

土木学会平成29年度全国大会  
研究討論会 研-05 資料

## 低炭素社会に向けた地盤改良と防災

座長	原 忠	高知大学
話題提供者	森本 文崇	高知市総務部新庁舎建設事務所
	松橋 利明	青森県東青地域県民局
パネリスト	森本 文崇	高知市総務部新庁舎建設事務所
	松橋 利明	青森県東青地域県民局
	末次 大輔	佐賀大学
	沼田 淳紀	飛島建設株式会社
	桃原 郁夫	森林総合研究所
	吉田 雅穂	福井工業高等専門学校
	水谷 羊介	兼松サステック株式会社

日 時	平成29年9月11日(月) 13:00~15:00
場 所	九州大学伊都キャンパス
教 室	センター1号館 1402 教室

公益社団法人土木学会 木材工学委員会  
地中使用する木材の耐久性評価に関する研究小委員会



# 低炭素社会に向けた地盤改良と防災

(土木学会平成 29 年度全国大会 研究討論会)

公益社団法人土木学会 木材工学委員会

(企画：地中利用木材の耐久性評価に関する研究小委員会)

## 1 討論会の趣旨

2015 年のパリ会議（COP21）では、先進国・途上国を含む世界が 2020 年以降の温室効果ガス削減に取り組むことが決定した。土木分野においても土木学会創立 100 周年宣言として、持続可能な社会の実現が目標に掲げられた。一方、我が国では都市部に人口・産業が密集し、構造物の維持管理上軟弱地盤の適切な対策が求められ、南海トラフ地震などの発生確率の高い地震に備えるための災害対策も喫緊の課題であるなど地盤に関わる課題が山積している。本討論会では、基調講演として豊富な森林資源を活用した新しい地盤補強技術を報告し、土木・木材の専門家を交えて低炭素社会の実現に向けた地盤改良と防災のあり方を討議する。

## 2 討論会の内容

13:00～13:30 基調講演「地産地消型工事による南海トラフ地震に備えた庁舎施設の在り方」

話題提供者 高知市総務部新庁舎建設事務所  
所長 森本 文崇氏

13:30～14:00 基調講演「間伐材による液状化対策工法と採用の経緯」

話題提供者 青森県東青地域県民局東青地方漁港漁場整備事務所  
計画指導課長 松橋 利明氏

14:00～15:00 パネルディスカッション

テーマ 「低炭素社会に向けた地盤改良と防災」

座長 原 忠 高知大学教授 防災推進センター副センター長

パネリスト 森本 文崇 高知市総務部新庁舎建設事務所長

松橋 利明 青森県東青地域県民局東青地方漁港漁場整備事務所  
計画指導課長

末次 大輔 佐賀大学准教授,  
地中利用木材の耐久性評価に関する研究小委員会委員長

沼田 淳紀 飛鳥建設株式会社 技術研究所  
環境・エネルギーグループ主席研究員

桃原 郁夫 森林総合研究所  
産学官民連携推進担当研究コーディネーター

吉田 雅穂 福井工業高等専門学校教授 木材工学委員会委員長

水谷 羊介 兼松サステック株式会社 ジオテック事業部統轄

# 高知市/新庁舎計画

実施設計【概要版】

平成27年12月

日 隈・上田特定設計委託業務共同企業体

## 目次

1 外観イメージ図	2-3
2 基本コンセプト	4
3 建築概要・面積表	5
4 配置計画・外構計画	6-7
5 平面計画	8-15
6 断面計画	16
7 構造計画	17
8 環機計画	18
9 設備計画	19
10 BCP(業務継続計画)	20

## 1 外観イメージ図



新庁舎の外観イメージ図  
(北東より)



新庁舎外観イメージ図  
(鳥瞰図)



新庁舎外観イメージ図  
(北西より)

高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体 外観イメージ図 3

### 3 建築概要・面積表

#### ■ 建築概要

計画敷地面積 : 13,307.04㎡(第2庁舎、駐車庫、計線検査所敷地を含む)  
 地域地区 : 市街化区域、商業地域、防火地域、準防火地域、駐車庫整備地区、28m高度地区  
 建築面積 : 6,490㎡  
 指定建ぺい率 : 80%  
 指定容積率 : 500%  
 許容積率 : 13,307.04㎡ × 500% = 66,535.2㎡  
 延べ面積 : 32,420㎡ (地下駐車庫面積を含む)  
 容積対象床面積 : 25,790㎡  
 階数 : 地下1階、地上6階  
 高さ : 軒高 26.05m / 最高高さ 27.95m / 基準階の階高 3.90m  
 構造種別 : 鉄骨鉄筋コンクリート造+鉄骨造+鉄筋コンクリート造(地下1階柱頭免震構造)  
 駐車台数 : 160台(うち地下駐車庫155台、地上駐車庫5台) (附属業務台数91台)  
 駐輪台数 : 来庁者用 約200台 職員用 約1,150台

#### ■ 面積表

階数	容積対象床面積 (㎡)			延床面積 (㎡)
	事務室 (㎡)	その他施設 (㎡)	計 (㎡)	
6階	1,495	0	1,085	2,580
5階	3,900	0	895	3,260
4階	3,900	0	880	3,280
3階	3,900	0	1,910	5,140
2階	5,000	310	2,045	5,890
1階	5,200	2,655	2,145	5,185
B1階	4,935	0	630	5,930
合計	14,125	695	9,555	25,790
				6,630
				32,420

※事務室：廊下・倉庫・倉庫等を含む / その他施設：養老・金融機関、コンビニ / 共有：ロビー、地下、階段、WC等  
 ※容積対象床面積：駐車庫、エレベーターシャフト、発電機室等

高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体 建築概要・面積表 5

## 2 基本コンセプト

### 基本理念

#### 1 市民の安全・安心な暮らしを支える庁舎

災害対応機能の強化、ライフライン途絶時への対応を行うことで、災害に強い庁舎を実現します。また、平常時にあっても庁舎における防災を確保し、情報セキュリティを徹底することで、市民が安心して利用できる安全な庁舎とします。

#### 2 市民に分かりやすく、利用しやすい庁舎

総合案内機能、問答案内機能を向上させ、市民に分かりやすい庁舎とします。また、手続の負担軽減、待ち時間の短縮、快適な待合空間の創出を行うことで、誰もが利用しやすい庁舎を実現します。

#### 3 市民に親しまれ、愛着を促す庁舎

多様な市民層を創出し、親しいある駅前環境づくりに寄与します。また周辺環境と調和した庁舎デザインとすることで、市民に親しまれ、愛着を促す庁舎を実現します。

#### 4 環境に配慮した自然にやさしい庁舎

新エネルギー・資源の有効活用による環境配慮を行うとともに、効果的かつ効果的な省エネルギー技術を導入します。また、ライフサイクルコストの低減、長寿命化等の促進を行います。

#### 5 柔軟性・拡張性を確保した、経済的な庁舎

明確な方針がたやすく、継続的の働きやすい職場環境を実現します。将来に向けたフレキシビリティの確保や、ICT(情報通信技術)活用による業務の効率化を図ります。効果的かつ経済的な庁舎管理を表現します。

