

飛島建設（株）・住友林業（株）・ミサワホーム（株）の3社で共同開発  
地盤と丸太による軟弱地盤対策工法 LP-SoC 工法の評定を日本建築センターで取得

飛島建設株式会社(東京都港区港南、代表取締役社長乗京正弘)、住友林業株式会社(東京都千代田区大手町、代表取締役社長市川晃)、ミサワホーム株式会社(東京都新宿区西新宿、代表取締役社長執行役員磯貝匡志)(以降「3社」)は、軟弱な地盤に丸太を打設し、地盤と丸太の複合地盤で建築物を支える「丸太打設軟弱地盤対策&カーボンストック工法(以降「LP-SoC工法」)」の評定を一般財団法人日本建築センター(以降「BCJ」)より2020年1月10日付で取得しました(BCJ評定-FD0577-02)。2018年1月に、同センターでは初となる木材による地盤補強工法「丸太単体の支持力の設計手法等」に対する評定を取得しましたが、本工法はそれをさらに発展させコスト削減を行いました。今後3社は、木材活用地盤対策研究会を通じ、SDGs時代のバイオエコミーを実現する軟弱地盤対策工法として、戸建て住宅や集合住宅と共に、非住宅の建築物などへLP-SoC工法を幅広く展開する予定です。

<背景>

軟弱地盤上に建物を建築する際には、建物が不同沈下などしないよう地盤を補強することが重要になります。木杭は1950年代頃まで多く使われてきましたが、戦前・戦後の森林資源の枯渇、地下資源の利用拡大などによりほとんど使われなくなりました。一方で、気候変動が深刻化する中、軟弱地盤対策に木材を使用することは、木材を大量かつ長期的に使用することで、新たな植林につながるとともに炭素を地中に長期固定するので、温室効果ガスを純減させ、持続可能な安全安心社会の構築に貢献できます。そこで、3社は、木材活用地盤対策研究会を通じ、丸太を軟弱地盤に打設し地盤を補強するLP-SoC工法の更なる共同開発を進めています。

<工法の特長>

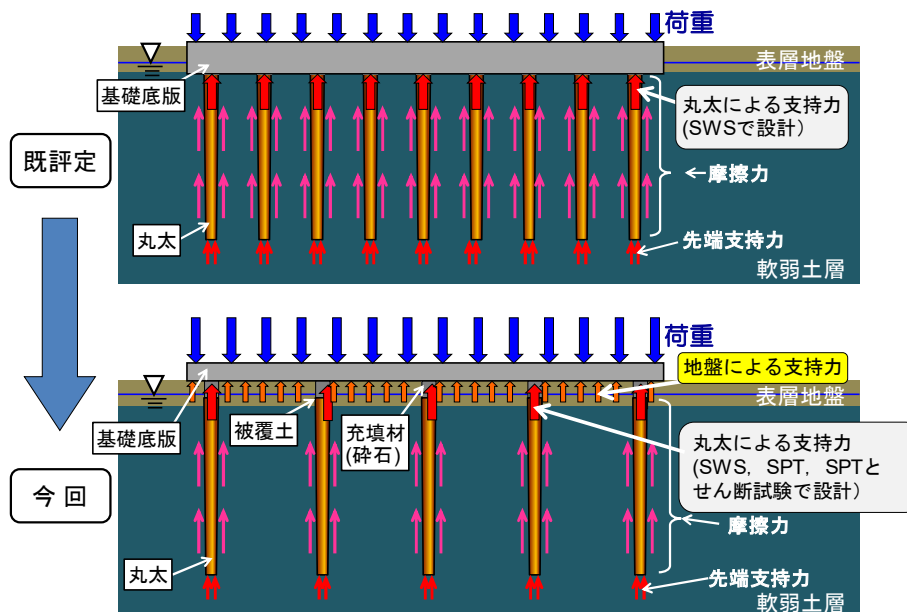


図-1 既評定と今回のLP-SoC工法設計方法の比較

今回のBCJ 評定の取得は、2018 年 1 月に既に取得している地中における丸太単体の鉛直支持力に関する評定を発展させたものです。既評定では、スウェーデン式サウンディング試験<sup>\*1</sup>(以降「SWS」)結果に基づく丸太単体の鉛直支持力の設計手法、施工方法、現場品質管理方法が認められていました。

