

旧:NETIS QS-110040-VE

※2022年3月31日NETIS掲載終了

コンクリートの情報化施工

スマートセンサ 型枠システム

強 度

+

内外温度

+

施工履歴



共同研究開発製品

Innovation and Trust

JUST.WILL & 東京大学

大学院
工学系研究科

スマートセンサ型 枠システム

株式会社JUST.WILL & 東京大学大学院
共同研究開発製品

「スマートセンサ型枠システム」は、異物を混入することなくコンクリートの表面から直接情報を収集することで、躯体表面に傷を付けず、高度な品質管理を実現した i-Construction 技術です。

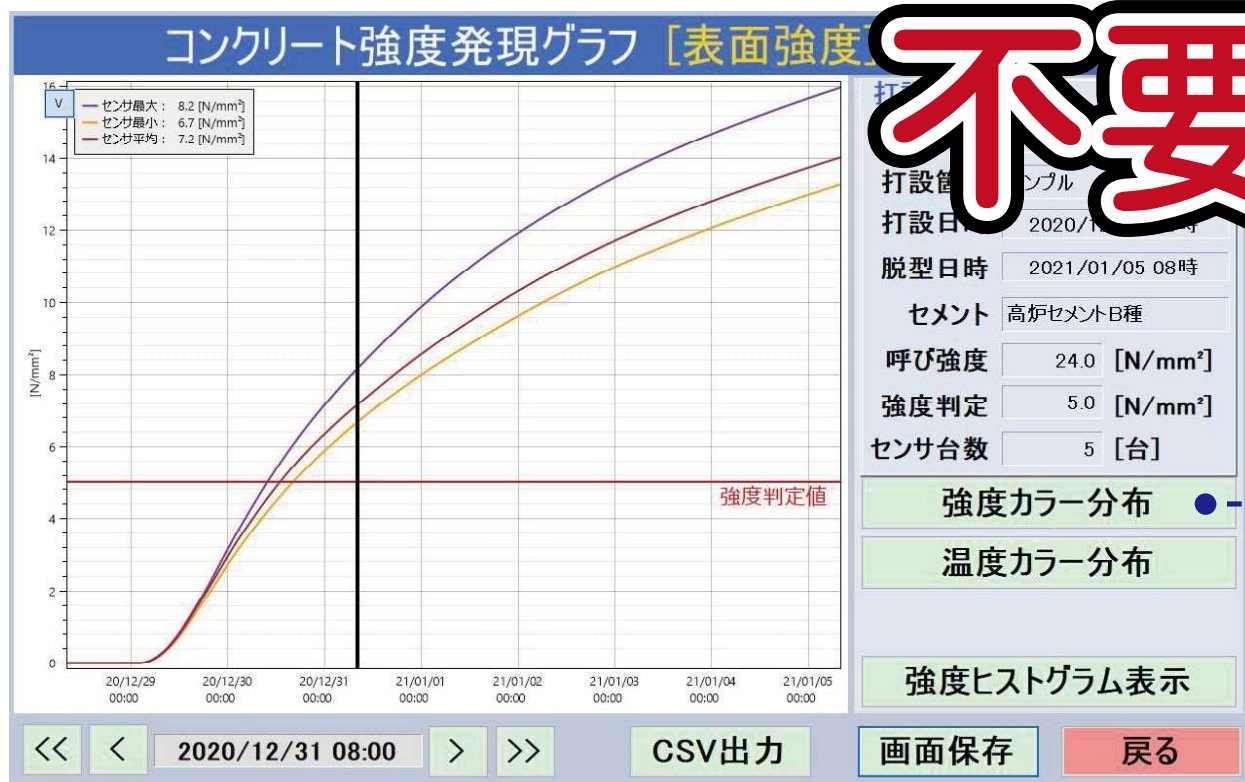
スマートセンサは **コンパネ** **鋼製型枠** **樹脂型枠** **セントル** の全てに対応

施工のデジタル化を推進

BIM/CIMとの連携も可能!

テストピース

不要



温度から⇒強度

国土交通大臣による告示(国土交通省告示第 503 号・平成 28 年 3 月 17 日交付)において、コンクリートの表面温度から強度発現の推定を行う方法が、コンクリート構造物の強度管理の方法として新たに法律で認められました。

●強度推定式

$$f_{c_{te}} = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{(t_e - 0.5)/t_0} \right)^{1/2} \right] \right\} \cdot f_{c_{28}}$$

この式において、 $f_{c_{te}}$ 、 s 、 t_e 、 t_0 及び $f_{c_{28}}$ はそれぞれ次の数値を表すものとする。

$f_{c_{te}}$: コンクリートの圧縮強度 (単位: 1 平方ミリメートルにつきニュートン)

s : セメントの種類に応じて次の表に掲げる数値

セメントの種類	数 値
普通ポルトランドセメント	0.31
早強ポルトランドセメント	0.21
中庸熱ポルトランドセメント	0.60
低熱ポルトランドセメント	1.06
高炉セメント B 種及び高炉セメント C 種	0.54
フライアッシュセメント B 種及びフライアッシュセメント C 種	0.58

※高流動コンクリート等の使用も可能です。ご相談ください。

t_e : 次の式によって計算したコンクリートの有効材齢 (単位: 日)

$$t_e = \frac{1}{24} \sum \Delta t_i \cdot \exp \left[13.65 - \frac{4000}{273 + T_i/T_0} \right]$$

この式において、 Δt_i 、 T_i 及び T_0 はそれぞれ次の数値を表すものとする。

Δt_i : (i-1) 回目のコンクリートの温度の測定 (以下単に「測定」という。) から i 回目の測定までの期間 (単位: 時間)

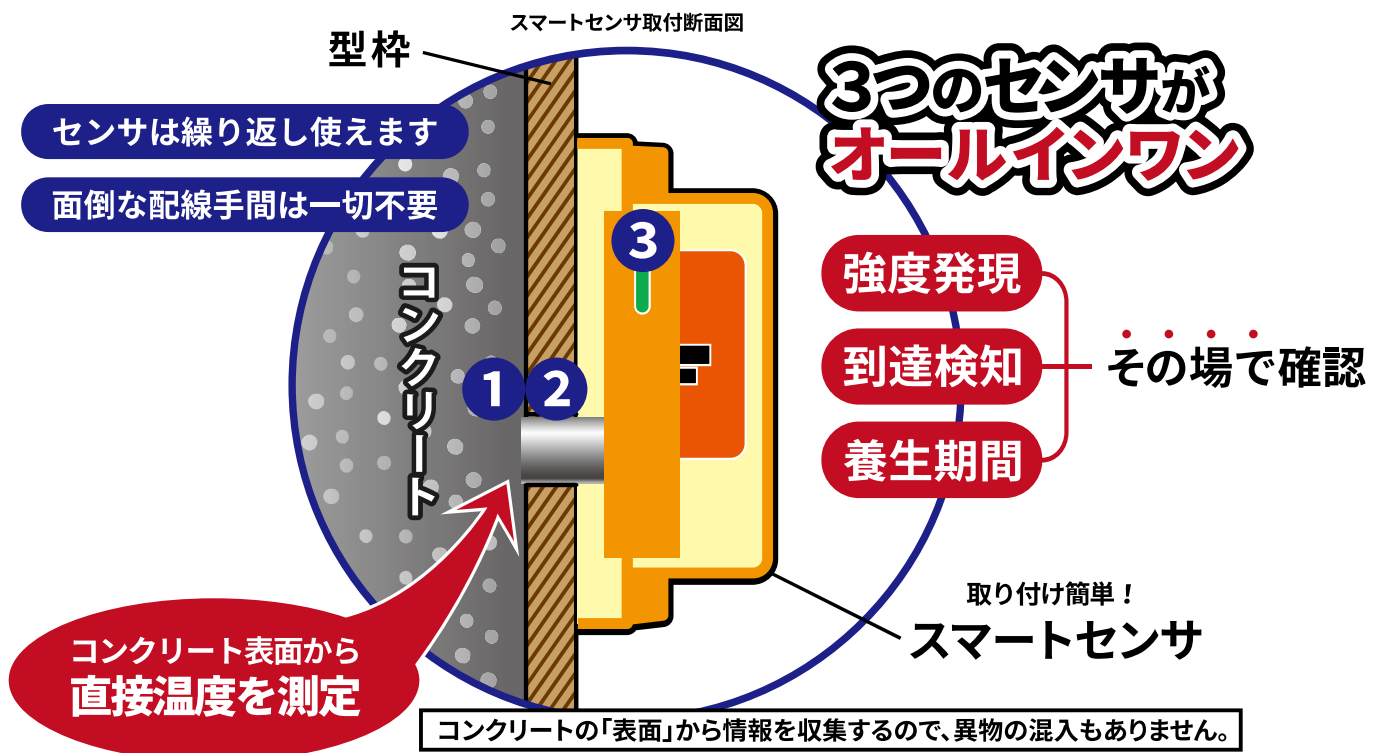
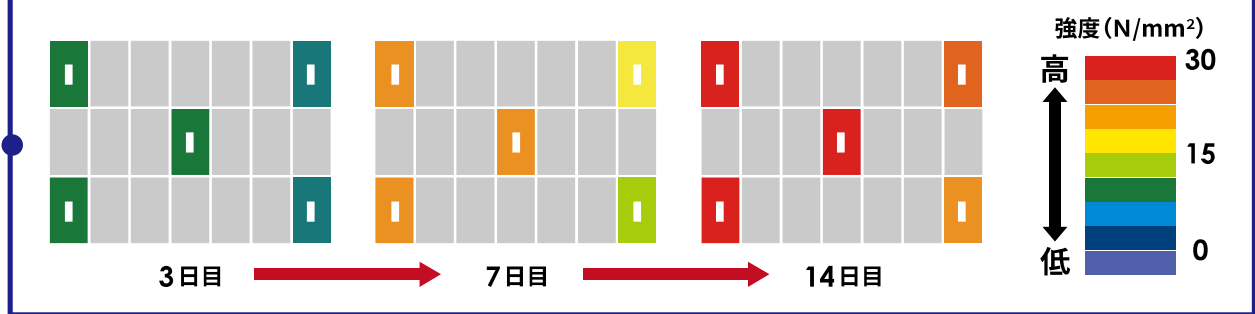
T_i : i 回目の測定により得られたコンクリートの温度 (単位: 摂氏度)

T_0 : 1 (単位: 摂氏度)

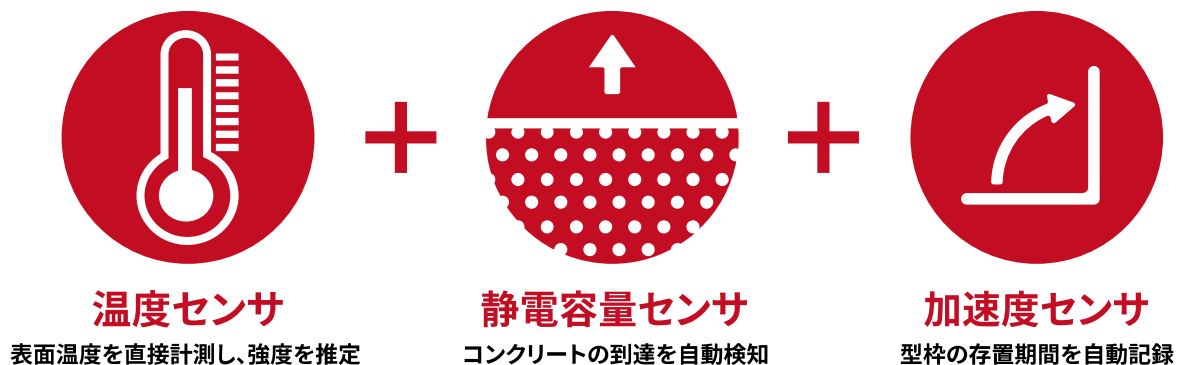
t_0 : 1 (単位: 日)

$f_{c_{28}}$: 日本工業規格 A5308 (レディーミクストコンクリート)-2014 に規定する呼び強度の強度値 (建築基準法 (昭和 25 年法律第 201 号) 第 37 条第 2 号の国土交通大臣の認定を受けたコンクリートにあつては、設計基準強度に当該認定において指定された構造体強度補正値を加えた値) (単位: 1 平方ミリメートルにつきニュートン)

コンクリート表面の推定強度を色変換した分布図(カラーマッピング)