高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体 基本コンセプト 4

### 設計コンセプト

#### ■ 水害から庁舎を守ります

- ・市民の安全・安心な暮らしを支えるため、水害から庁舎を守るための対策を行います。
- ・2階フロアへの防水対策を確保することで、一時的な避難場所(避難所)として活用します。
- ・耐震設計に準じた地震に強い基礎構造とします。
- ・面・部材の強度を高めることで、揺れによる被害を軽減し、被害を最小限に抑えます。
- ・大規模な被害に備え、迅速な復旧作業を行うための対策を講じます。

#### ■ 車庫の確保と活用を促します

- ・低層に車庫を確保し、駐車スペースを確保することで、市民が安心して車を駐留させます。
- ・入口から分かりやすいアクセスを確保し、総合案内は全体を見渡せる場所に計画します。

#### ■ 市民の安全・安心な暮らしを支える庁舎

- ・市民の安全・安心な暮らしを支えるため、災害に強い庁舎を実現します。
- ・面・部材の強度を高めることで、揺れによる被害を軽減し、被害を最小限に抑えます。
- ・大規模な被害に備え、迅速な復旧作業を行うための対策を講じます。

#### ■ 市民に親しまれ、愛着を促す庁舎

- ・多様な市民層を創出し、親しいある駅前環境づくりに寄与します。
- ・また周辺環境と調和した庁舎デザインとすることで、市民に親しまれ、愛着を促す庁舎を実現します。

#### ■ 環境に配慮した自然にやさしい庁舎

- ・新エネルギー・資源の有効活用による環境配慮を行うとともに、効果的かつ効果的な省エネルギー技術を導入します。
- ・また、ライフサイクルコストの低減、長寿命化等の促進を行います。

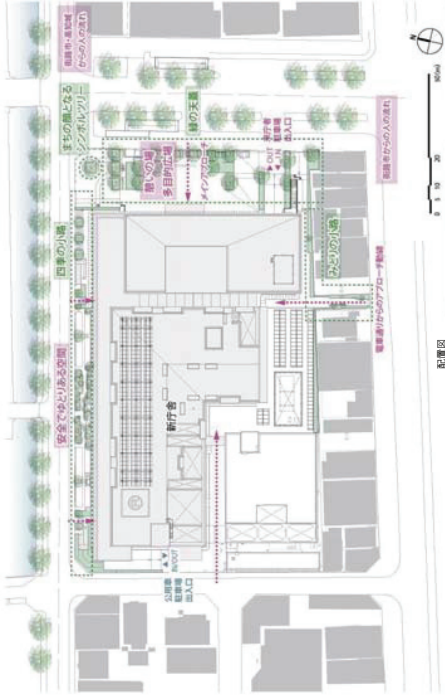
#### ■ 柔軟性・拡張性を確保した、経済的な庁舎

- ・明確な方針がたやすく、継続的の働きやすい職場環境を実現します。
- ・将来に向けたフレキシビリティの確保や、ICT(情報通信技術)活用による業務の効率化を図ります。
- ・効果的かつ経済的な庁舎管理を表現します。

## 4 配置計画・外構計画

### ■ 配置計画

- ・建設可能な範囲の敷地に効果よく配置し、東側駐車場と一体となったエントランスゾーンを形成します。
- ・北側道路に面した歩行者空間を確保し、安全でゆとりある外部空間を形成します。
- ・南側の駐車庫よりからのアプローチ動線を確保します。
- ・来庁者用地下駐車庫出入口を南側に配置します。



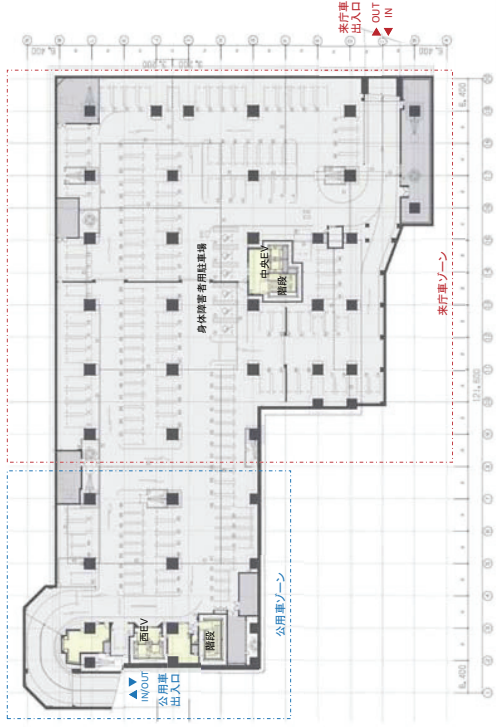
配置図

高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体 配置計画・外構計画 6

## 5 平面計画

### ■B1階平面計画

- ・約130台の乗用者用駐車場、約30台の公用車用駐車場を設けます。
- ・乗用者用出入口と公用車用出入口をそれぞれ設置します。
- ・地下駐車場から直接行倉へ出入りできるように、エレベータを配置します。



高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日清・上田建築設計委託業務共同企業体

8 平面計画

### ■2階平面計画

- ・窓口部門を集約し、相談室の拡張など、プライベートや利便性に配慮して整備します。
- ・来庁者や市民の方々も気軽に利用できる高さな配置とします。
- ・設備機縁の一元管理が可能な中央監視室を設け、効率的な庁舎管理を実現します。



高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日清・上田建築設計委託業務共同企業体

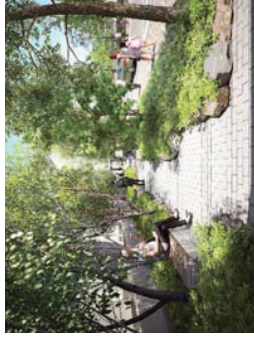
10 平面計画

### ■外構計画

- ・高知の四季を取り込みながら、周辺の環境と一体的に感じることのできる空間を創出します。
- ・北東角に高知市の木である「センダン」をシンボルツリーとして植樹します。
- ・「緑の天蓋」 : メインエントランスの東側広場に「緑の天蓋」として、クスノキによる連続空間を形成し、エントランスゾーンと広場をつなぐ一体的な空間を創出します。
- ・「四季の小径」 : 北街道沿いに「四季の小径」として、落葉樹・常緑樹を繰り返し込み森のような緑量のある小路空間を形成するとともに、埋蔵文化財調査で発掘された石を花壇の礎石に使うなど、市民が歴史を感じながら気軽に休憩できる空間を創出します。
- ・「みどりの小径」 : 電車通りからのアプローチに「みどりの小径」として、高知の在りだ偉大な植樹文字である「牧野堂大樹博士」を想い、牧野長に縁のある植物により来庁者を迎える空間を形成します。



東側広場の「緑の天蓋」(イメージ)



北側の「四季の小径」(イメージ)



新庁舎北側の外構イメージ

高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日清・上田建築設計委託業務共同企業体

7 配置計画・外構計画

### ■1階平面計画

- ・東側をメインエントランスとし、総合案内や階段、エレベータの位置が分かりやすく配置します。
- ・エントランス部には3部を設け、来庁者や市民の方々の利便性を高める「開放的なデザイン」にします。
- ・南北、西側付近に出入り口を設け、その方向から6庁舎へ出入りできる構成にします。



