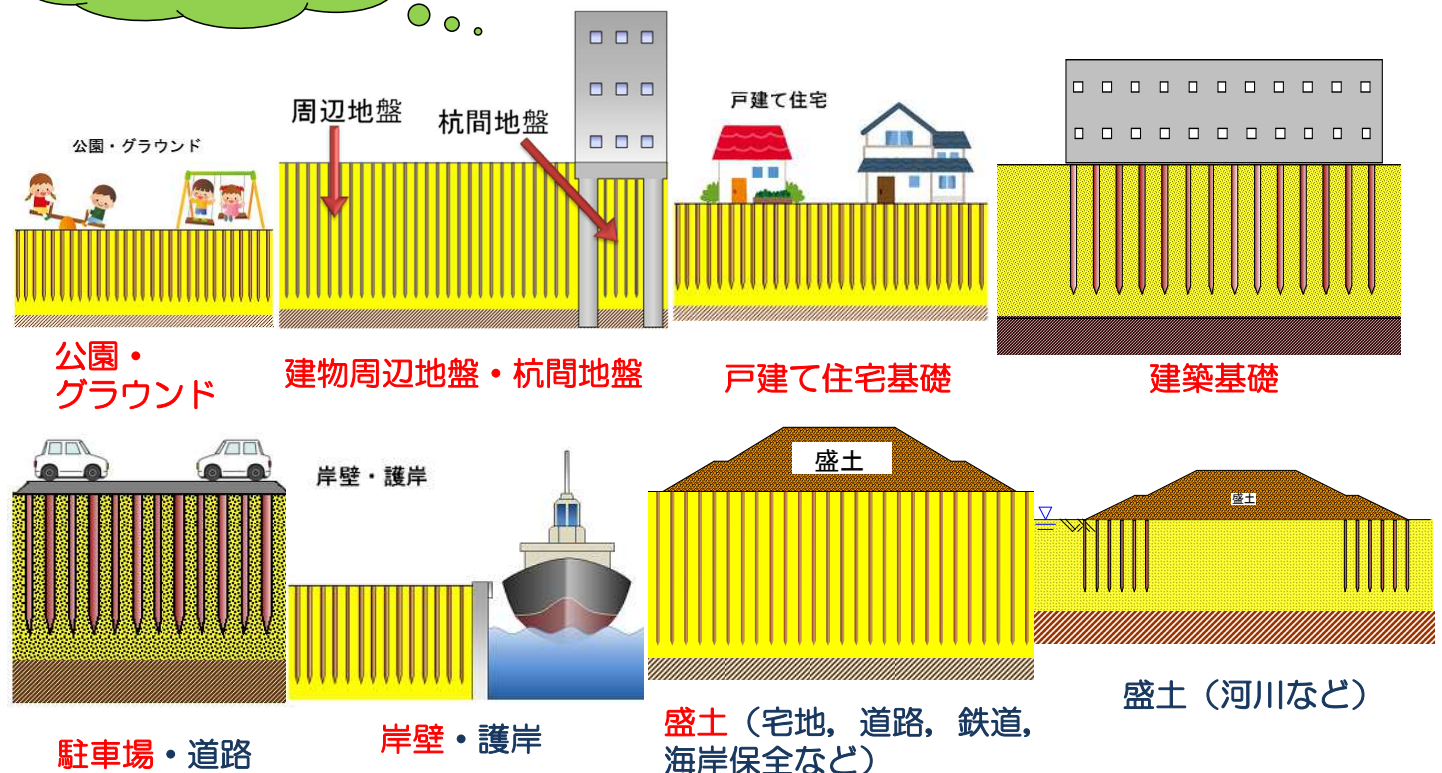
株式会社 アース

52

液状化対策工法比較表

工法の原理		液状化発生の抑制				液状化被害の軽減		
		密度増大		固結	間隙水圧消散	せん断変形抑制	沈下防止	
工法名		サンドコンパクションパイル	LP-LiC/SoC	深層混合処理	グラベルドレーン	格子状地盤改良	杭	柱状固化改良
工法概要		径700mm程度の砂杭を一定の間隔で振動により打設する。 静的に圧入する工法もある。	径150mm程度の丸太を一定の間隔で静的に圧入する。	セメントなどの安定剤を混合攪拌し、地盤を固化させる。	透水性の良い砕石の杭を造成し、地震時に発生する過剰間隙水圧の上昇を抑制し、地盤の液状化を抑制する。	改良径700-1000mm程度のセメントなどによる改良体を連続して格子状に造成し、せん断変形を抑制する。	鋼管杭、コンクリート杭を基礎直下に配置する。	柱状のセメント改良体を基礎直下に杭のように配置する。
								