① コンクリート表面用温度センサ ② 静電容量センサ ③ 加速度センサ

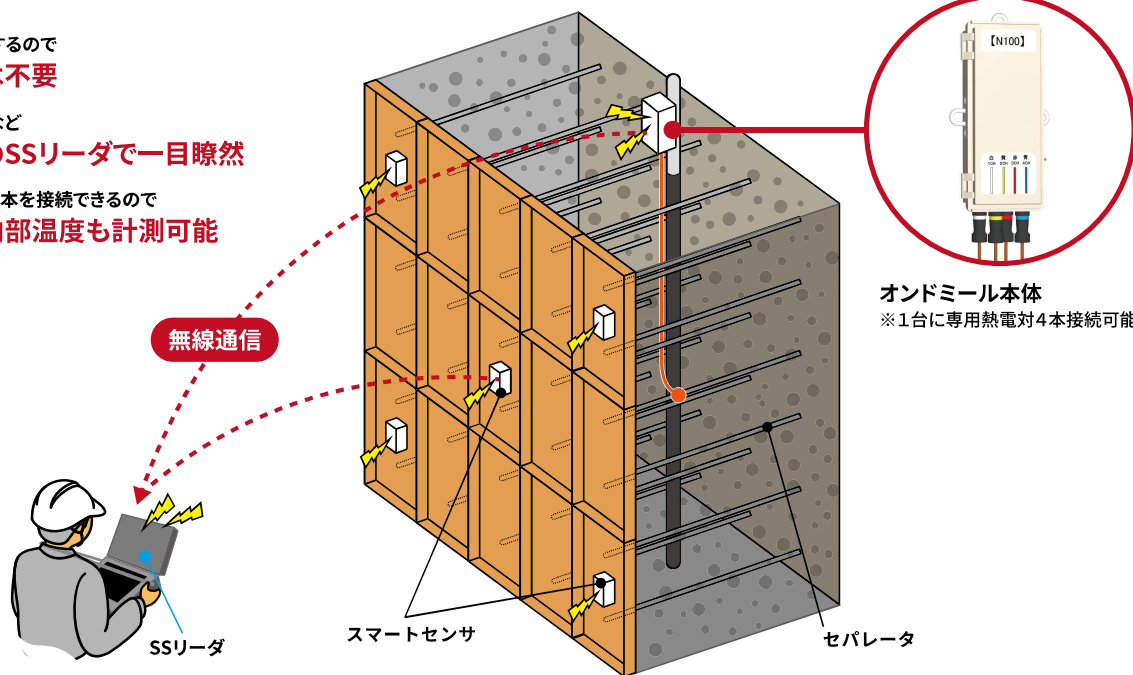


温度や強度だけでなく、型枠建込みから脱型までの施工履歴も記録・管理可能!
BIM/CIM時代に対応する品質管理システム

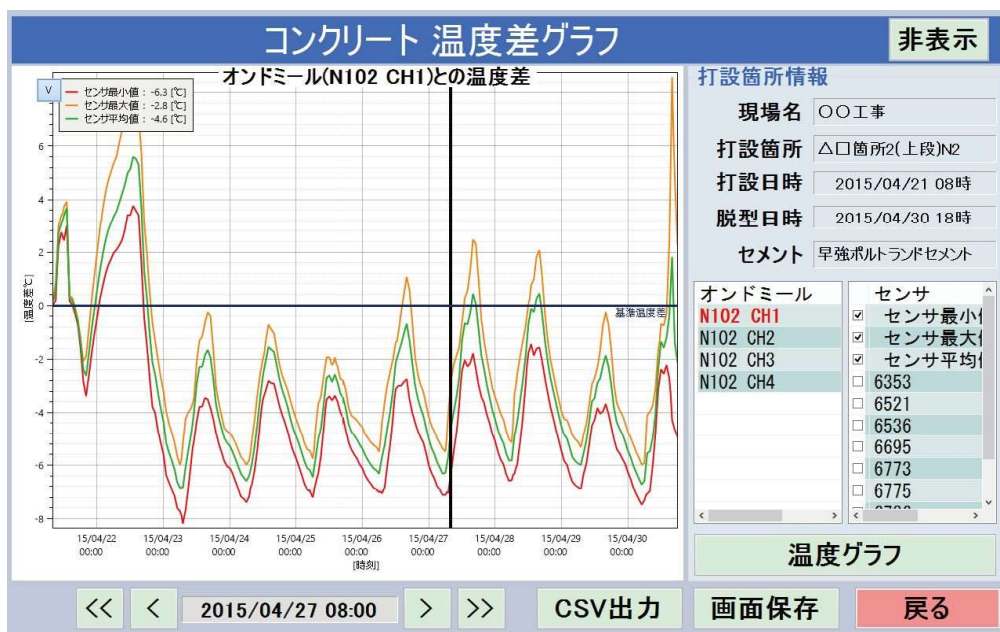
無線で情報を収集するので
面倒な配線は不要

内外温度差グラフなど
情報は手元のSSリーダで一目瞭然

1台に専用熱電対4本を接続できるので
複数箇所の内部温度も計測可能



表面温度を「スマートセンサ」で、中心温度を「オンドミール」で計測 → グラフ&カラーマッピングでリアルタイムに一元管理！



開発者の一言



東京大学 大学院 工学系研究科
教授 野口 貴文

平成22年2月のことでした。型枠によるコンクリート品質管理の高度化プロジェクトをスタートさせたのは。

その夏、システム開発企業が加わり、開発はトントン拍子に進み、わずか1年でスマートセンサ型枠システム第1号完成にこぎ着けました。これは参加者の情熱の賜であり、フットワークの軽さも幸いました。コンクリート構造物に対する信頼を取り戻し、建設業を魅力的な産業へと変革するためには、コンクリート工事は透明性が確保されたものであり、生産システムは合理的でスマートなものでなければなりません。スマートセンサ

型枠システムは、その一翼を担うものと確信しています。さらに、何回でも転用可能で再生可能な樹脂型枠やメタル型枠と組み合わせることで資源循環にも配慮しました。これこそ、まさに次世代の標準型枠ではないでしょうか。

推薦者の一言



京都大学 大学院 工学系研究科
名誉教授 宮川 豊章

近年のICやECタグに代表されるLSIの技術展開には目まぐるしいものがあり、タブレットPCの耐衝撃性の向上などもここ直近の技術躍進です。建設業界においては、従来は供試験体によるコンクリートの品質管理システムが構築されてきましたが、近年各用途別に適合した高性能・高機能な管理が望まれてきていました。今回提案されている、型枠という汎用品に上述の最新電子技術システムを組合せてコンクリート品質管理の高度化・精緻化を可能にした『スマートセンサ型枠システム』は、今後のコンクリート品質管理の方向性を示唆するものとしてき

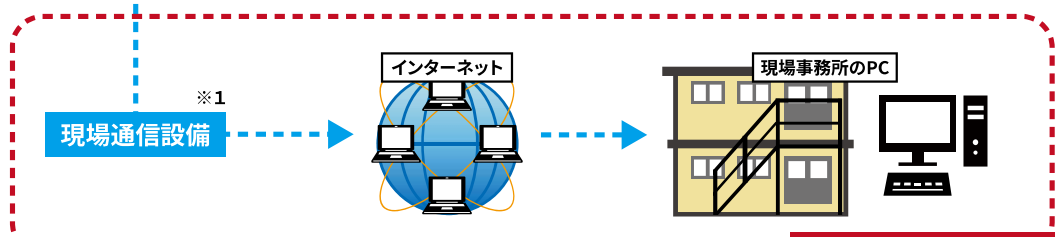
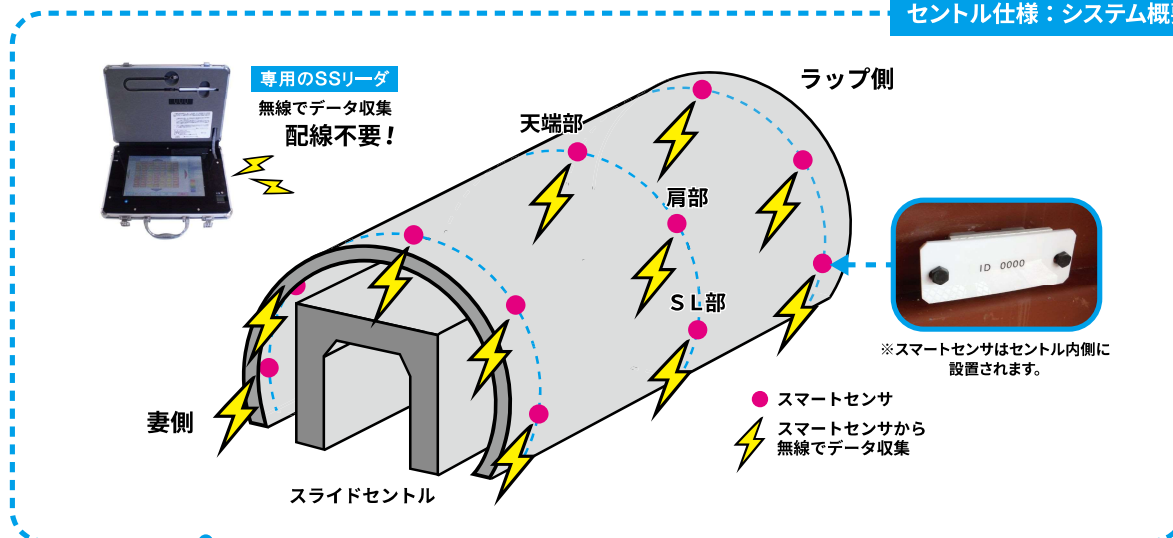
わめて高い評価を得られるものだと思います。本プロジェクトには、これからも良質のコンクリート構造物を後世に残すため、スマートセンサ型枠システムの更なる高機能化・多機能化を推し進められる事を切に希望するものです。

スマートセンサ型枠システム／セントル仕様

特長1: コンクリート表面温度を10分単位で自動計測し、脱型時の強度を記録！

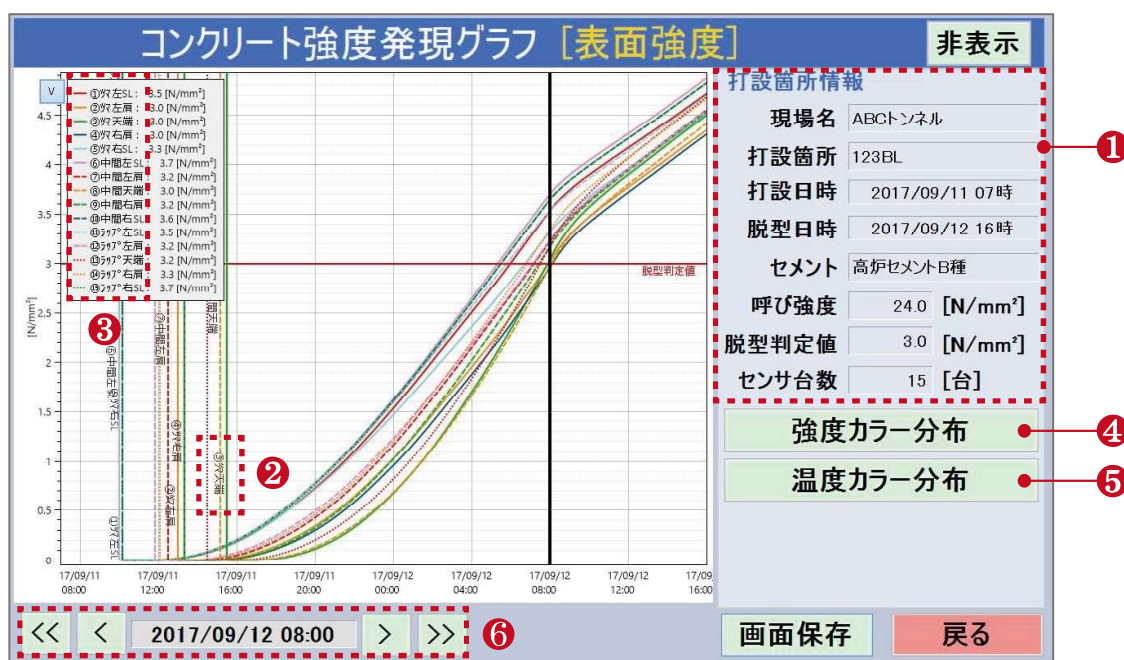
特長2: 専用リーダーでデータを無線で読み取り！

セントル仕様：システム概要



遠隔操作システム(オプション)

打設毎の配線手間が不要！ BIM/CIM との連携も簡単です！



① 施工現場情報を表示しています。

② センサの計測箇所と打設開始時刻を示しています。

③ グラフに表示されているセンサの計測箇所を示しています。

④ 配置情報画面に切り替わり、各部位の強度を色分け表示します。

⑤ 配置情報画面に切り替わり、各部位の温度を色分け表示します。

⑥ フォーカス日時における強度値が表示されます。

商品紹介

SMART SENSOR 製品仕様

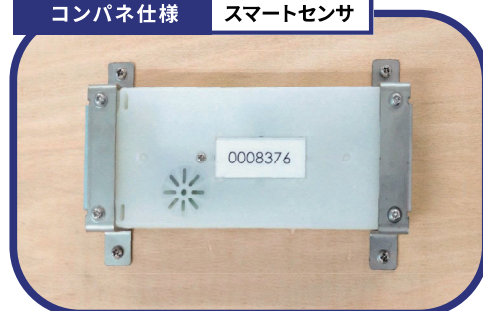
測定ポイント数	最小5台(明かり工事仕様) 15台/セット(セントル仕様)
通信距離	20m~30m
測定精度	±1℃
寸法	コンパネ仕様: W176×H38×D108(mm) セントル仕様: W145×H53×D65(mm)
バッテリー寿命	約3年
測定インターバル	明かり工事仕様: 1時間 セントル仕様: 10分間



SSリーダ(専用読み取りリーダ)