高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日清・上田建築設計委託業務共同企業体

9 平面計画

### ■3階平面計画

- ・議会ソーンは、東側に偏斜して配置します。
- ・会議控室は、会議後のレイアウト変更にも対応できるよう考慮します。
- ・西側に一部認可部門を配置します。

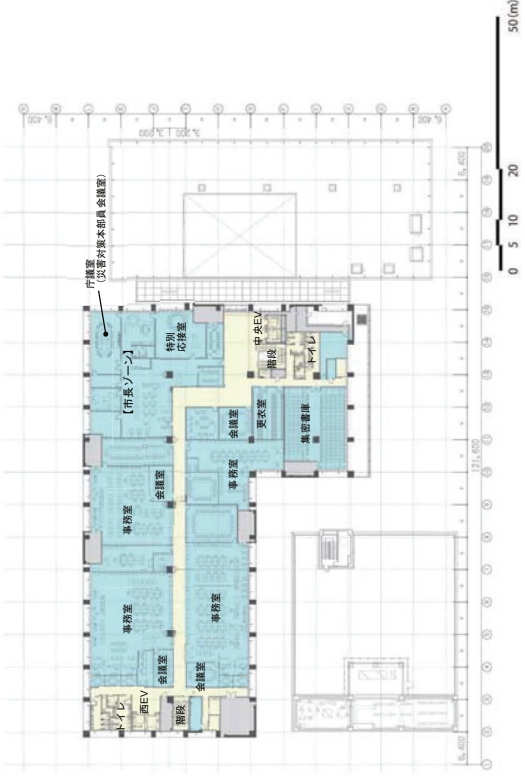


高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体

平面計画 11

### ■4階平面計画

- ・市長ソーンを配置し、※審判の本部員会議室を兼ねる庁議室を併設します。
- ・主に管理部門を配置します。



高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体

平面計画 12

### ■5階平面計画

- ・将来の階構造変更にも対応できるようオープンな執務室にします。

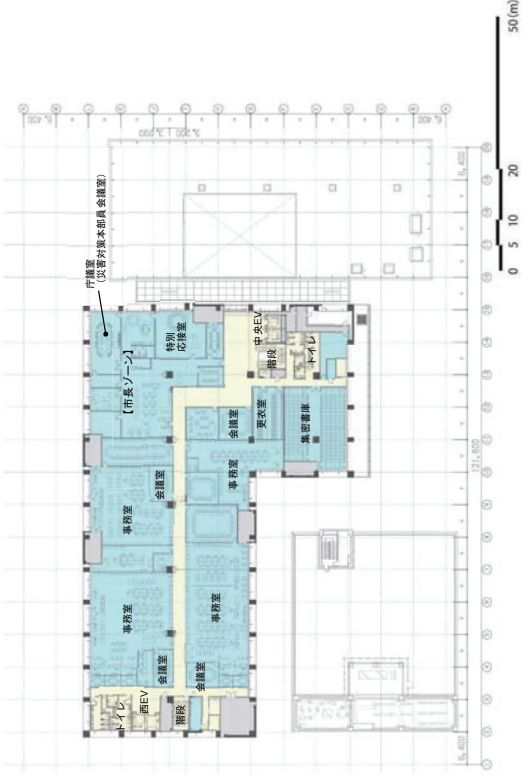


高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体

平面計画 11

### ■6階平面計画

- ・セキュリティ性が求められる情報機能や大会議室、研修室などを配置します。
- ・大会議室の階仕切りを可動間仕切りとすることで、複数の会議室としても利用可能にします。
- ・次善用の備蓄庫や監視室を配置します。



高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体

平面計画 12

### ■5階平面計画

- ・将来の階構造変更にも対応できるようオープンな執務室にします。

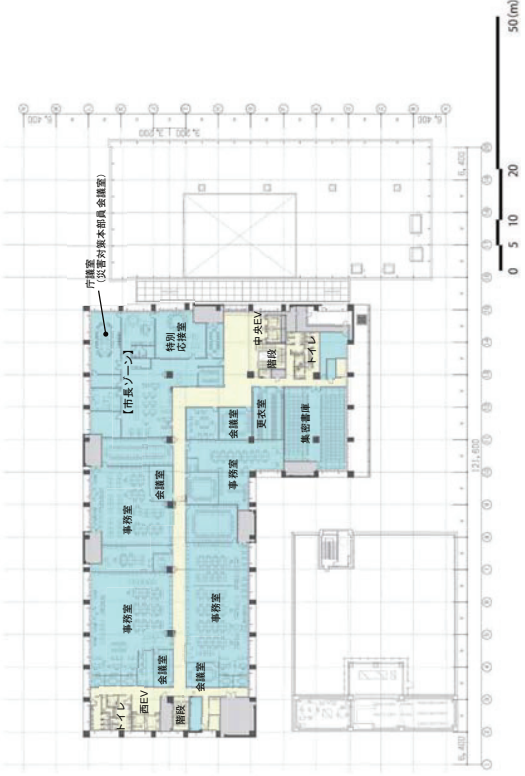


高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体

平面計画 11

### ■6階平面計画

- ・セキュリティ性が求められる情報機能や大会議室、研修室などを配置します。
- ・大会議室の階仕切りを可動間仕切りとすることで、複数の会議室としても利用可能にします。
- ・次善用の備蓄庫や監視室を配置します。

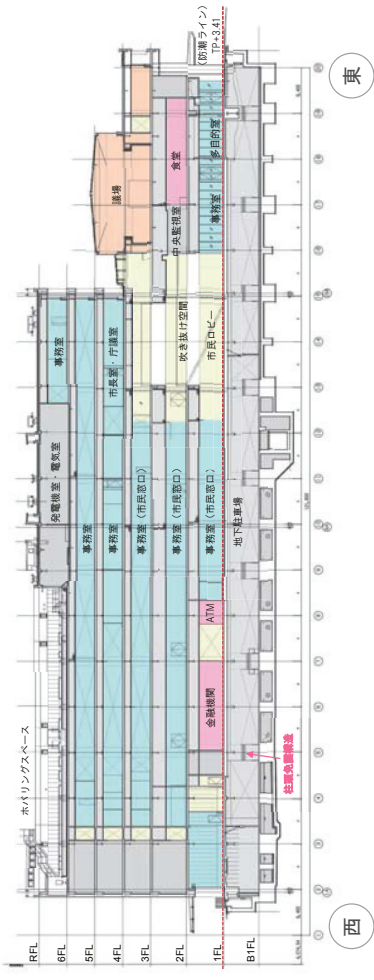


高知市庁舎計画 実施設計【概要版】 | 日建・上田株式会社委託業務共同企業体

平面計画 12

## 6 断面計画

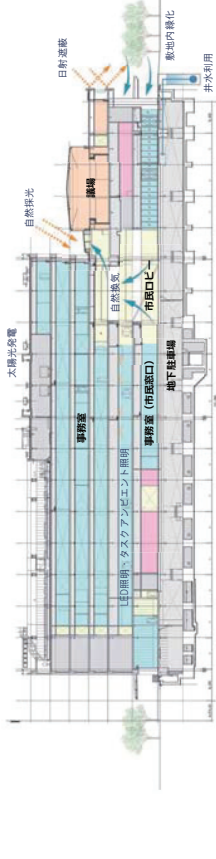
- ・地盤面から層やかに1階レベルを上げ、積定される津波から建築物を守ります。
- ・発電機室や蓄電室等を上層階に配置し、地震時の浸水を防ぎます。
- ・市庁窓口を1階～3階の低層に集約することで、分りやすく、利用しやすい庁舎を計画します。
- ・広域側に食堂や多目的スペースを配置することで、市民に開放された庁舎を計画します。
- ・市庁ロビーには吹き抜けを設け、動連しのよい空間を計画します。