地盤の液状化対策効果		密度増大という信頼性の高い原理で液状化しにくい地盤を形成する。 ◎	密度増大という信頼性の高い原理で液状化しにくい地盤を形成する。 ◎	地盤を固結させるので液状化対策効果は良好。 ◎	地盤そのものは密度が上がらないので、水圧消散に伴う沈下が生じる懸念がある。 ○	せん断変形抑制で液状化を防ぐ。 ◎	建物の沈下を防ぐ。液状化の発生は防げず、地盤は沈下する。支持層が深いと長尺となる。 △	建物の沈下を防ぐ。液状化の発生は防げず、地盤は沈下する。支持層が深いと沈下が防げない懸念がある。 △
地震時の支持力		地盤強度が増加するので、支持力も上昇する。 ○	丸太の先端と周囲の摩擦で支持力を発揮する。 ○	地盤強度が増加するので支持力も上昇する。 ○	地盤の強度は増加しないので、支持力の増加は期待できない。 ×	格子部分以外の地盤の強度は増加しないので、支持力の増加は期待できない。 ×	杭の支持力に期待。 ○	柱状固化体部分の支持力に期待。 ○
地球温暖化緩和効果		砂を使用するため、材料の省エネルギー効果によりCO ₂ 排出量は比較的小さい。 △	炭素貯蔵と省エネルギー効果で温室効果ガスを大きく削減する。 ○	セメントを使うので、材料としてのCO ₂ 排出が非常に大きい。 ×	砕石を使用するため材料の省エネルギー効果によりCO ₂ 排出量は比較的小さい。 △	セメントを使うので材料としてのCO ₂ 排出が大きい。 ×	鉄やコンクリートを使うので材料としてのCO ₂ 排出が大きい。 ×	セメントを使うので、材料としてのCO ₂ 排出が大きい。 ×
施工時の環境配慮	敷地境界部地盤変位	砂杭打設位置周辺で地盤変位が大きくなり、変位吸収対策が必要となる。 ×	丸太打設位置周辺の地盤変位が小さく、敷地境界付近まで施工可能。 ○	固化に伴う地盤変形が懸念される。 △	地盤の変形は小さい。 ○	地盤の変形は比較的小さい。 ○	地盤の変形は小さい。 ○	地盤の変形は小さい。 ○
	建設残土の発生	地表付近では地盤の隆起が生じるので、建設残土が発生する。 ×	地盤を周囲に押しつけて密度を高めるだけなので、建設残土は発生しない。 ○	固化に伴う建設残土が発生する。 ×	グラベルドレーン造成に伴い建設残土が発生する。 ×	固化に伴う建設残土が発生する。 ×	杭の施工に伴い建設残土の発生する可能性がある。 △	固化に伴う建設残土が発生する。 ×
	狭い部での施工性	施工機械が大型で、周辺地盤変位も大きいので、狭い部での施工性は低い。 ×	施工機械が小型で、周辺地盤変位も小さいので、狭い部での施工性は高い。 ○	施工機械が大型で、周辺地盤変位も大きいので、狭い部での施工性は低い。 ×	施工機械が比較的小型で、周辺地盤変位も小さいので、狭い部での施工性は高い。 ○	施工機械が大型で、周辺地盤変位も大きいので、狭い部での施工性は低い。 ×	施工機械が大型で、周辺地盤変位も大きいので、狭い部での施工性は低い。 ×	施工機械が小型で、周辺地盤変位も小さいので、狭い部での施工性は高い。 ○
地域経済活性化効果		特になし。 ×	県産木材の有効活用、地域林業活性化。 ○	特になし。 ×	特になし。 ×	特になし。 ×	特になし。 ×	特になし。 ×
コスト		○	○	△	△	○	○	○
環境面も含めた総合評価		×	○	×	×	×	×	×