今回は、これに加えて、標準貫入試験<sup>\*2</sup>(以降「SPT」)、および、SPT とせん断試験<sup>\*3</sup>の組み合わせによる設計が可能になりました。SWS による評価だけでなく、SPT や、SPT とせん断試験の組み合わせの結果を用いることで地盤の評価精度が向上し、試験方法に応じて丸太の特長を活かし鉛直支持力を合理的に評価できるようになりました。また、軟弱地盤であっても建築物を支える力は決して小さくありませんが、今まではこれを無視していました。そこで、この効果を積極的に見込み、地盤を支える力に、地盤だけでは不足する分を丸太の鉛直支持力で補い、地盤と丸太の両方で建築物を支える複合地盤としての設計方法を確立しました。

このようにすることで、丸太を適切に配置することができ、より経済的な施工が可能になりました。これにより、施工コストは、既評定による方法に比べて大幅な低減となり、条件にもよりますが、従来工法と比較しても同等レベルかそれ以下になる予定です。

また、丸太は、基本的に頭部を地表から 0.5m 以深の常水面以深に設置します。これにより、丸太には腐朽や蟻害による生物劣化が生じなくなります。さらに、丸太頭部と基礎底版との間に距離を設けることで、丸太による基礎底版への局所的な荷重負担を低減し、かつ、荷重を丸太間の地盤へ確実に伝達できるようになりました。

加えて、LP-SoC 工法は、丸太を大量にかつ長期的に使用することで、省エネ効果と炭素貯蔵効果により、深刻になってきている気候変動緩和に貢献しながら、持続可能な安全安心社会の構築を実現していきます。

### <施工方法>

施工は、皮を剥いだ生材の丸太を地表面から 0.5m 以深の地盤中に圧入後、丸太頭部を透水性の低い土質系材料の被覆土でキャッピングすることで空気を遮断し、その後、充填材(砕石)をバイブレーターで締固めて孔を充填します(既に実用化している LP-LiC 工法と同じです)。地盤がやや固いなどの理由で、丸太を鉛直に打設しにくい場合は、丸太打設に先行して、先端閉塞した鋼管を回転圧入し、所定の深度に達した後に回転しながら引き抜き、その後丸太を圧入します。

### <工法の展開>

LP-SoC 工法は、建築物の高さ、軒高、階数や構造に関係なく、接地圧が $50\text{kN}/\text{m}^2$ 以下で延べ面積が $3,000\text{m}^2$ 以下の建築物が対象で、戸建て住宅や集合住宅に加え、事務所、幼稚園、高齢者施設、集会所、店舗、工場、倉庫などの非住宅物件への適用も想定しています。建物本体だけでなく、基礎地盤にも木材を使用することで、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」への対応や、森林環境譲与税の木材利用先への活用を考えています。