高知市庁舎計画 英建築設計【概要版】 | 日籍・土田晴彦設計事務所共同企業体 断面計画 16

## 8 環境計画

- ・自然光や、自然換気による通風の確保、庇による日射遮蔽など、自然エネルギーを活用して環境負荷の低減に配慮します。

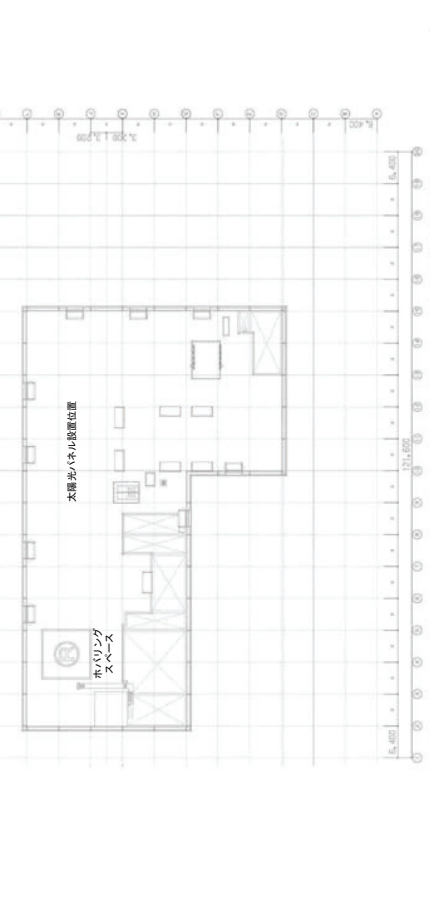


- 自然エネルギー**  
自然エネルギーを積極的に活用し、環境負荷の低減に配慮します。
- 太陽光発電**  
太陽光発電システムを導入し、エネルギーの一部を削減します。
- 自然採光**  
天井高を高くし、開口部を広くすることで、自然光を積極的に取り込みます。
- 自然換気**  
天井高を高くし、開口部を広くすることで、自然風を積極的に取り込みます。
- 雨水利用**  
雨水を貯水し、トイレや洗剤などの雑用用水として利用します。
- 省エネルギー**  
断熱性能を高くし、省エネルギーを推進します。
- LED照明**  
LED照明を導入し、省エネルギーを推進します。
- 省電化**  
省電化製品を導入し、省エネルギーを推進します。
- 省スペース**  
省スペース設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省コスト**  
省コスト設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省CO2**  
省CO2設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省環境**  
省環境設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省健康**  
省健康設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省快適**  
省快適設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省安全**  
省安全設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省安心**  
省安心設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省満足**  
省満足設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省持続**  
省持続設計を採用し、省エネルギーを推進します。
- 省未来**  
省未来設計を採用し、省エネルギーを推進します。

高知市庁舎計画 英建築設計【概要版】 | 日籍・土田晴彦設計事務所共同企業体 環境計画 18

## ■ R階平面計画

- ・万一の災害時に使用できるよう、ペリオプターのホバリングスペースを設置します。
- ・自然エネルギーの有効活用を図るため、太陽光パネルを設置します。

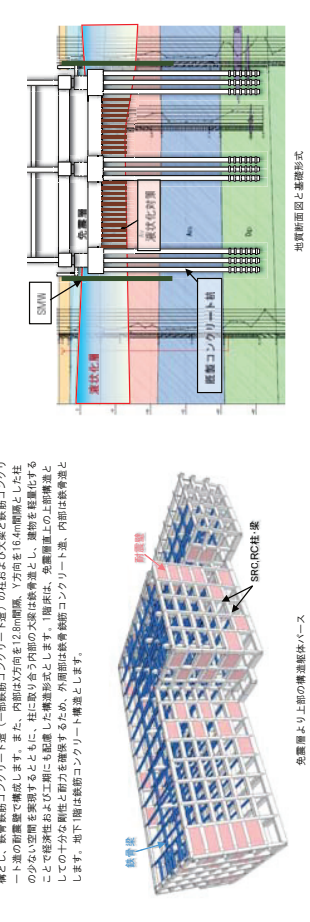


高知市庁舎計画 英建築設計【概要版】 | 日籍・土田晴彦設計事務所共同企業体 平面計画 15

## 7 構造計画

本建物は、地下駐車場の掘削に利用した地下埋戻土を地盤改良し、地下埋戻土に免震層を設ける場合と比較することで、地盤改良の効果が向上し、免震層に必要な強度を確保できることとなり、経済的な構造となります。免震層材は、上部構造を支えるスクリューローラーと地盤間のエネルギー吸収を促すタンパーで構成します。

**免震層**  
本建物は、地下駐車場の掘削に利用した地下埋戻土を地盤改良し、地下埋戻土に免震層を設ける場合と比較することで、地盤改良の効果が向上し、免震層に必要な強度を確保できることとなり、経済的な構造となります。免震層材は、上部構造を支えるスクリューローラーと地盤間のエネルギー吸収を促すタンパーで構成します。



高知市庁舎計画 英建築設計【概要版】 | 日籍・土田晴彦設計事務所共同企業体 構造計画 17



9 設備計画

■電気設備

Table with 3 columns: No., 内容 (Content), 備註 (Remarks). Includes items like 電力引込, 電気設備, 非常用発電設備, 照明設備, etc.

■昇降機設備

Table with 2 columns: No., 内容 (Content). Includes エレベーター設備 and other specifications.

■空調設備

Table with 3 columns: No., 内容 (Content), 備註 (Remarks). Includes 熱源設備, 空調設備, 換気設備, etc.

■給排水衛生設備

Table with 3 columns: No., 内容 (Content), 備註 (Remarks). Includes 給水設備, 排水設備, etc.

10 BCP(業務継続計画)

Large table with 8 columns: 項目 (Item), No., 内容 (Content), 取組の概要 (Summary), 取組の具体的な内容 (Detailed Content), 備註 (Remarks).

■設備に限る耐震性能

本計画にて設置する防災設備は全て重要機器・重要水廻りとしての耐震性能を確保する。

耐震安全性：重要設備及び二次設備の防止は図られてはも、必要な設備機能を当面継続できる。



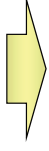
高知市／新庁舎計画 実施設計 概要版
発行 高知市
編成 総務部 新庁舎建設課

## 間伐材による液状化対策工法と採用の経緯

青森県東青地域県民局地域農林水産部東青地方漁港漁場整備事務所  
松橋 利明

## 1. なぜ、丸太（間伐材）打設による液状化対策工法なのか

### 漁港・漁場整備における2つの課題

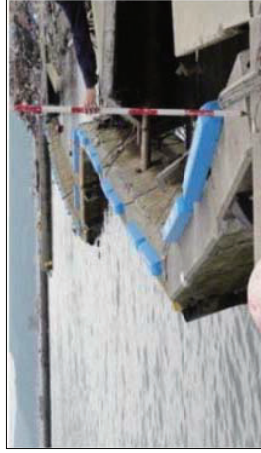


#### 課題Ⅰ 防災、減災の観点からの流通拠点漁港の機能強化

○水産物流通拠点漁港の機能強化

東日本大震災においては、東北地方太平洋沿岸を中心に、水産関係に甚大な被害を受けた。被災地では水産業の早期復興の遅れが、地域経済や生活基盤の復興に直結するだけでなく、国民に対する水産物の安定供給を確保する上でも極めて重要であることが再認識され、**産地市場を包摂する流通拠点漁港**の機能強化をいかに進めるかが課題となった。