外形寸法: W335×H70×D260(mm)
質量: 約2.2kg
使用温度範囲: 0 ~ +60℃

コンパネ仕様 スマートセンサ



木ビスで固定

メタルフォーム仕様 スマートセンサ



リブ穴を利用してボルトで固定

セントル仕様 スマートセンサ



ボルト・高ナット・押さえプレートで固定

《製品に関するお問合せ》

Innovation and Trust
JUST.WILL

TEL: 092-401-1424

EMAIL: smartsensor@just-will.jp

WEBSITE: <https://just-will.jp/>



SMART SENSOR
<https://smartsensor.jp/>

販売代理店

TGCセネラルサービス株式会社

〒104-0032 東京都中央区八丁堀4-6-1 八丁堀センタービル4階

TEL: 03-5117-2772

URL: <https://tgc-gs.co.jp> お問合せ先: 商社事業部

面倒な配線手間は一切不要

センサは繰り返し使えます

スマートセンサ型 枠システム

旧:NETIS QS-110040-VE

株式会社 JUST.WILL & 東京大学大学院
共同研究開発製品

※2022年3月31日NETIS掲載終了



ホームページQRコード

テストピース 不要

人件費削減

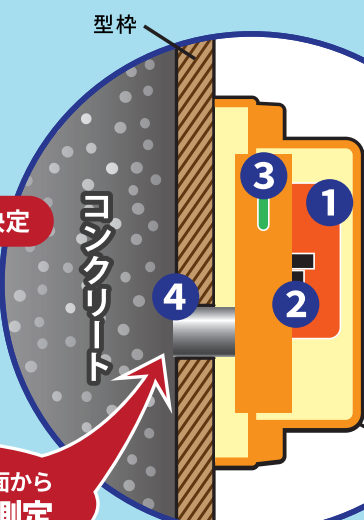
× 工期短縮

※配線や圧縮試験に関わる人件費の削減、及び最適なタイミングでの脱型による工期短縮が可能です。

センサによる型枠・支保工の取外し時期の決定

- ① 大容量電池
- ② 型枠周辺温度センサ
- ③ 加速度センサ
- ④ コンクリート表面用温度センサ
+ 静電容量センサ

コンクリート表面から
直接温度を測定



3つのセンサが
オールインワン

強度発現

打ち込み

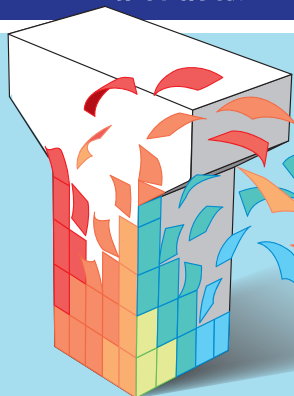
養生期間

その場で確認

スマートセンサ (取り付け簡単!)

コンクリートの「表面」から情報を収集するので、異物の混入もありません

ワイヤレスで躯体情報をくまなく収集、コンクリート構造物の高度な品質管理を実現



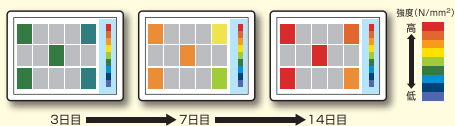
「オンドミール」併用でマスコンひび割れ対策にも貢献

※オプションの「オンドミール」を併用することで、内外温度の一元管理が可能となります。

キャリブレーション不要

専用リーダの操作も簡単

コンクリート表面の推定強度を色変換した分布図 (カラーマッピング)



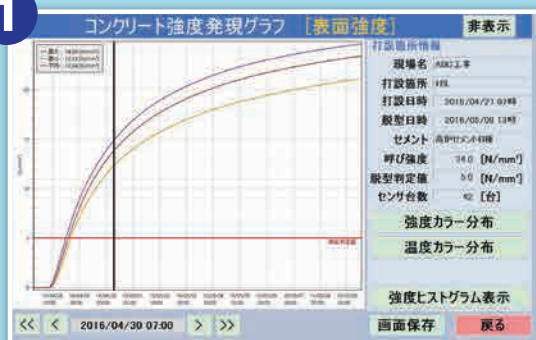
手元のリーダで確認できるデータの例

- ・強度発現グラフ
- ・強度/温度カラーマッピング
- ・表面温度/型枠周辺温度
- ・コンクリート到達
- ・型枠の建て込み/脱型時刻

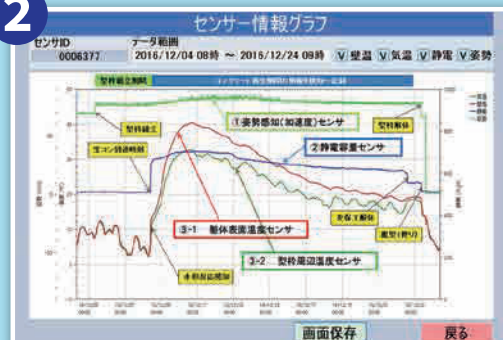
センサは **コンパネ** **鋼製型枠** **樹脂型枠** の全てに対応!

ワイヤレスで躯体情報をらくらく管理

1



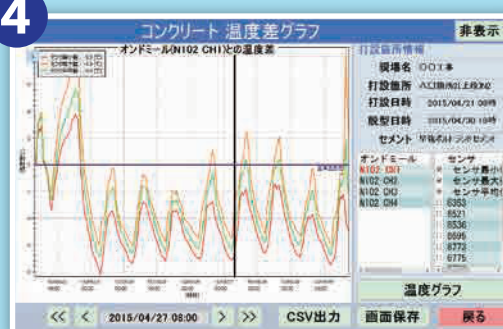
2



3



4



専用リーダで確認できる情報

1

コンクリート強度発現グラフ

コンクリート表面の強度発現の履歴を確認することで、最適なタイミングでの脱型が可能となります。

2

センサー情報グラフ

型枠の建て込み日時やコンクリートの到達、躯体表面温度／型枠周辺温度、脱型日時等の情報がセンサー一台一台に記録され、極めて詳細な施工履歴を確認できます。

3

表面温度／表面強度カラー分布

センサ設置箇所の表面温度・表面強度を、カラー分布により一目で確認できます。

4

コンクリート温度差グラフ(オプション)

オプションの内外温度計測ユニット「オンドミール」を併用すれば、内部温度・内部強度、内外温度差等を一元管理できます。温度ひび割れ対策の確認・記録・検証に最適です。



専用の読取りリーダ。
取り扱いがかんたん！

開発者の一言



東京大学大学院
工学系研究科 建築学専攻
教授 野口 貴文

建設分野も IT、ICT、IoT の時代です。私が(株) JUST.WILL と出会い、センサを用いたコンクリート工事の高度化プロジェクトを開始したのは、ちょうど10年前(2010年)の2月のことでした。そのとき、センサは「スマートセンサ」と命名されました。

スマートセンサには各種センサが組み込まれており、コンクリートの強度予測、養生条件の確保、締固め度の確認、型枠・支保工の取外し時期の確認、マスコンクリートの温度ひび割れの制御などを自動で、かつ遠隔地においても簡単に行うことができました。その結果、コンクリート構造物の品質向上、施工効率化、工期短縮、人件費削減などが容易に図れるようになりました。今後、コンクリート工事にスマートセンサを用いることで、建設業が魅力的な産業へと変革し、国土強靱化が促されるとともに、低炭素化社会・資源循環型社会の構築が進められ、社会の持続的な発展が達成されることを期待します。スマートセンサこそまさに、SDGs 達成の申し子ではないでしょうか。

販売代理店

TGCゼネラルサービス株式会社

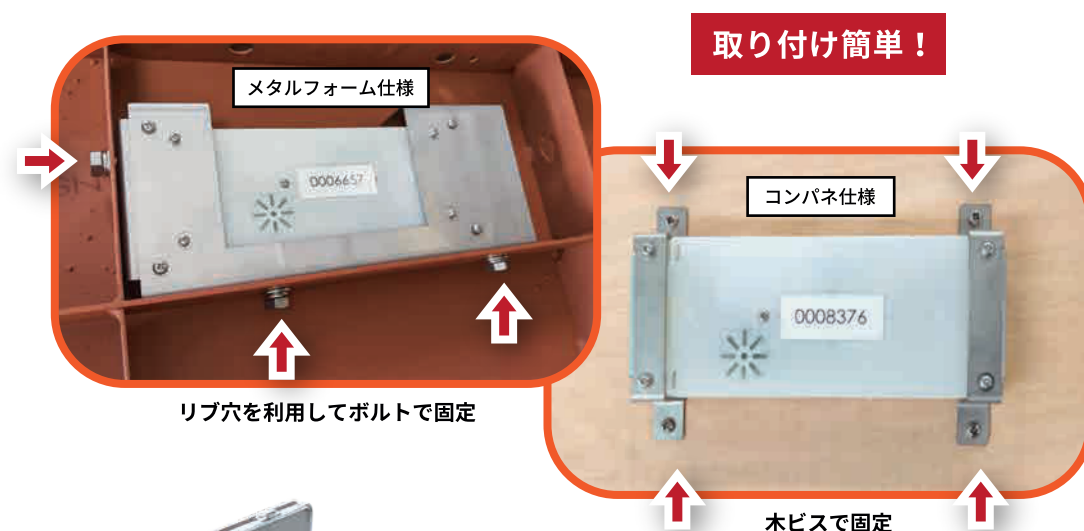
〒104-0032 東京都中央区八丁堀4-6-1 八丁堀センタービル4階

TEL:03-5117-2772

URL: <https://tgc-gs.co.jp> お問合せ先: 商社事業部

商品紹介

コンパネ メタルフォーム 透明型枠 樹脂型枠 セントル あらゆる型枠に対応！



無線で情報収集！

SSリーダ（専用読み取りリーダ）

外形寸法：W335×H70×D260（mm）

質量：約2.2kg

使用温度範囲：0～+60℃

○製品に関するお問合せ

Innovation and Trust

JUST.WILL

Eメール：smartsensor@just-will.jp

株式会社 JUST.WILL

【福岡本社】

〒810-0022 福岡市中央区薬院 2-2-24 チサンマンション第3 博多 2F

TEL: 092-401-1424

【関東 Office】

〒222-0033 横浜市港北区新横浜 1-13-6 アイシスプラザIII 402 号室

TEL: 045-620-2483

販売代理店

TGCセナラルサービス株式会社

〒104-0032 東京都中央区八丁堀4-6-1 八丁堀センタービル4階

TEL: 03-5117-2772

URL: <https://tgc-gs.co.jp> お問合せ先: 商社事業部

スマートセンサ 型枠システム

コンパネ&メタルフォーム対応

コンパネ メタルフォーム 透明型枠 樹脂型枠 セントル 等

あらゆる型枠に対応！



共同研究開発製品

Innovation and Trust
JUST.WILL & 東京大学 大学院 工学系研究科

若材齢コンクリートの品質担保の必要性

コンクリート構造物に求められる品質性能がますます高まりつつある中、若材齢コンクリートの品質管理は、長期耐久性にかかわる極めて重要な要因です。しかし、現実には、構造体の立地環境、用途、施工者の取組み方の違いから徹底した若材齢コンクリートの品質管理は難しく、現場の状況判断に大きく依存しています。

あらゆる種類の型枠に対応するスマートセンサ

スマートセンサは、コンパネ・鋼製型枠・樹脂型枠・透明型枠・セントル等、あらゆる種類の型枠に設置可能なので、橋梁・ダム・防潮堤・トンネル等、様々な現場でご利用頂けます。

温度や強度だけでなく、型枠建込みから脱型までの施工履歴も記録・管理可能
BIM/CIM 時代に対応する品質管理システム

システム概要

POINT

1 温度センサ

※オプションの「オンドミール」を併用すれば
内外温度の一元管理も可能！

コンクリート表面温度を直接計測し、
強度を推定します

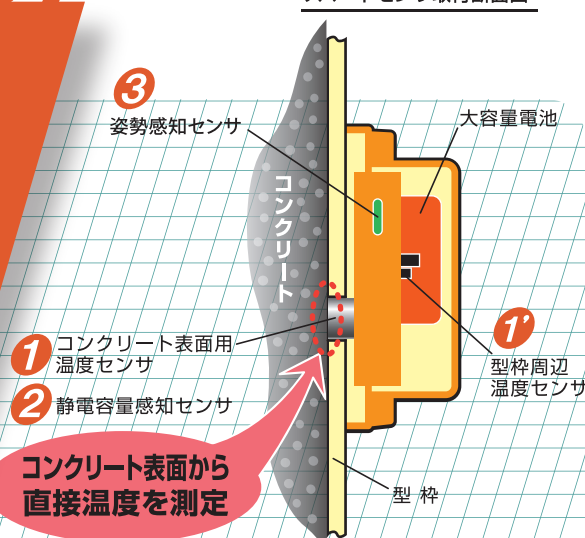
2 静電容量センサ

コンクリートの到達を自動検知します

3 姿勢感知センサ

型枠の存置期間を自動記録します

スマートセンサ取付断面図



コンクリート直接接触計測方式

コンパネ現場



センサ取付け箇所

スマートセンサからのデータ読取イメージ

SSリーダー

無線通信による
コンクリートの
情報化施工

使用例



海洋土木



高架橋



トンネル（セントル）

コンクリート表面強度の推定とカラーマッピング

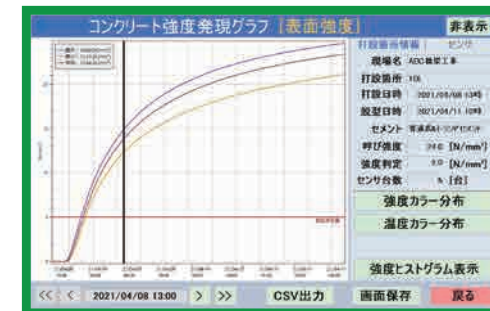
コンクリート表面温度の正確な計測、養生時間の正確な計測によって、これまで経験に頼っていたコンクリートの品質管理、特に、正確な脱型時期の判断、温度管理が実現可能です。このことはコンクリート構造物の長期耐久性に寄与するほか、耐用回数が多いメタルフォームを利用することで、資源の有効利用と省エネにも貢献することができます。