多様な用途

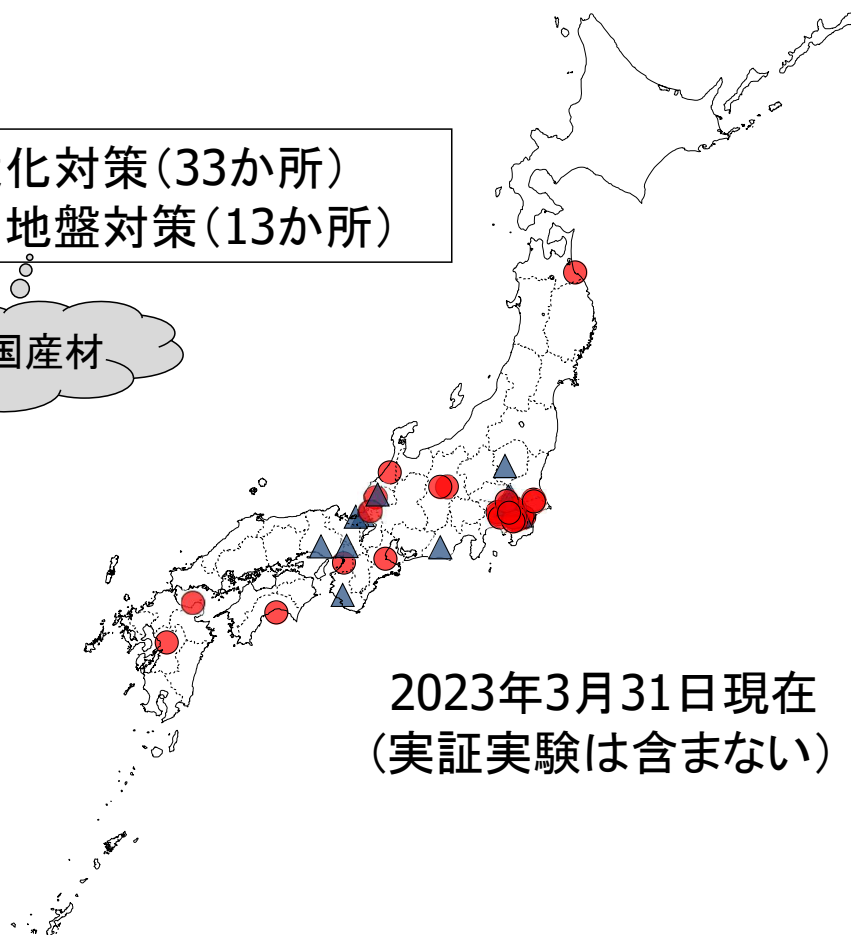


適用対象

赤字：実績あり

LP-LiC ● : 液状化対策(33か所)
LP-SoC ▲ : 軟弱地盤対策(13か所)

すべて国産材



2023年3月31日現在
(実証実験は含まない)

LP-LiC施工事例

漁港岸壁耐震強化（八戸市）



施工の状況

[メリット]

風などによる材料の飛散がない
残土排出がない
地盤変位の発生がない
改良深度を適宜変更可能
小回りが利く施工
他工法と比較し低コスト
森林・漁場への貢献



完成後の状況

[概要]

改良目的 : 液状化対策
改良深さ : 8.1m
樹種 : スギ
丸太末口径 : 0.15m
丸太長さ : 0.4m～7m(4m+3m)
打設点数 : 3,446点(6,049本)
改良体積 : 6,280m³
炭素貯蔵量 : 250t-CO₂



施工の状況

[概要]

改良目的	: 液状化対策
改良深さ	: 5.28m
樹種	: スギ, カラマツ
丸太末口径	: 0.15m
丸太長さ	: 4.0m
打設本数	: 13,420本
改良体積	: 70,658m ³
炭素貯蔵量	: 791t-CO ₂

[メリット]

住宅地における低振動低騒音施工
 風などによる材料の飛散がない
 残土排出がない
 地盤変位の発生がない
 杭状補強と異なり宅地全面の改良が可能
 環境イメージの向上



完成後の状況



施工の状況

[概要]

改良目的	: 液状化対策
改良深さ	: 5.0m
樹種	: カラマツ
丸太末口径	: 0.14m
丸太長さ	: 4.0m
打設本数	: 745本
改良体積	: 1,127m ³
炭素貯蔵量	: 43t-CO ₂

[メリット]

住宅地における低振動低騒音施工
 風などによる材料の飛散がない
 残土排出がない
 地盤変位の発生がない
 施工直後からの次工程施工が可能(養生
 期間不要)



完成状況

写真提供: 加賀木材





施工の状況

[概要]

改良目的 : 液状化対策
改良深さ : 6.0m
樹種 : スギ
丸太末口径 : 0.15m
丸太長さ : 4.0m
打設本数 : 564本
改良体積 : 2,037m³
炭素貯蔵量 : 29t-CO₂

木材活用地盤対策研究会

[メリット]

低振動低騒音施工
風などによる材料の飛散がない
残土排出がない
小回りが利く施工が可能
環境イメージの向上
施工直後からの次工程施工が可能(養生期間不要)



農舎の建設状況



株式会社 アース

59



施工の状況

[概要]

改良目的 : 液状化対策
改良深さ : 5.0m
樹種 : スギ
丸太末口径 : 0.14m
丸太長さ : 4.0m
打設本数 : 253本
改良体積 : 305m³
炭素貯蔵量 : 11t-CO₂

木材活用地盤対策研究会

[メリット]

住宅地における低振動低騒音施工
風などによる材料の飛散がない
残土排出がない
地盤変位の発生がない
狭小地での施工が可能
施工直後からの次工程施工が可能(養生期間不要)
他工法と比較し低コスト



狭小地での丸太搬入状況



株式会社 アース

60

千葉県社会福祉センター（千葉県千葉市）



改良目的 : 外構部の液状化対策
改良深さ : 5.0~5.2m
樹種 : スギ
丸太末口径 : 0.16m
丸太長さ : 3.0m(部分的に1m, 2m)
打設本数 : 1098本 (76.3m³)
改良体積 : 5502m³
炭素貯蔵量 : 44t-CO₂
(一般家庭の排出量の約12.5年分)



地中に森をつくろう！！

木材活用地盤対策研究会

<https://mokuchiken.com>

office@mokuchiken.com



株式会社アース

<https://www.earth-engineer.co.jp/s-miwa@earth-engineer.co.jp>