岸壁背後液状化現象等の影響によるはらみ出しやすべり出しによる被害



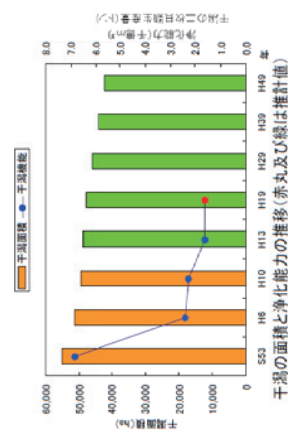
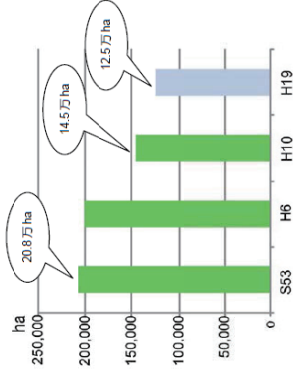
液状化現象が東日本大震災で大きくクローズアップされた

#### 課題Ⅱ 水産資源の維持・向上による水産物の安定供給

○水産物の安定供給

近年、水産動植物にとって産卵・育成の場となる藻場・干潟の減少や磯焼け等による生産力低下のため、水産動植物の生育環境の悪化が進行しており、我が国周辺水域の主な水産資源の半数程度が低位水準となっている。このため、水産動植物の生育環境の改善により、水産資源の維持向上させ、将来にわたって水産物を安定供給させるかが課題となっている。

藻場・干潟の状況



干潟の面積と浄化能力の推移(赤丸及び緑は推計値)

課題 I に対して  
これまでの漁港関係における地盤改良方法

SAVEコンパクション工法	浸透固化処理工法
<p>地盤の固結注入施工を行い、ケーシングを貫入しながら土質改良を繰り返して行うサンドコンパクション工法</p> <p>・低騒音、低振動 ・密着剤添加による低振動の増加、せん断抵抗の増大、沈下量の低減等の様々な改良効果を得つつ、パイプロを用いる強制降圧による静圧的・動的な影響が小さい。 ・ケーシングが大きい場合、既設のタイロッドや控え杭を打ち抜いてしまう可能性がある。</p> <p>16,087円/㎡ (経費60%・調査費込)</p>	<p>浸透性の高い永久薬液を注入することで、即座に土質改良が完了し、土質改良が完了した後に土質改良を繰り返すことで液状化を防止する。</p> <p>・低騒音、低振動 ・密着剤添加による低振動の増加、せん断抵抗の増大、沈下量の低減等の様々な改良効果を得つつ、パイプロを用いる強制降圧による静圧的・動的な影響が小さい。 ・ケーシングが大きい場合、既設のタイロッドや控え杭を打ち抜いてしまう可能性がある。</p> <p>48,000円/㎡ (経費60%・調査費込)</p>
<p>既設構造物(地中物)を目標により確認する必要がある。既設控え杭は深い位置にあるので、確認を行うには掘削が必要であり手間が大きい。</p>	<p>剛になし</p>

サンドコンパクション      薬液注入

○特殊な工法による地盤改良が中心

漁港・漁場整備における2つの課題解決  
に向けたこれまでの主な取り組み



課題 II に対して  
これまでの水産資源の向上策



今までは足下の藻場造成や魚礁設置を主体に進められてきた



漁港・漁場整備における2つの課題  
に対してなぜ間伐材活用なのか



### 山・川・海のつながり

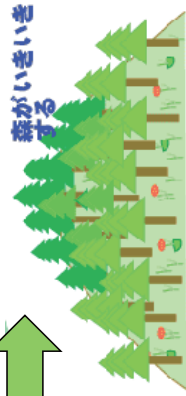
○山の豊かさが海に恩恵

山の樹木から落ちた葉や、森の土壌に含まれる多くのミネラルをばはじめとする様々な物質が雨水や地下水に溶け込み、河川を通じて海洋に運ばれ、海藻の成長や成熟に寄与していると考えられ、それらを継続供給することが藻場・干潟の保全に繋がることが近年わかってきた。