これまでは



テストピースによる強度確認

これからは



構造体の温度履歴による強度推定

躯体を
直接管理

温度から強度を推定

※国際コンクリート連合(fib)出版の CEB-FIP Model Code 1990 に採用されている国際標準の式
※国内では建築基準法でも合法化(国土交通省告示第 503 号(平成 28 年 3 月 17 日))された式

●強度推定式

$$f_{c_{te}} = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{(t_e - 0.5)/t_0} \right)^{1/2} \right] \right\} \cdot f_{c_{28}}$$

この式において、 $f_{c_{te}}$ 、 s 、 t_e 、 t_0 及び $f_{c_{28}}$ はそれぞれ次の数値を表すものとする。

$f_{c_{te}}$: コンクリートの圧縮強度 (単位: 1 平方ミリメートルにつきニュートン)

s : セメントの種類に応じて次の表に掲げる数値

セメントの種類	数 値
普通ポルトランドセメント	0.31
早強ポルトランドセメント	0.21
中熱ポルトランドセメント	0.60
低熱ポルトランドセメント	1.06
高炉セメント B 種及び高炉セメント C 種	0.54
フライアッシュセメント B 種及びフライアッシュセメント C 種	0.58

※高流動コンクリート等の使用も可能です。ご相談ください。

t_e : 次の式によって計算したコンクリートの有効材齢 (単位: 日)

$$t_e = \frac{1}{24} \sum \Delta t_i \cdot \exp \left[13.65 - \frac{4000}{273 + T_i / T_0} \right]$$

この式において、 Δt_i 、 T_i 及び T_0 はそれぞれ次の数値を表すものとする。

Δt_i : (i-1) 回目のコンクリートの温度の測定 (以下単に「測定」という。) から i 回目の測定までの期間 (単位: 時間)

T_i : i 回目の測定により得られたコンクリートの温度 (単位: 摂氏度)

T_0 : 1 (単位: 摂氏度)

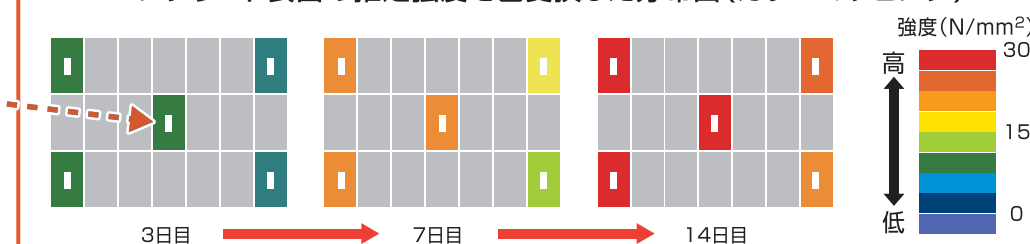
t_0 : 1 (単位: 日)

$f_{c_{28}}$: 日本工業規格 A5308 (レディーミクストコンクリート)-2014 に規定する呼び強度の強度値 (建築基準法 (昭和 25 年法律第 201 号) 第 37 条第 2 号の国土交通大臣の認定を受けたコンクリートにあっては、設計基準強度に当該認定において指定された構造体強度補正値を加えた値) (単位: 1 平方ミリメートルにつきニュートン)



型枠配置実施例

コンクリート表面の推定強度を色変換した分布図(カラーマッピング)



開発者の一言



東京大学 大学院 工学系研究科
教授 野口 貴文

平成 22 年 2 月のことでした。型枠によるコンクリート品質管理の高度化プロジェクトをスタートさせたのは。その夏、システム開発企業に加わり、開発はトンチン拍子に進み、わずか 1 年でスマートセンサ型枠システム第 1 号完成にこぎ着けました。これは参加者の情熱の賜であり、フットワークの軽さも幸いました。コンクリート構造物に対する信頼を取り戻し、建設業を魅力的な産業へと変革するためには、コンクリート工事は透明性が確保されたものであり、生産システムは合理的でスマートなものでなければなりません。スマートセンサ型枠システムは、その一翼を担うものと確信しています。さらに、何回でも転用可能で再生可能な樹脂型枠やメタル型枠と組み合わせることで資源循環にも配慮しました。これこそ、まさに次世代の標準型枠ではないでしょうか。

推薦者の一言



京都大学 大学院 工学研究科
名誉教授 宮川 豊章

近年の EC や EC タグに代表される LSI の技術展開には目まぐるしいものがあり、タブレット PC の耐衝撃性の向上などもここ近頃の技術躍進です。建設業界においては、従来は供試験体によるコンクリートの品質管理システムが構築されてきましたが、近年各用途別に適合した高性能・高機能な管理が望まれてきていました。今回提案されている、型枠という汎用品に上述の最新電子技術システムを組合せてコンクリート品質管理の高度化・精緻化を可能にした『スマートセンサ型枠システム』は、今後のコンクリート品質管理の方向性を示唆するものとしてきわめて高い評価を得られるものだと思います。本プロジェクトには、これからも良質のコンクリート構造物を後世に残すため、スマートセンサ型枠システムの更なる高機能化・多機能化を推し進められる事を切に希望するものです。

スマートセンサ型枠システム・セントル仕様

オプションで搭載可能!
セントル専用圧力センサ

スマートセンサ型枠システム

【セントル仕様】の特長

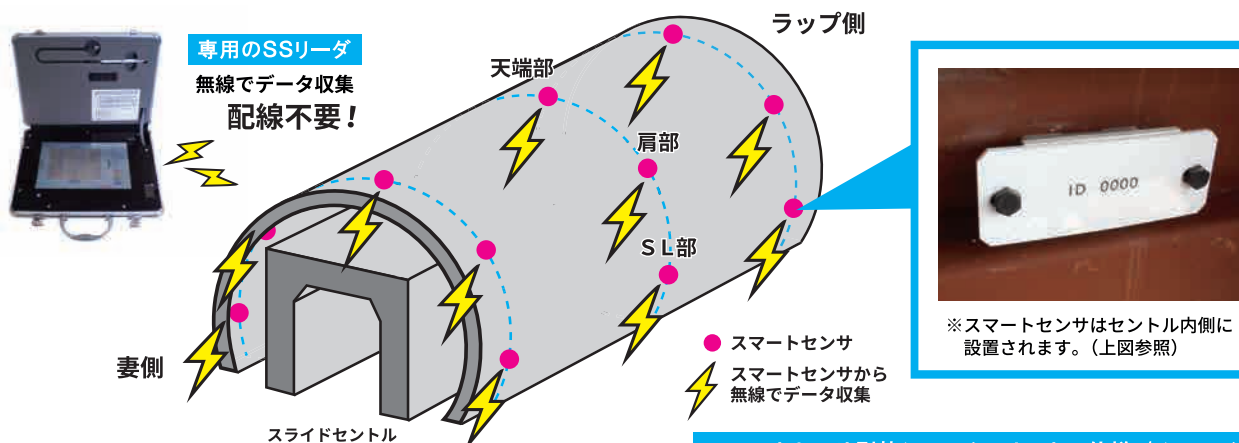
**コンクリート表面温度を
10分単位で自動計測し、
脱型時の強度を記録!**

コンクリートの表面温度や型枠周辺温度、
打設開始・脱型時期を記録します。

**専用リーダーでデータを
無線で読み取り!**

表面温度や推定強度はグラフやカラー
マッピングで解りやすく表示され、躯体の
状態を現場でリアルタイムに把握すること
ができます。

打設毎の配線手間が不要! BIM/CIM との連携も簡単です!



スマートセンサ型枠システム・セントル仕様 / システム概要

使用料金につきましては特約店にお問い合わせください

- ・使用料金に含まれるもの→スマートセンサ使用料、S S リーダ使用料
- ・使用料金に含まれないもの→スマートセンサの取付け・取外し費用、セントルの穴開け・穴埋め・加工費用

株式会社 **JUST.WILL** & 東京大学 大学院 工学系研究科 共同研究開発 特許製品

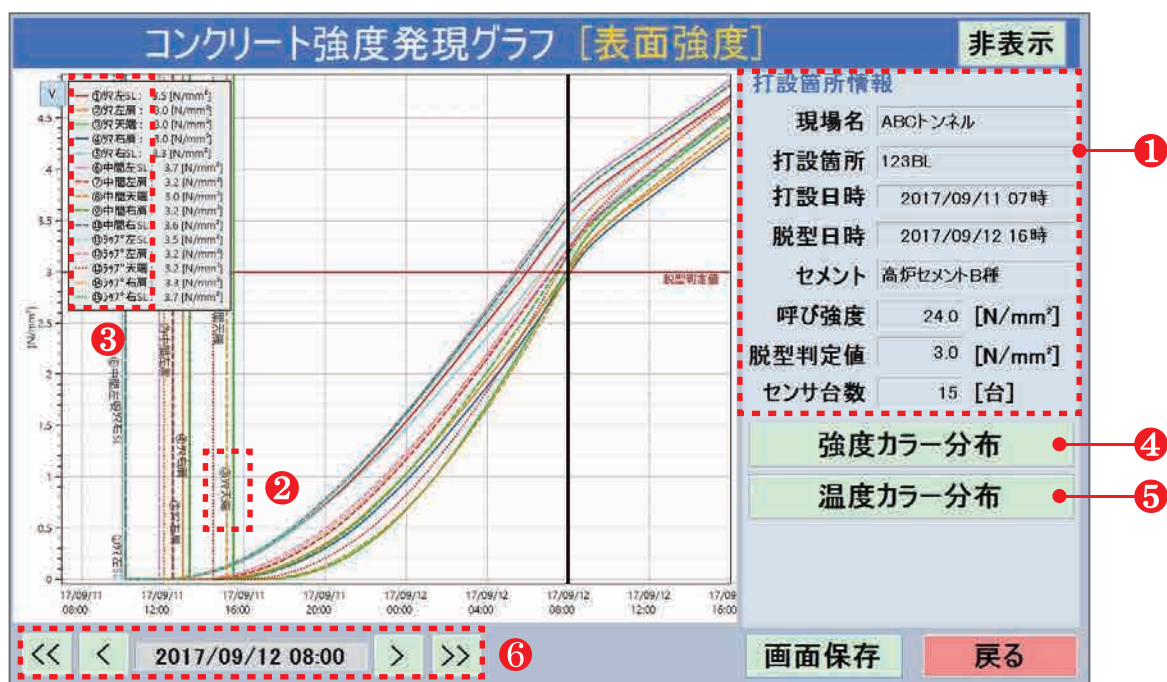
Innovation and Trust
JUST.WILL

福岡本社 TEL: 092-401-1424 EMAIL: smartsensor@just-will.jp
〒810-0022 福岡市中央区薬院 2-2-24 チサンマンション第3 博多2F
関東 Office TEL: 045-620-2483
〒222-0033 横浜市港北区新横浜 1-13-6 アイシスプラザIII 402号室

打設直後からのデータの推移が一目で分かる！

●SSリーダ画面表示例：コンクリート強度発現グラフ

※センサ計測時間は 10 分毎



- ① 施工現場情報を表示しています。
- ② センサの計測箇所と打設開始時刻を示しています。
- ③ グラフに表示されているセンサの計測箇所を示しています。
- ④ 配置情報画面に切り替わり、各部位の強度を色分け表示します。
- ⑤ 配置情報画面に切り替わり、各部位の温度を色分け表示します。
- ⑥ フォーカス日時における強度値が表示されます。