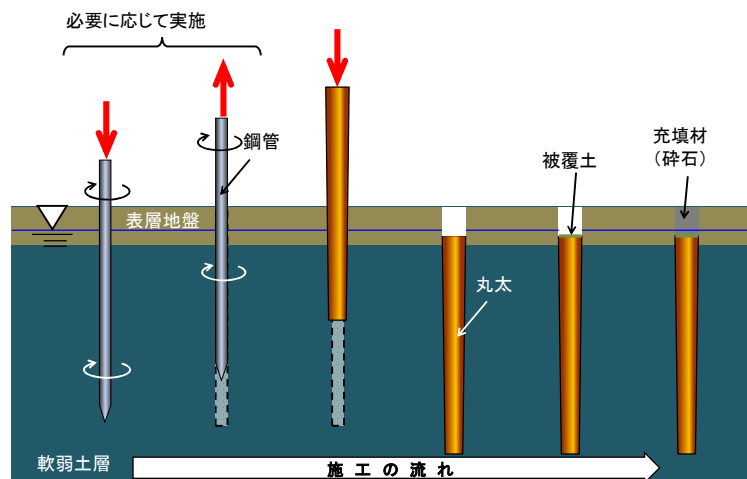


図-2 LP-SoC 工法施工方法の概要

飛島建設が本研究開発計画の立案、進捗等の総括管理、実証実験の実施を担当し、3 社で研究開発、実用化の検討を行い、住友林業とミサワホームがこれまでの経験を活かし、BCJ 評定取得の対応を担当しました。

今後 3 社は、木材活用地盤研究会を通して、さらなる研究開発を進め、適用範囲の拡大とコスト削減を行い、気候変動緩和への貢献と、持続可能な安全安心社会の実現を目指します。

\*1 スウェーデン式サウンディング試験:

地盤の硬軟や締まりの程度などを判定する地盤調査法の一つ。先端がキリ状のスクリーポイントと鉄の棒(ロッド)に荷重を加え、または、荷

重を加えたままロッドを回転させ、所定の貫入量に要した荷重と回転数を計測する。

\*2 標準貫入試験:

地盤の硬軟や締まりの程度などを判定するとともに、土のサンプリングが可能な地盤調査法の一つ。サンプラーを先端につけたロッドを打撃により地盤に貫入させ、30cm 貫入するのに要する打撃数を計測する。サンプリングした試料で土質試験することができる。

\*3 せん断試験:

貫入に要する回転数や打撃回数により地盤のせん断強さを推定するのではなく、一軸圧縮試験や三軸圧縮試験により土のせん断強さを直接求める試験方法。

## 【ご参考】

### ■既に取得している評定から今回できるようになったこと

- ① 地盤調査方法が SWS だけでなく、SPT や、SPT とせん断試験の組み合わせの結果を用いて設計することが可能になりました。
- ② 地盤調査の評価精度の高い方法を用いるほど、丸太の特長を活かし鉛直支持力を大きく見込むことができるようになり、地盤調査にコストをかけることで、施工コストを低減できるようになりました。
- ③ 丸太の鉛直支持力だけでなく、地盤の支持力度も考慮し、地盤と丸太による複合地盤とした設計ができるようになり、施工コストを大幅に削減しました。
- ④ 基礎底版を丸太頭部で直接支持せず、基礎底版との間に距離を設けることで、他の杭工法と異なり、基礎底版に杭による曲げ応力やせん断応力の発生を抑えることができるようになりました。これにより、基礎の配筋を削減するなどの効果が期待できます。
- ⑤ 小規模建築物の枠を超え、接地圧が  $50\text{kN/m}^2$ 、延べ面積が  $3,000\text{m}^2$  までの建築物に適用できるようになり、建築物の高さ、軒高、階数や構造など構法による制限は受けなくなりました。

### ■LP-SoC 工法の主な特長

#### (1)環境面

- ✓ 打設した丸太は、常水面以深では生物劣化を生じることがなく健全性を保ち、大気から丸太に固定された炭素を半永久的に貯蔵します\*。
- ✓ 材料生産と施工段階での省エネ効果が大きく、かつ、丸太が炭素を半永久的に貯蔵するので、工事の実施が温室効果ガスを削減し、CCS\*4と同じ効果を発揮し、バイオエコノミーを実現します\*。
- ✓ 自然材料である生材の丸太を使用しているため、加工、乾燥、薬剤注入を行わないことから省エネ効果が大きく、環境的にも安心です\*。

#### (2)木材需要面

- ✓ 比較的多量の丸太を使用するので、木材需要の創出に貢献します\*。
- ✓ 丸太を現地調達できる場合は、地産地消の工事が可能となり、地方創生に貢献します\*。