栄養塩の供給である森は

間伐により

混みすぎ



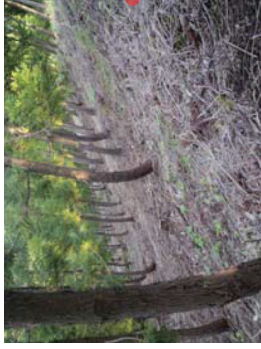
森がいきいきする

間伐されない森は土壌まで日光が届かず落ち葉等の分解による有機物の循環が進まない呼吸困難な状況

土壌までとどいた日光は、落ち葉等の分解による物質循環を促進させ、海への栄養の供給源となる。

森を豊かにするには間伐材の積極的な利用により健康な森が不可欠

### 間伐による栄養塩供給イメージ図



手入れの行き届いた杉林

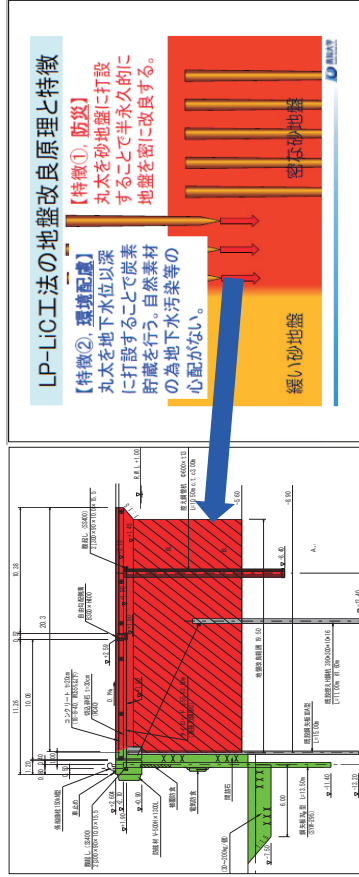


このことから

間伐材の利用促進は栄養塩を海へと届け、藻場を元気にし、水産動植物の生育環境の改善へと繋がる

### 目から鱗のLP-Lic工法

液状化対策施工断面（八戸漁港-6m岸壁）



丸太打設による液状化対策の原理

LP-Lic工法の地盤改良原理と特徴

【特徴①、防災】丸太を砂地盤に打設することで半永久的に地盤を密に改良する。

【特徴②、環境配慮】丸太を地下水位以下に打設することで放棄貯蔵を行う、自然素材の地下水汚染等の心配がない。

【特徴③、防食】丸太を地下水位以下に打設することで放棄貯蔵を行う、自然素材の地下水汚染等の心配がない。

丸太打設による液状化対策工法は、間伐材の利用促進につながる

漁港・藻場整備における2つの課題である

岸壁の背後液状化に対する脆弱性防災を克服

間伐材の利用により、海への栄養塩供給を促進

### 漁港・漁場整備における2つの課題

課題Ⅰ 防災、減災の観点からの流通拠点漁港の機能強化

○水産物流通拠点漁港の機能強化

課題Ⅱ 水産資源の維持・向上水産物の安定供給

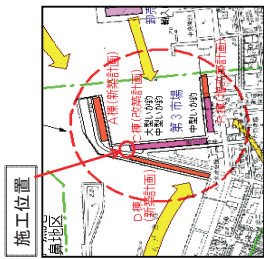
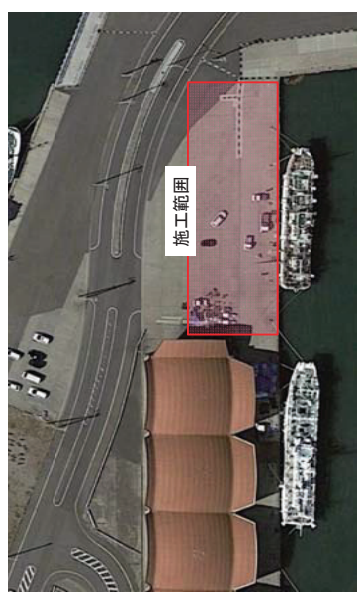
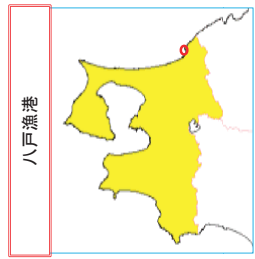
○水産物を安定供給

間伐材による液状化対策工法は、2つの課題解決へ向けて有効な工法と考えたものである。

このことから、丸太（間伐材）打設による液状化対策工法は、2つの課題克服の観点からも積極的な活用を

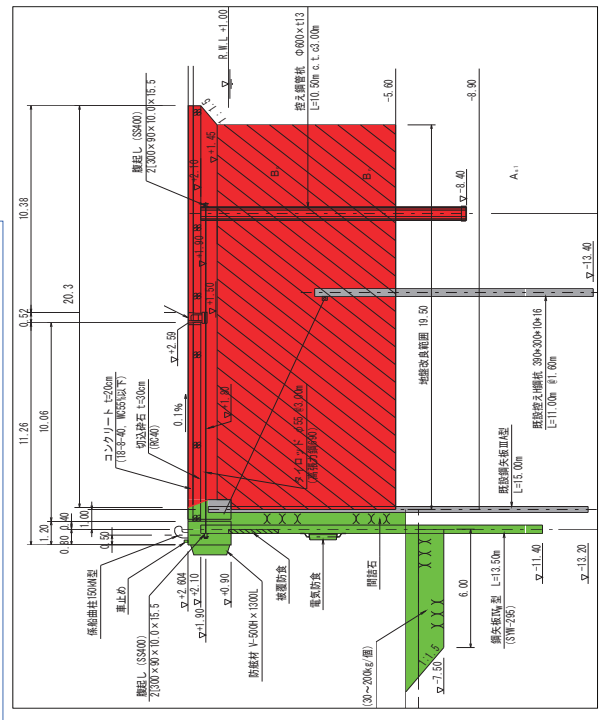
# 八戸地区水産流通基盤整備事業(特定)

事業主体：青森県  
 主要工事計画  
 -6.0m岸壁(耐震強化岸壁) L=946m  
 事業期間：平成19年度～平成28年度  
 事業主体：県  
 うち今回対象分  
 -6.0m岸壁(耐震強化岸壁) L=62.4m  
 地盤改良面積 A=1,057m<sup>2</sup>  
 間伐材φ15～20cm N=6,049本



## 2. 間伐材による液状化対策工法の実施例

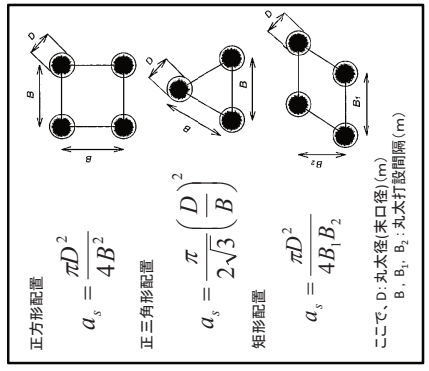
耐震強化岸壁施工断面 (八戸漁港-6m岸壁)



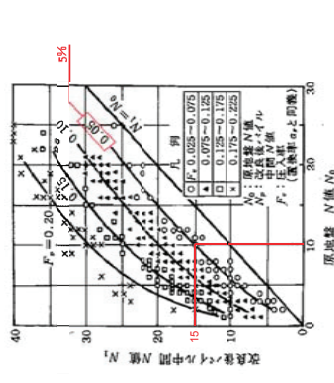
## 地盤改良の設計

丸太打設地盤改良工法(LP-LIG工法)  
 地盤に丸太を無排土で打設することで現地盤を密に改良し、N値を増加させる工法

改良率の設定法

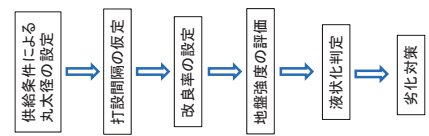


例) 現地盤N値10改良率5%→改良後地盤N値15



(a) 原N値 N原と改良後N値 N改の関係  
 出典：打戻し施工によるサンドコンパクションバイブル  
 工法設計・施工マニュアル2009J

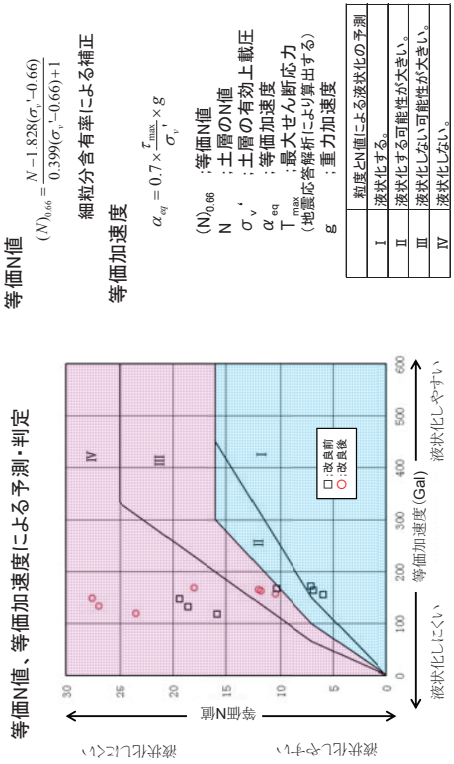
設計フロー



対象区間では近隣の木材供給条件より、打設する丸太の径を15cmとし、打設間隔は通常に水中に没するものとして設定した。  
 55cmピッチでの打設を行うものとした。  
 生物劣化の対策として丸太打設時の杭頭位置は常に水中に没するものとして設定した。