今後様々な使い方ができる、これからの情報化施工システム！

●SSリーダ画面表示例：表面強度カラー分布



..... フォーカス日時における強度値とカラー分布が表示されます。

スマートセンサ型枠システム連動

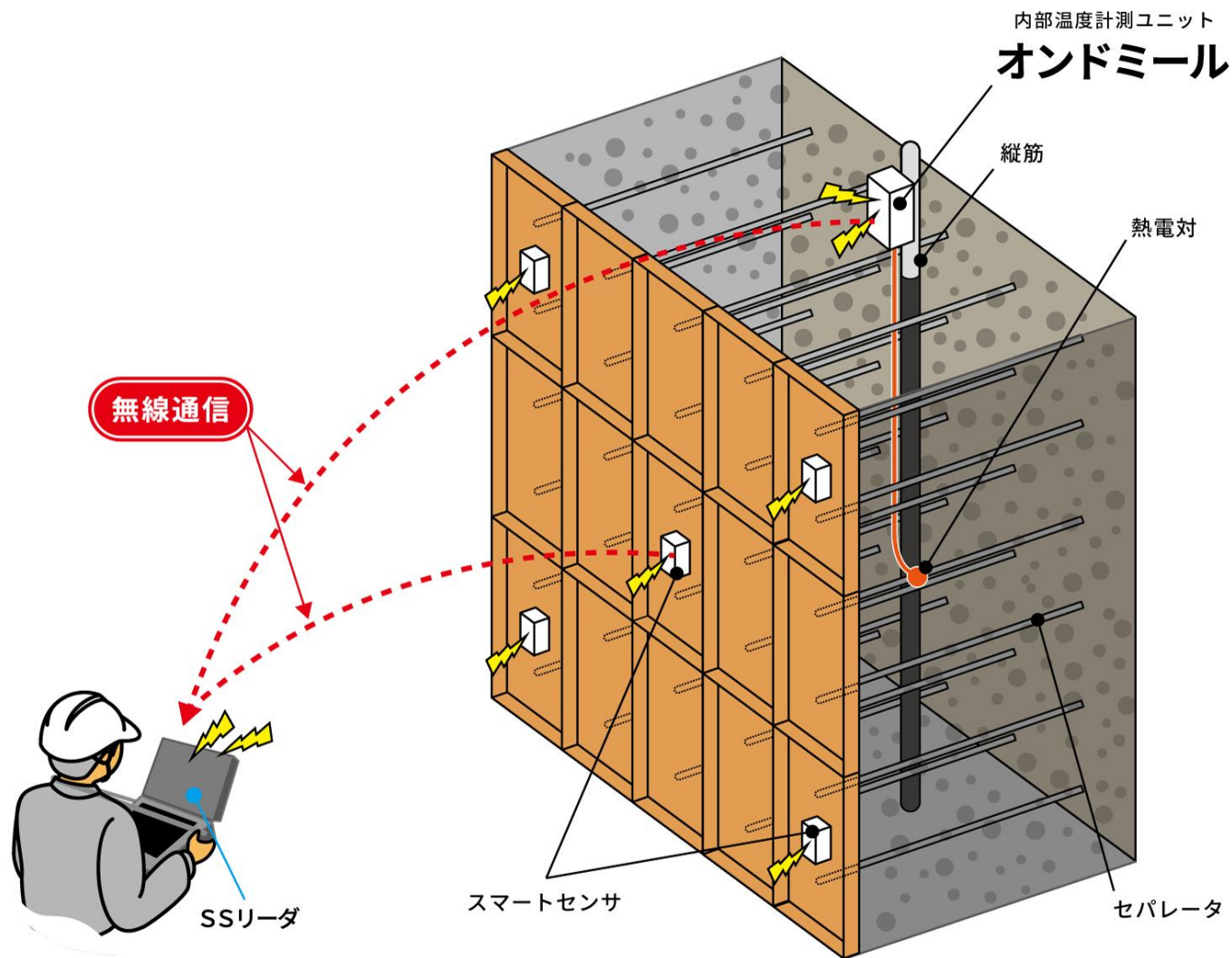
内部温度計測ユニット オンドミール

事前の温度応力解析による推測値と、実現場での温度応力を比較検証できます。

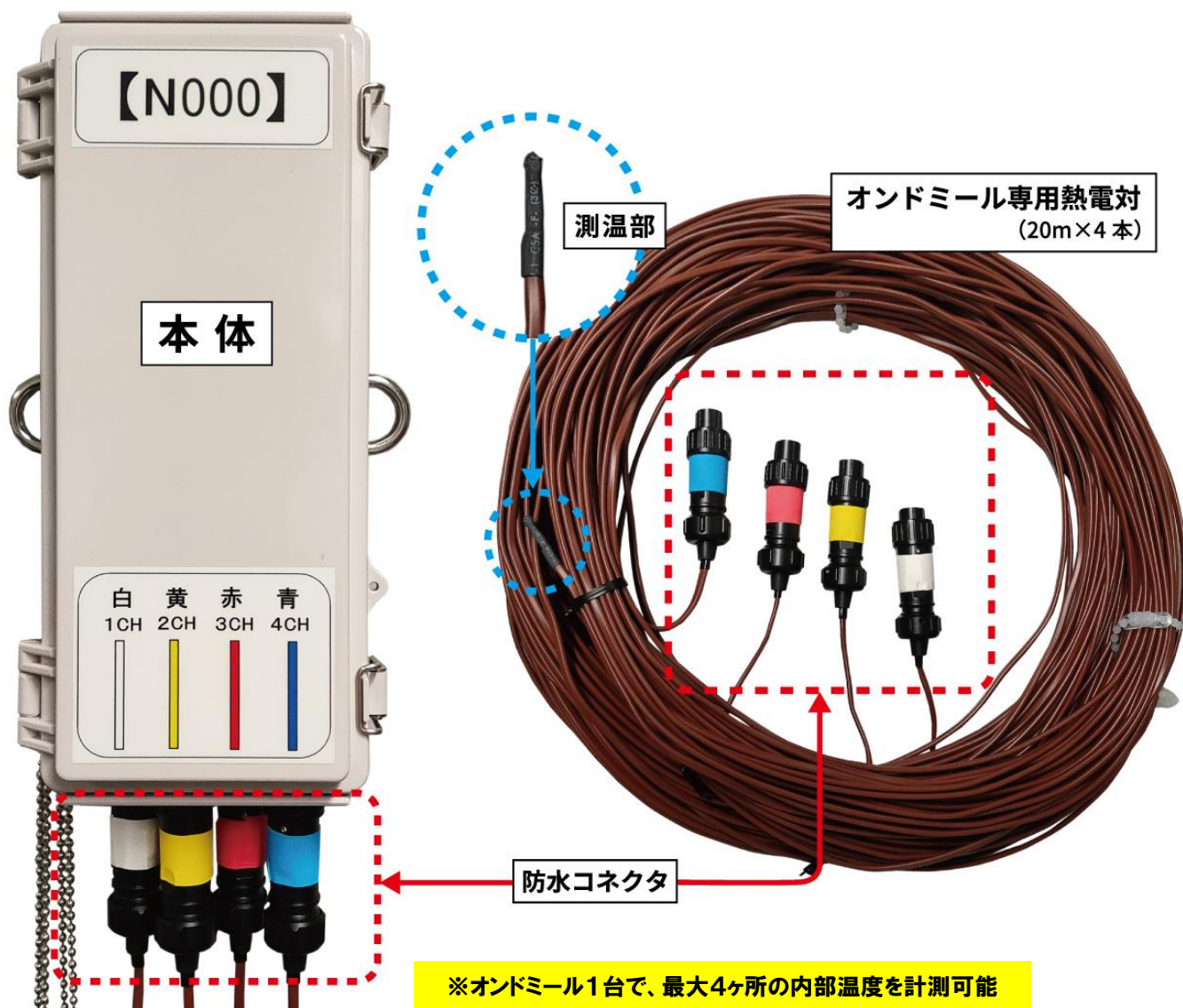
Innovation and Trust
JUST.WILL

株式会社JUST. WILL

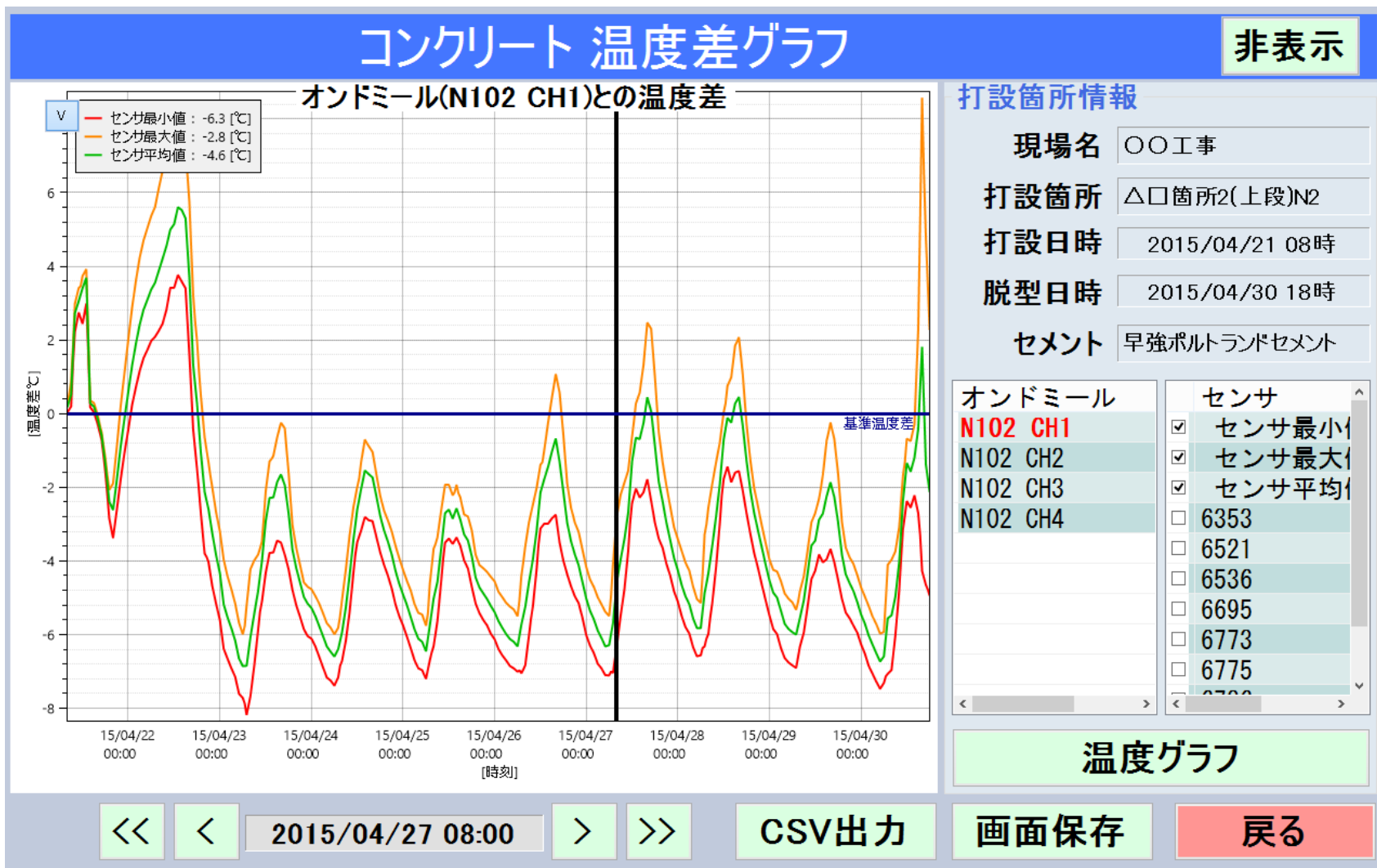
TEL: 092-401-1424(福岡本社)/ 045-620-2483(関東Office) EMAIL: smartsensor@just-will.jp



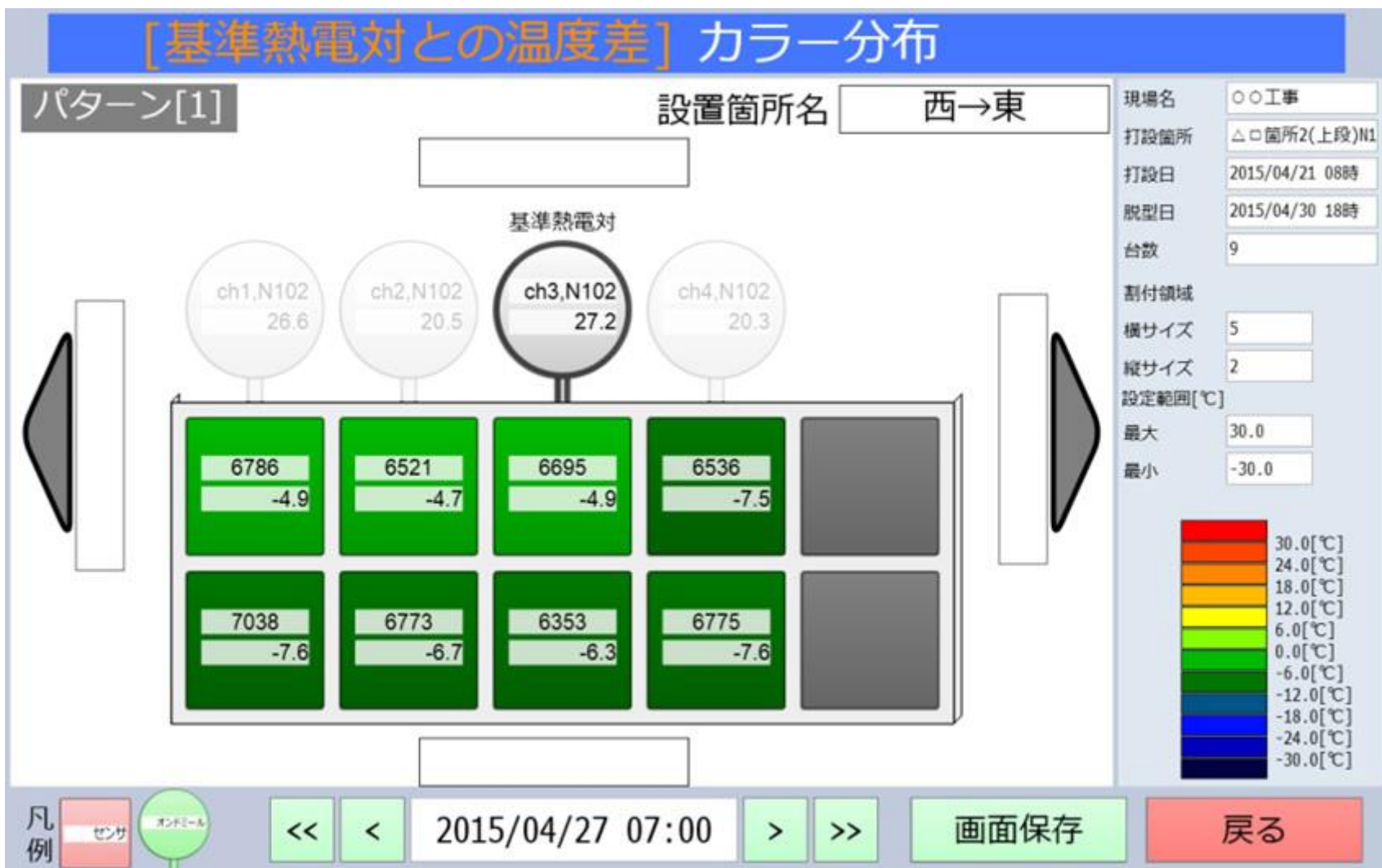
従来の「スマートセンサ型枠システム」と内部温度計測ユニット「オンドミール」を併用することでひび割れ防止対策に貢献します。