#### (3)設計面

- ✓ せん断試験などの評価精度の高い地盤調査方法を用いるほど、丸太の特長を活かし鉛直支持力を大きく見込むことができ、例えば大きな面積の基礎ほど施工コストを低減できます。
- ✓ 丸太の鉛直支持力だけでなく、地盤の支持力度も考慮し、地盤と丸太の複合地盤とした設計ができるようになりました。
- ✓ 基礎底版と丸太頭部の間に距離を設けたので、基礎底版の曲げ応力やせん断応力の発生を低減できます。これにより、基礎の配筋の削減などが期待できます。
- ✓ 液状化の可能性のある地盤に対しても、液状化対策を実施することで LP-SoC 工法を使用することが可能で、LP-LiC 工法と併用することで液状化対策と、軟弱地盤対策が同時に実現できます。

#### (4)施工面

- ✓ 現場でプラントなどの施設を必要としません。
- ✓ 丸太打設による地盤変位の発生がほとんどないので、近接施工が可能です\*。
- ✓ 丸太は排土せず地盤に圧入するので、建設残土が発生しません。
- ✓ 丸太は基本的には振動や打撃によらず地盤に押し込むので、低振動、低騒音な工事が可能です。
- ✓ 材料が丸太なので、工事現場での材料の飛散がありません。
- ✓ 固化改良など異なり、養生期間が必要ないので、丸太打設後ただちに次工程に入ることが可能です\*。
- ✓ 余改良の必要がなく、建築物直下のみの方策でも効果を発揮します。

※BCJ の評定対象外

\*4 CCS: Carbon dioxide Capture and Storage の略。発電所などの排気から二酸化炭素を分離回収し、それを地中深くに貯留する方法。

#### ■木材活用地盤対策研究会

「木材活用地盤対策研究会(理事長:三輪滋 飛島建設(株)執行役員)」は、3社が地球温暖化の緩和・森林育成と木材を活用した地盤対策技術の普及、向上、並びにその発展を図ることを目的として、2014年2月に発足させた研究会です。現在、大手建設会社、施工会社、設計会社、コンサルタント、森林組合など29団体が会員です。既に実用化されている「丸太打設液状化対策&カーボンストック(LP-LiC)工法」と、今回評定を取得した「丸太打設軟弱地盤対策&カーボンストック(LP-SoC)工法」の展開とともに、木材活用技術の研究開発を進めています。なお、両工法の取り組みの一部は、林野庁が推進する「平成29年度 新たな木材需要創出総合プロジェクト事業」のうち「地域材利用促進のうち新規分野における木材利用の促進」の補助事業の成果です。LP-SoC工法の一部は、秋田県立大学木材高度加工研究所との共同研究の成果です。丸太や被覆土などの材料は、木材活用地盤対策研究会が指定した会社が品質を含めた管理を行い提供しています。

#### ■丸太打設液状化対策&カーボンストック(LP-LiC)工法

皮を剥いだ生の丸太を地盤の緩い砂地盤に静的に打設し、地盤の密度を高める液状化対策工法です。丸太は、液状化の発生する常水面以下では酸素が不足するため腐ることがありません。液状化対策として丸太を使うことで、大気中の二酸化炭素を光合成により吸収し、炭素が固定された丸太を半永久的に活用でき、温室効果ガス削減に貢献できます。本工法は既に(一財)先端建設技術センターより技術審査証明、(一財)日本建築総合試験所より建築技術性能証明を取得しています。

#### 《リリースに関するお問い合わせ先》

飛島建設株式会社 企画本部 広報室	TEL : 03-6455-8312
住友林業株式会社 コーポレート・コミュニケーション部	TEL : 03-3214-2270
ミサワホーム株式会社 コーポレートコミュニケーション課	TEL : 03-3349-8088



写真-1 丸太打設の様子  
(秋田県立大学フィールド教育研究センター敷地内:秋田県大潟村)