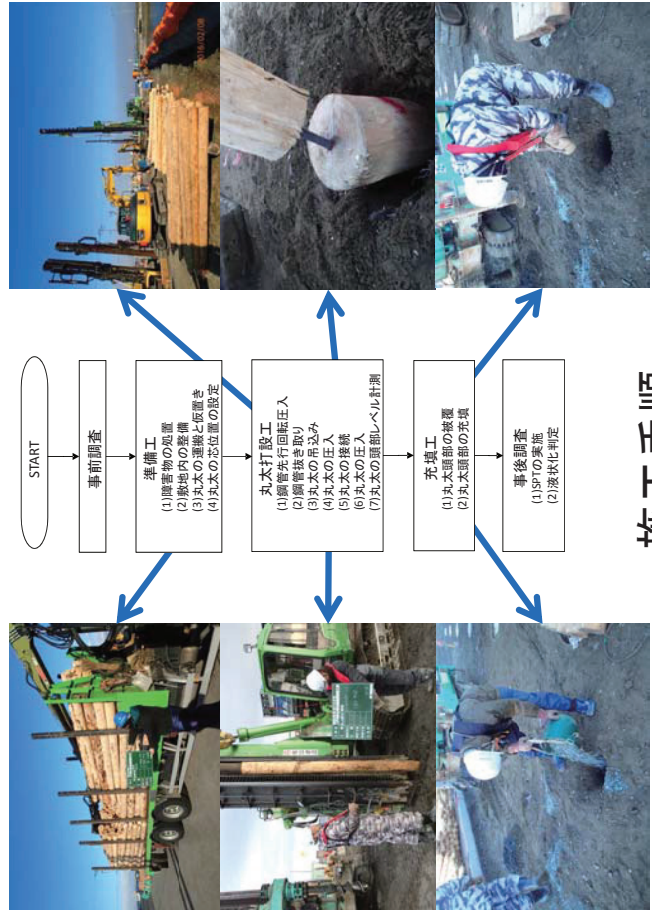
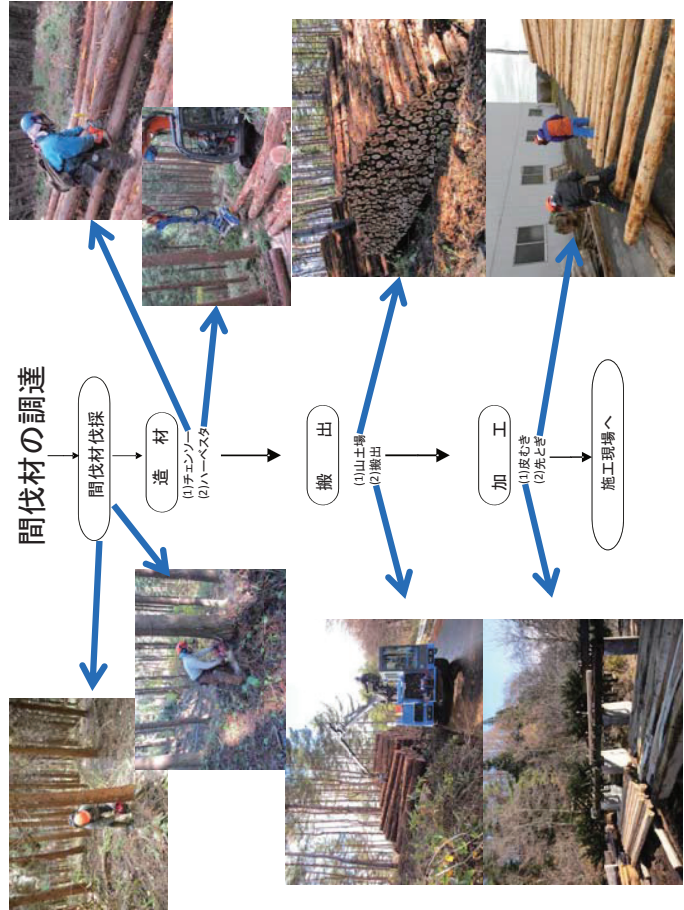
### 液状化判定

対象施設では「漁港・漁場の施設の設計の手引き」から等価N値及び等価加速度による判定を行っている。  
丸太打設の効果により、N値が大きくなり、液状化判定は下図の上方に推移する。

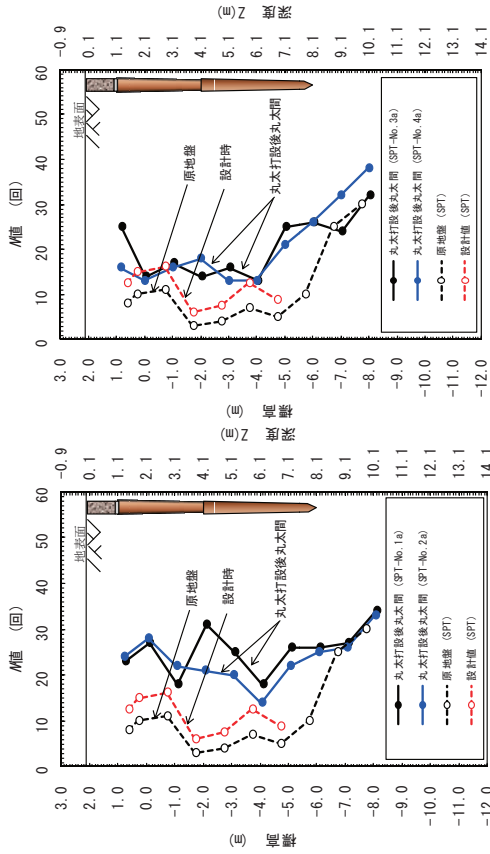


対象地では液状化判定の結果、液状化すると判定されるIの区分に入っていたものが、N値の増加により液状化しないと判断できるIIIの区分に入っていることを確認。

### 3. 施工の概要



### 施工手順



(a)No.1,2

(b)No.3,4

### 原地盤と丸太打設丸太間地盤におけるN値

## 木材を土木材料(地中海洋利用)として 利用する際の留意点

	長所	短所
力学的特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽い割に強度がある</li> <li>弾性領域が広い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼材に比べて強度が低い</li> <li>乾燥により変形する</li> </ul>
一般的特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>放置すれば自然に戻る</li> <li>燃料として利用できる</li> <li>見た目や感触が良い</li> <li>持続可能な材料である</li> <li>生産時のエネルギーが少ない</li> <li>廃棄を貯蔵している</li> <li>環境負荷の心配が少ない</li> <li>間接的な環境効果もある</li> <li>加工が容易である</li> <li>比較的塩害に強い</li> <li>熱伝導率が低い</li> <li>温度応力がほとんど生じない</li> <li>利活用の歴史がある</li> <li>国内のほぼ全域で供給ができる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>腐朽や蟻害がある</li> <li>燃えやすい</li> <li>形状のばらつきが大きい</li> <li>品質のばらつきが大きい</li> <li>長大材を得にくい</li> <li>均質で大きな構造物を作れない</li> </ul>

## 4. 埋立地盤に施工された木杭の 長期健全度は保てるのか？

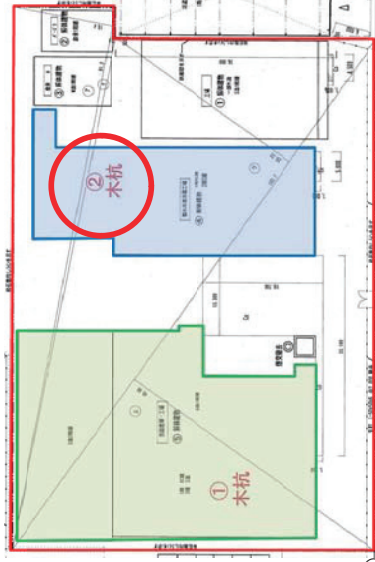
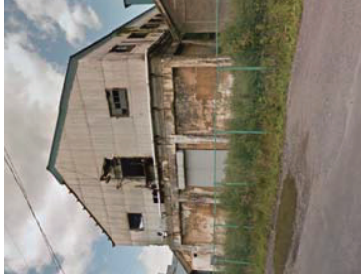
液状化対策として木材を地中利用する際には、  
その長期耐久性が課題として挙げられる  
打設丸太の腐朽については未解明な部分が多く、  
埋立地盤中に打設された材料の長期耐久性を調  
べた事例は多くはない



今回、液状化が懸念される埋立地盤に建築基礎  
として施工された木杭(供用期間約50年)に着目し、  
地中使用木材の長期健全性を評価した

※参考文献 原 忠, 三村佳織, 加藤英雄, 安部久, 松橋利明, 奈良岡敏: 埋立地盤に施工された木杭の長期健全度評価, 土木学会, 木材利用研究論文報告集15, 2016.