温度差グラフ



内部温度との温度差カラー分布





コンクリートの品質管理向上に貢献する

スマートセンサ型枠システム

旧:NETIS QS-110040-VE

※2022年3月31日NETIS掲載終了

株式会社JUST. WILL & 東京大学大学院 工学系研究科 共同研究開発製品

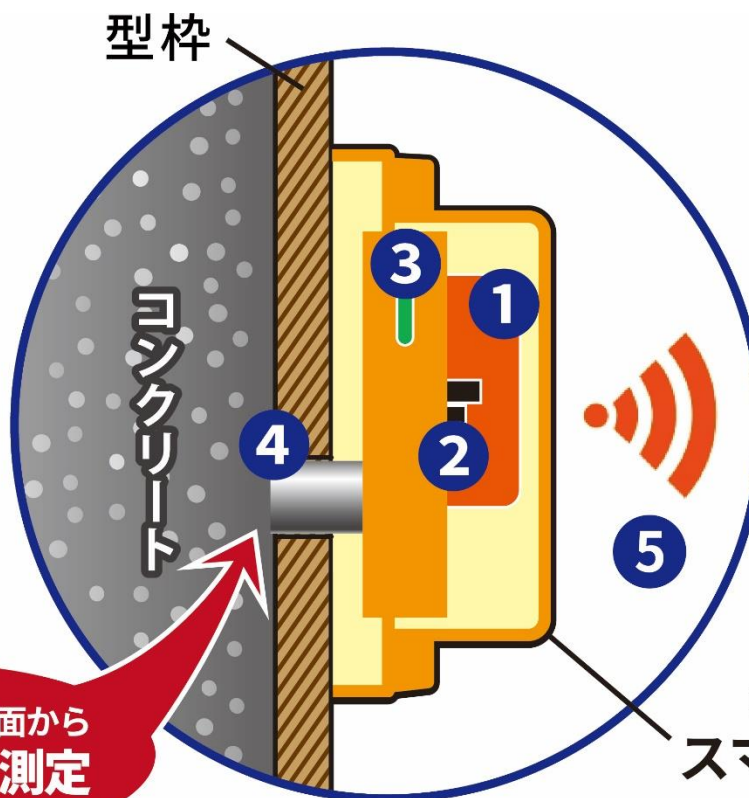
システム概要

コンパネ、鋼製型枠、樹脂型枠、スライドセントルなどの型枠に取り付けたスマートセンサにより、コンクリート構造物から直接情報を収集し、無線で高度な品質管理を行うICT技術です。

スマートセンサ取付断面図

- ①特殊リチウム電池[大容量で長期稼働が可能]
- ②型枠周辺温度センサ
- ③加速度センサ[型枠の姿勢検知など]
- ④コンクリート表面用温度センサ[表面温度から強度を推定]&静電センサ[打設検知]
- ⑤無線モジュール[SSリーダーとのデータ通信]

コンクリート表面から
直接温度を測定



取り付け簡単！
スマートセンサ

スマートセンサ型枠システムで出来ること

- ① 強度管理
- ② 温度管理（表面温度＋中心温度）
- ③ 施工履歴の管理

① 強度管理

- コンクリート躯体の表面温度から強度を推定。
- 強度発現の履歴を、現場で無線で確認できる。
- 計測ピッチは、一般型枠仕様(明かり工事)は1時間毎、セントル仕様は10分毎。
- スマートセンサを設置した箇所の強度が分かる。
- 脱型のタイミングを合理的に判断できる。
- テストピースとのキャリブレーション不要。

強度推定式について

国土交通大臣による告示(国土交通省告示第503号・平成28年3月17日公布)において、コンクリートの表面温度から強度発現の推定を行う手法が、**コンクリート構造物の強度管理方法として合法化**されました。

●強度推定式

$$f_{c_{te}} = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{(t_e - 0.5)/t_0} \right)^{1/2} \right] \right\} \cdot f_{c_{28}}$$

この式において、 $f_{c_{te}}$ 、 s 、 t_e 、 t_0 及び $f_{c_{28}}$ はそれぞれ次の数値を表すものとする。

$f_{c_{te}}$: コンクリートの圧縮強度 (単位 : 1 平方ミリメートルにつきニュートン)

s : セメントの種類に応じて次の表に掲げる数値

セメントの種類	数 値
普通ポルトランドセメント	0.31
早強ポルトランドセメント	0.21
中庸熱ポルトランドセメント	0.60
低熱ポルトランドセメント	1.06
高炉セメント B 種及び高炉セメント C 種	0.54
フライアッシュセメント B 種及びフライアッシュセメント C 種	0.58

※高流動コンクリート等の使用も可能です。ご相談ください。

t_e : 次の式によって計算したコンクリートの有効材齢 (単位 : 日)

$$t_e = \frac{1}{24} \sum \Delta t_i \cdot \exp \left[13.65 - \frac{4000}{273 + T_i/T_0} \right]$$

この式において、 Δt_i 、 T_i 及び T_0 はそれぞれ次の数値を表すものとする。

Δt_i : (i-1) 回目のコンクリートの温度の測定 (以下単に「測定」という。) から i 回目の測定までの期間 (単位 : 時間)

T_i : i 回目の測定により得られたコンクリートの温度 (単位 : 摂氏度)

T_0 : 1 (単位 : 摂氏度)

t_0 : 1 (単位 : 日)

$f_{c_{28}}$: 日本工業規格 A5308 (レディーミクストコンクリート)-2014 に規定する呼び強度の強度値 (建築基準法 (昭和25年法律第201号) 第37条第2号の国土交通大臣の認定を受けたコンクリートにあっては、設計基準強度に当該認定において指定された構造体強度補正値を加えた値) (単位 : 1 平方ミリメートルにつきニュートン)

② 温度管理（表面温度＋中心温度）

- 表面から5～10センチまで差し込む熱電対と異なり、スマートセンサは異物を混入することなく、かぶり表面の温度を計測できる。
- SSリーダにより無線で情報収集→配線手間不要。
- スマートセンサと内部温度計測ユニット【オンドミール】を併用することで、表面温度と中心温度を一元管理できる→事前の温度応力解析による推測値と、実現場での温度応力を比較検証できる。

※オンドミールはオプションです。

③ 施工履歴の管理

1. 型枠の建て込み
2. 生コンの到達
3. コンクリート表面温度及び周辺温度
4. 支保工及び型枠の解体

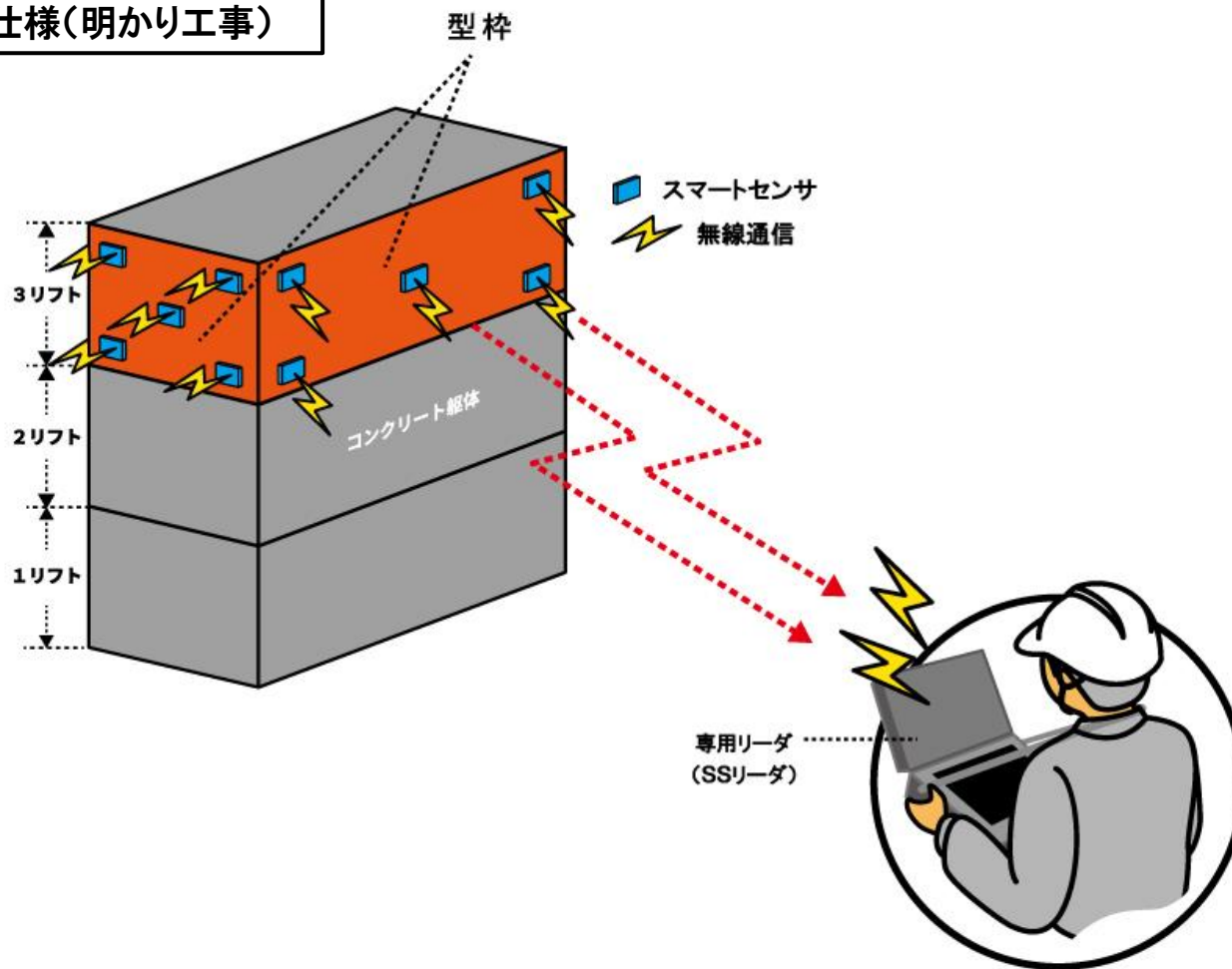
等の情報を記録・管理

一般型枠仕様

(コンパネ・メタル・透明型枠)

無線通信によるデータ読み取りイメージ

一般型枠仕様(明かり工事)



コンパネ対応タイプ

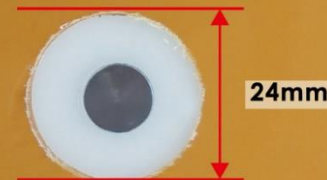
スマートセンサの取付状況

型枠背面



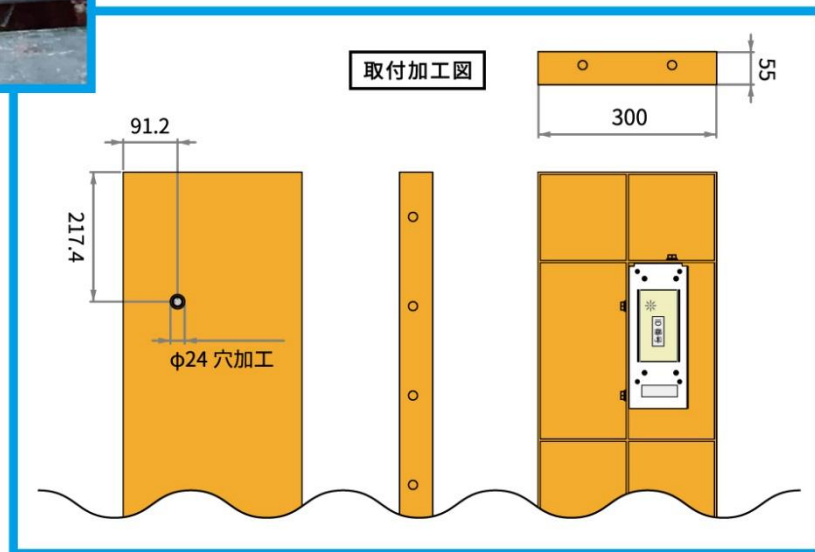
※コンパネには木ビス（6本）で固定します。
※外観・仕様は予告なく変更することがあります。

打設面／センシング部（24φ）

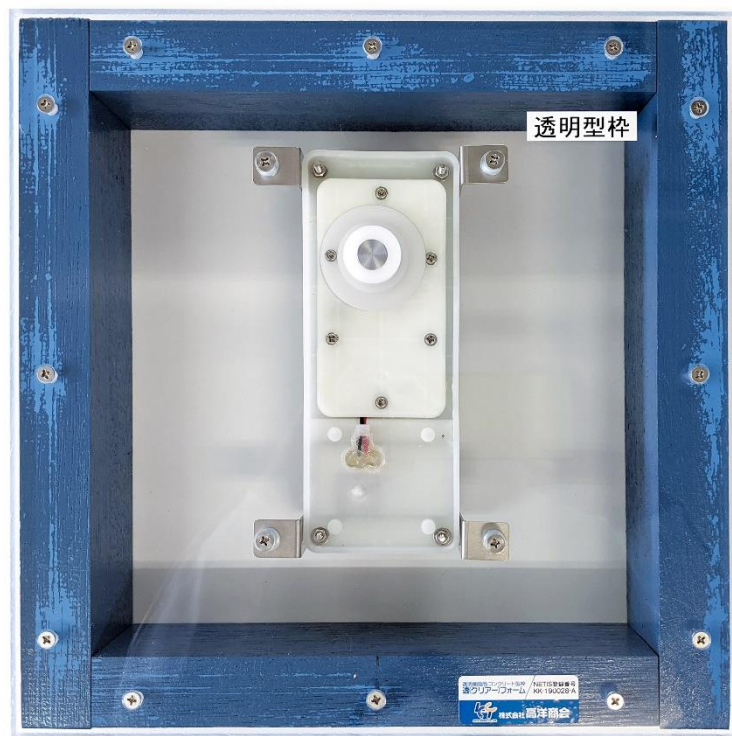


メタルフォーム対応タイプ

スマートセンサの取付状況



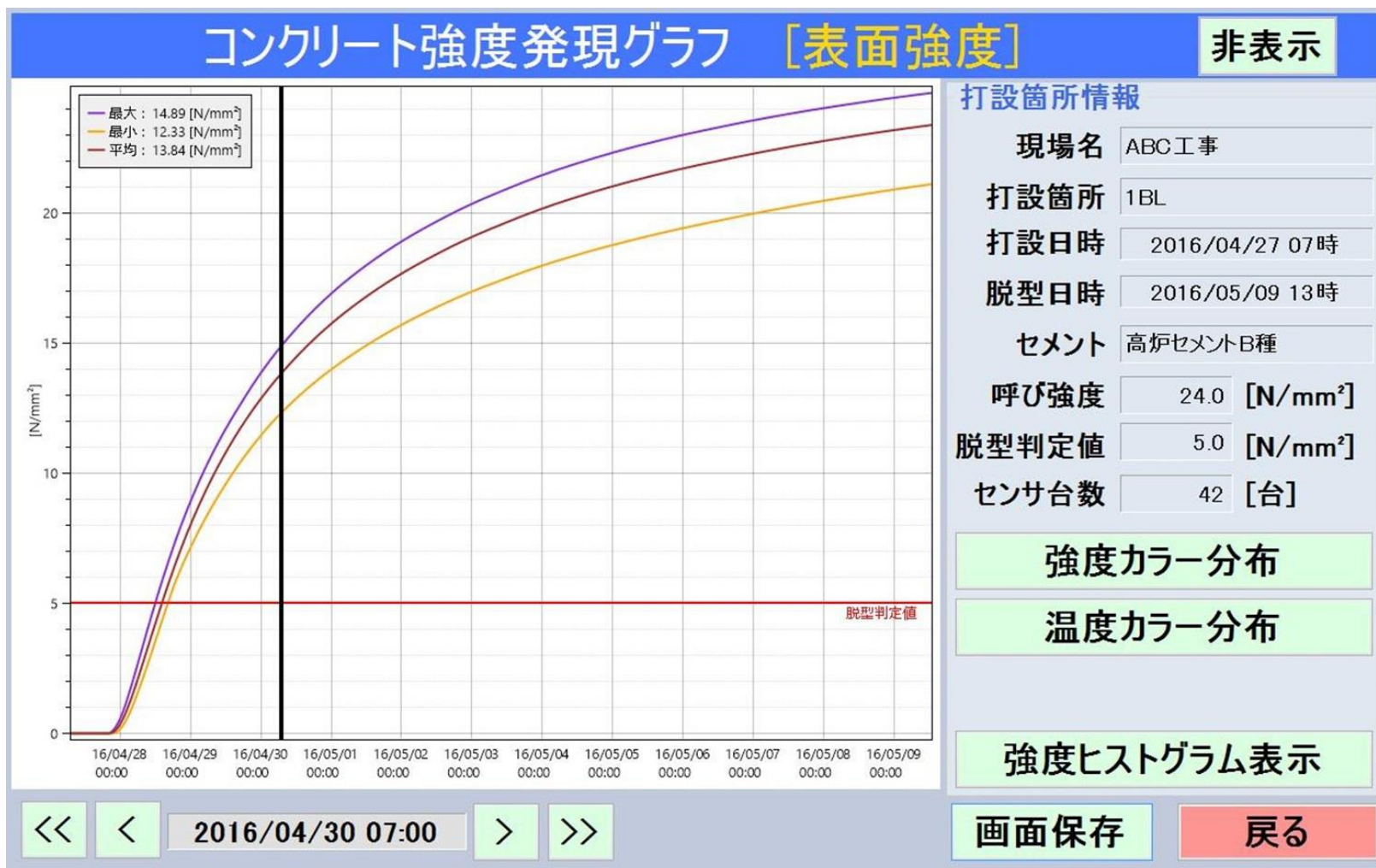
透明型枠対応タイプ



スマートセンサの取付状況

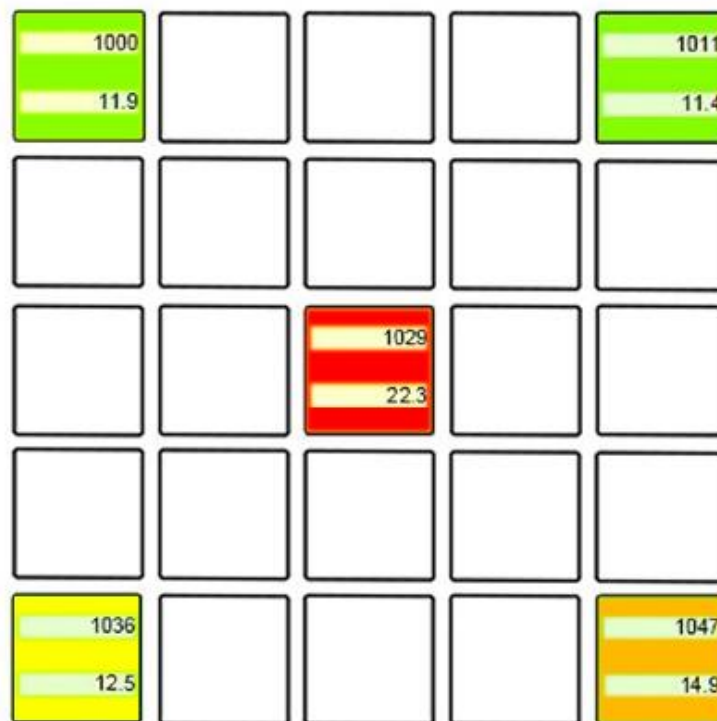


一般型枠仕様 コンクリート強度発現グラフ



一般型枠仕様 強度カラー分布

[表面強度] カラー分布



凡例

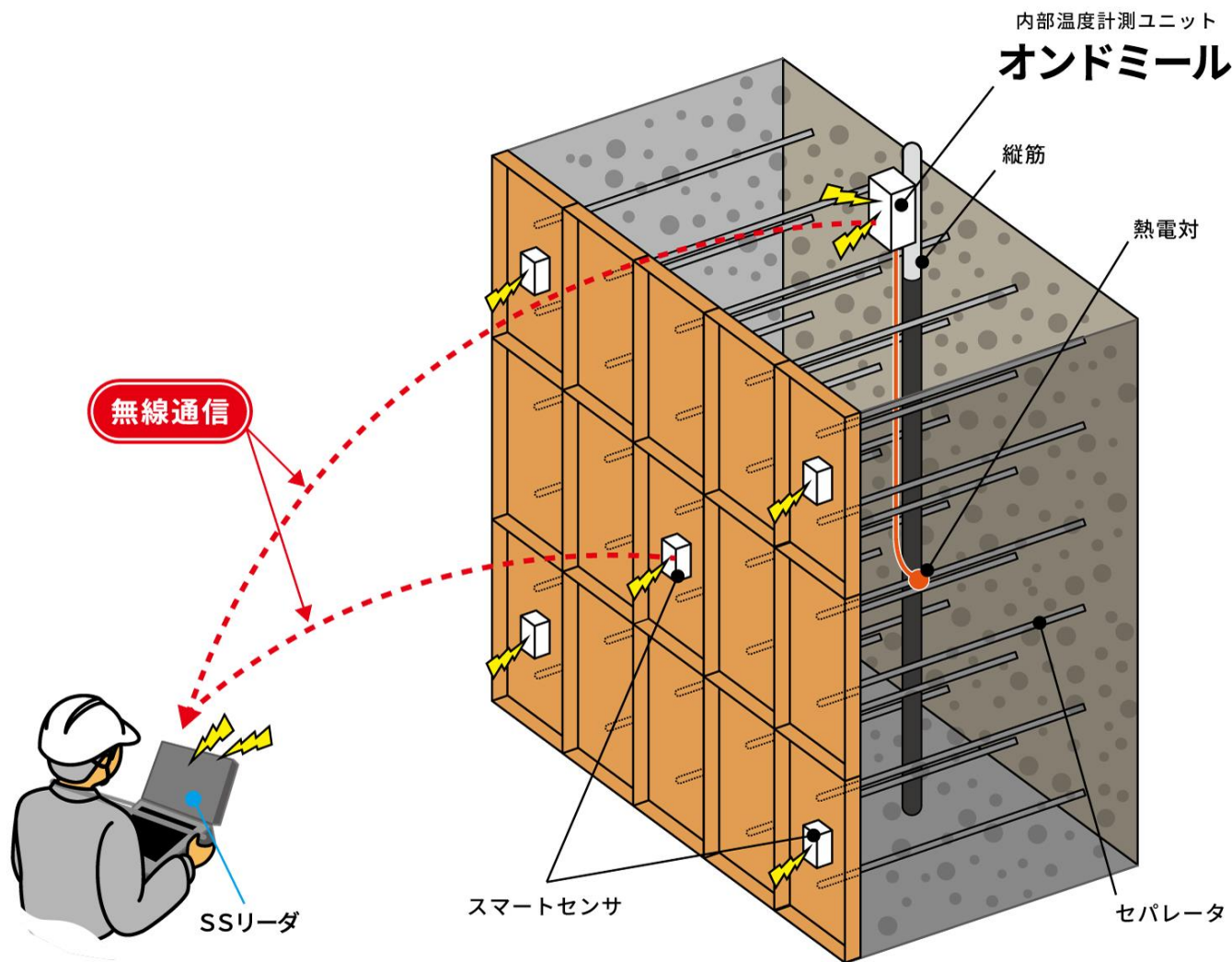
型枠ID
強度 [N/mm ²]

現場名	
打設箇所	サンプル
打設日	2016/11/14 10時
脱型日	2016/11/21 10時
台数	96
割付領域	
縦	8
横	12
範囲[N/mm ²]	
最大	20.0
最小	0.0



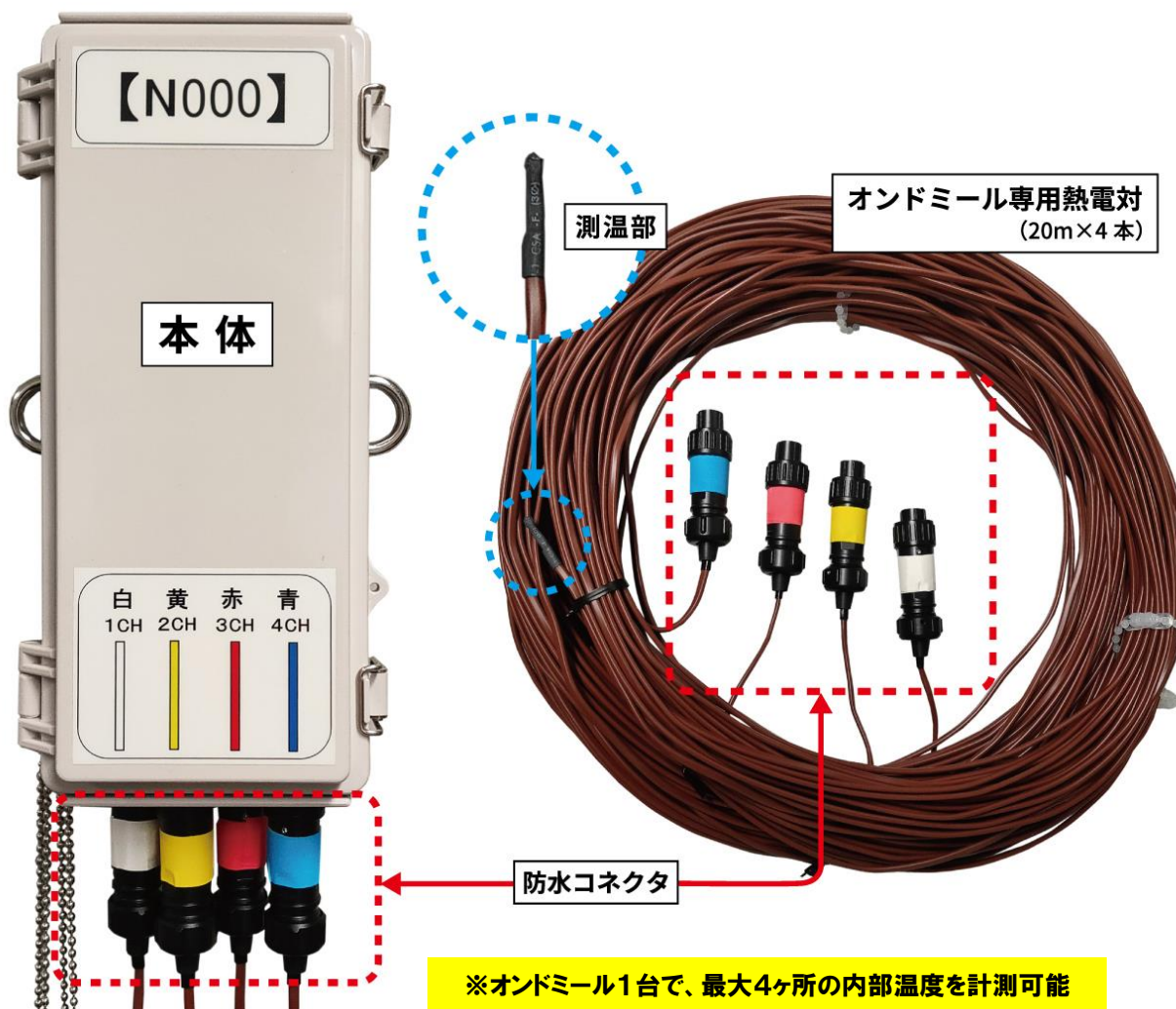
<<	<	2016/11/16 10時	>	>>	印刷	戻る
----	---	----------------	---	----	----	----