# 建物基礎(丸太木杭)の回収 (地点の概要)



(引用: Google Map)

- 建物支持として木材が使用されていた(1階: RC造, 2階: S造)
- 丸太試験体は製氷冷蔵工場(青)の木杭②の地点より重機により引き抜き (回収時期2016年2月)

# 回収地点の概要

回収地点: 青森県八戸市江陽4丁目17地内の製氷冷蔵工場跡地



(引用: Google Map)

(引用: 三八地域県民局資料)

# 丸太回収地点の土地履歴

1961年

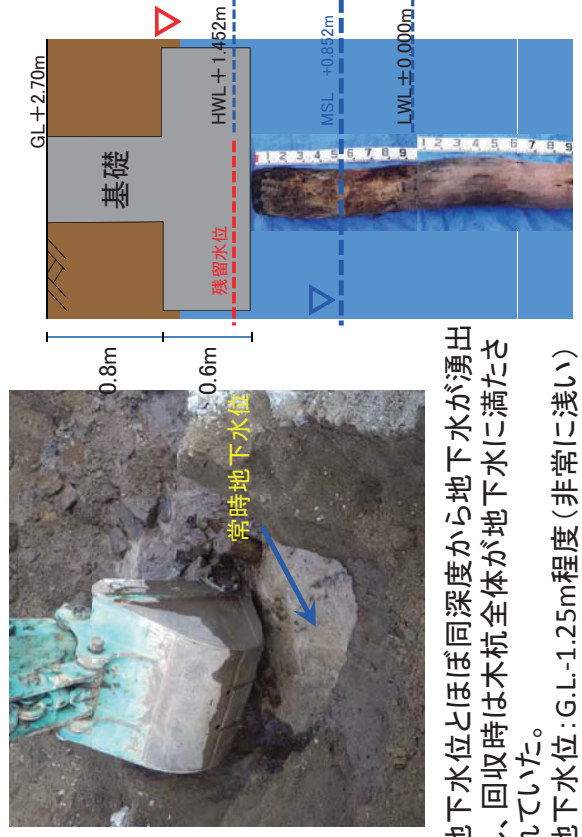
構造物基礎として約50年間地中に打設されていた

1968年

○: 丸太が配置されていた箇所

引用: 青森水産史(青森県水産部)

# 採取地点の地下水位(推定)



- 地下水位とほぼ同深度から地下水が湧出し、回収時は木杭全体が地下水に満たされていた。
- 地下水位: G.L.-1.25m程度(非常に浅い)



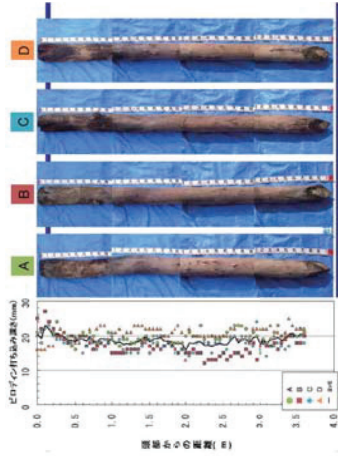
## 目視判定、ピロディン試験

- 目視判定 (JIS K 1571)

被害度の単位	観察状態
0	健全
1	部分的に軽度の腐朽又は劣化(腐)害
2	全面的に軽度の腐朽又は劣化
3	20の状態の上に部分的に激しい腐朽
4	全面的に激しい腐朽又は劣化
5	腐朽又は劣化によって形が崩れる

### ピロディン試験

先端のピンを一定のエネルギーで打ち込み、そのピンの貫入した深さを読み取る

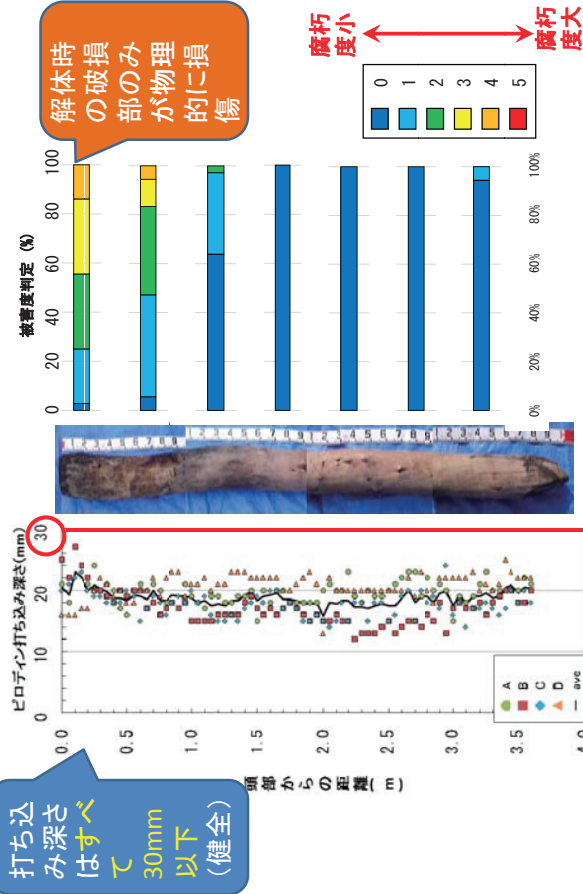


## 木杭の長期健全度評価結果

- 近隣の地盤調査結果より残留水位を算出したところ、**丸太は常時水中下に置かれていたと推測された**
- ピロディン試験結果では、**測定した範囲全てにおいて健全とされる30mm以下であった**
- 上端部は試料採取時に生じた欠損や表面の変色が見られたが、**全体的には腐朽や虫害の被害はなかった**

液状化の可能性の高い埋立地盤において、常時水中下に存在する環境での丸太の長期健全性が確認されたことから、**打設丸太が腐朽する可能性が極めて低いこと、長期的な地盤改良効果が保証され、提案工法は信頼性が高い対策工法であることが証明された**

## 丸太の健全度評価(目視判定、ピロディン試験結果)



※参考文献 原 忠、三村佳織、加藤英雄、安部久、松橋利明、奈良剛毅：埋立地盤に施工された木杭の長期健全度評価、土木学会、木材利用研究論文報告集15、2016。

## まとめ

本工法は、間伐材を地盤改良に利用するという希少事例ではある。しかし、漁港工事では液状化の可能性のある地盤を強化するという基本的な工法に用いることが可能であり、そのことからその適用範囲は広いと思われる。  
このことから、当該工法により、漁業地域の防災・減災はもとより、水産物の安定供給に向けて、全国的な普及・促進を進めることが肝要と考えられるものである。

## 引き続き

埋立地盤に施工された木杭の長期健全度評価へ