スマートセンサとオンドミールを併用した内外温度管理イメージ図

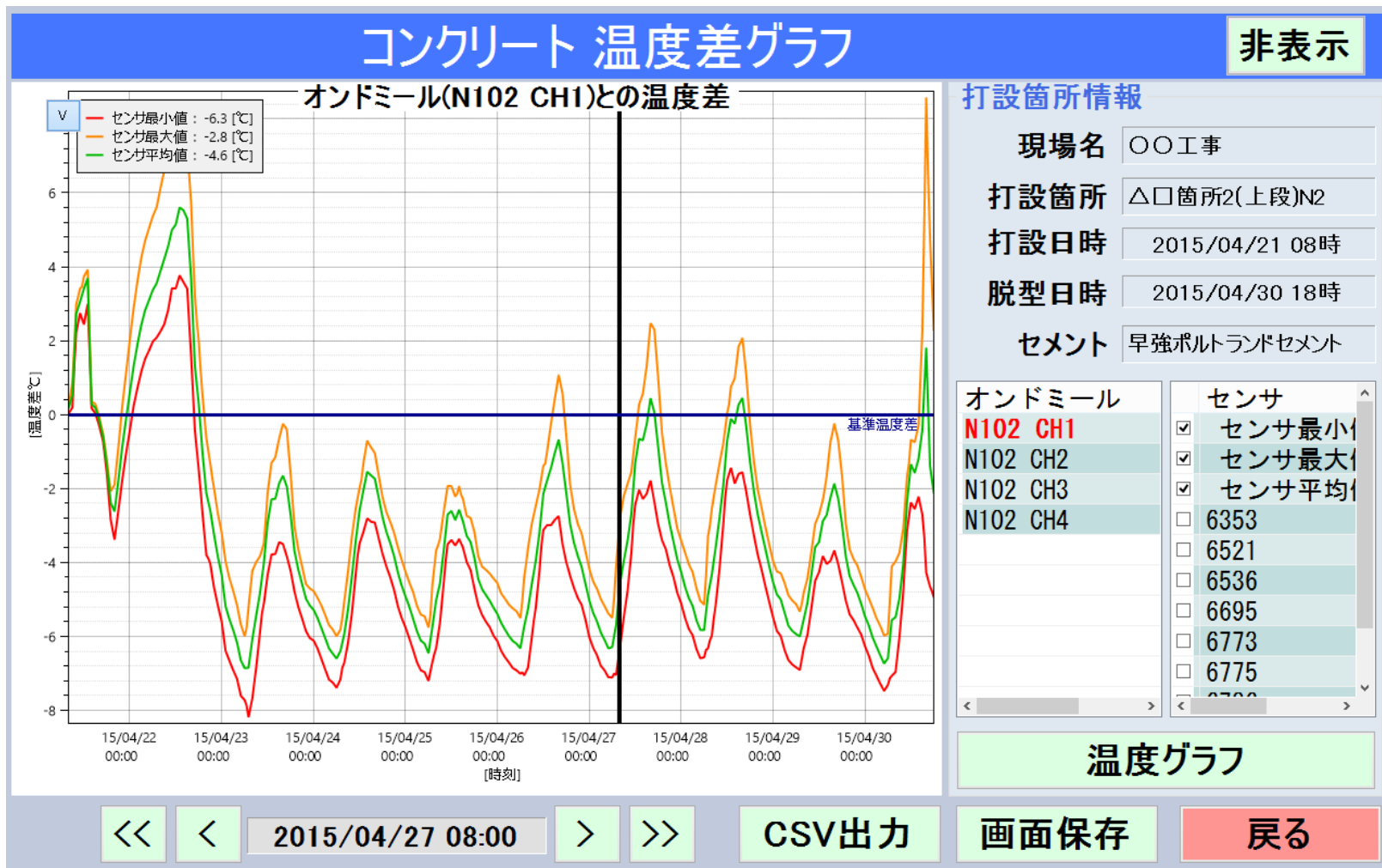


ここにテキストを入力

オンドミール本体と専用熱電対



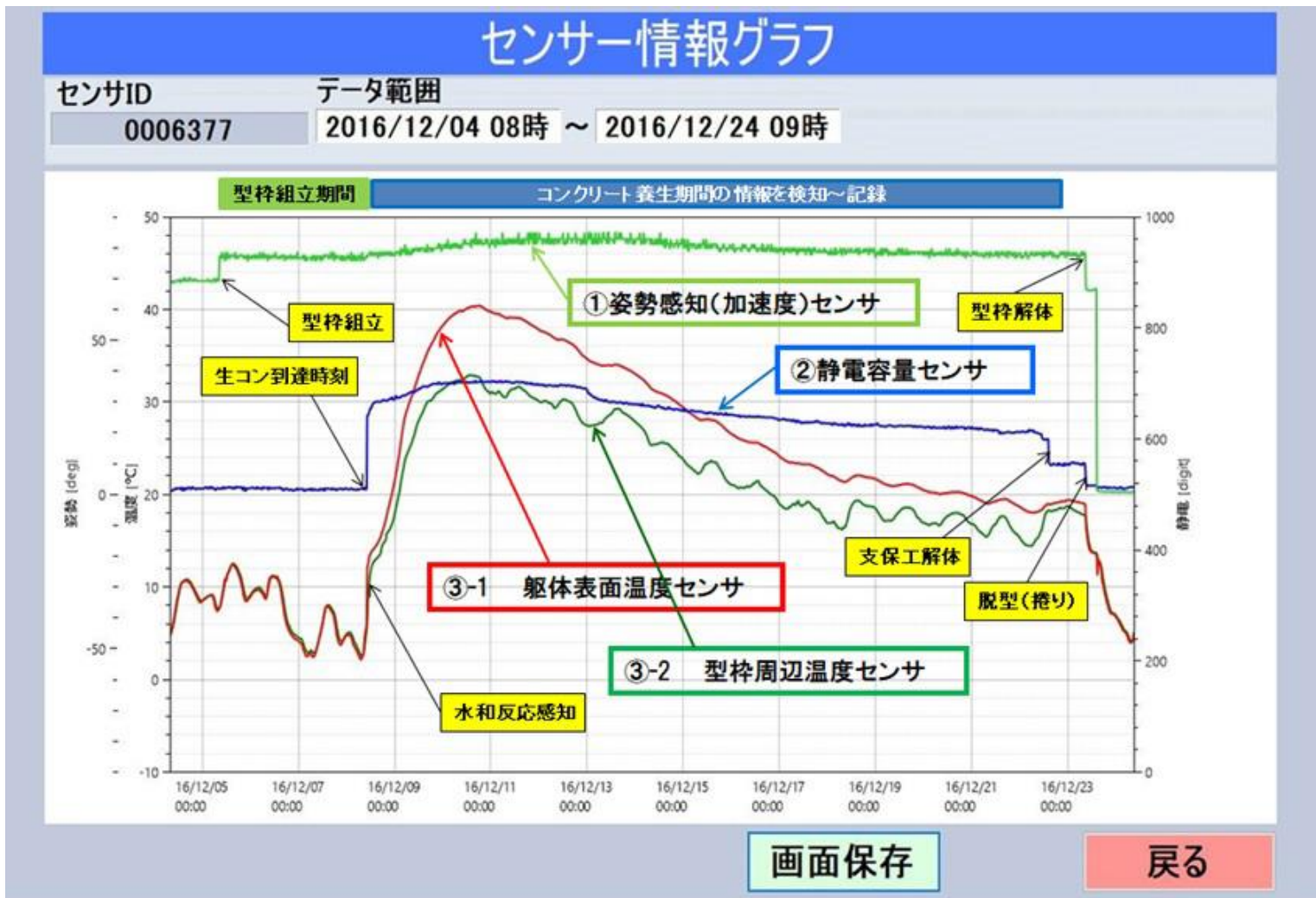
・内部温度を基準とした表面温度との温度差グラフ



・内部温度との温度差 カラー分布

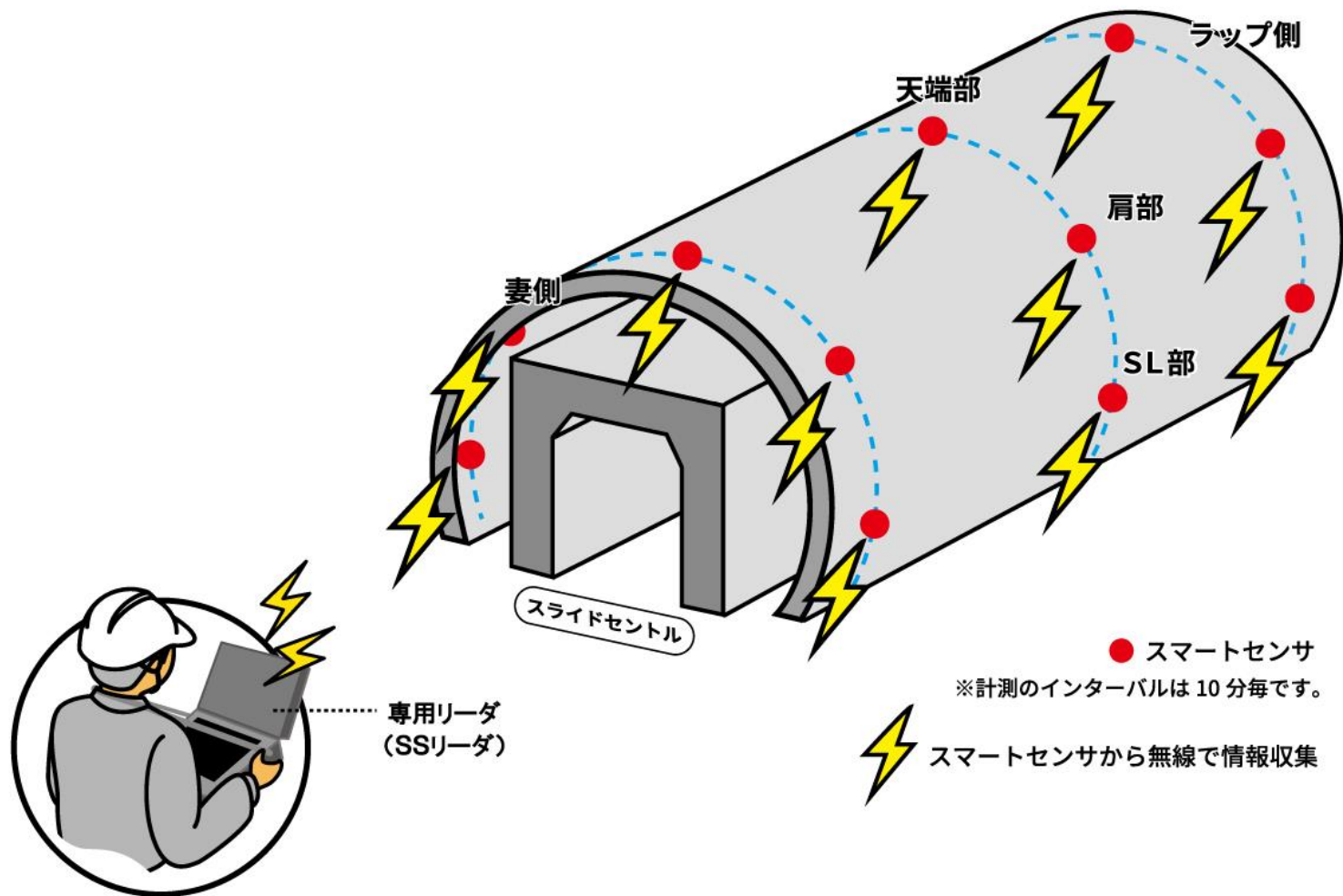


・センサ情報グラフ

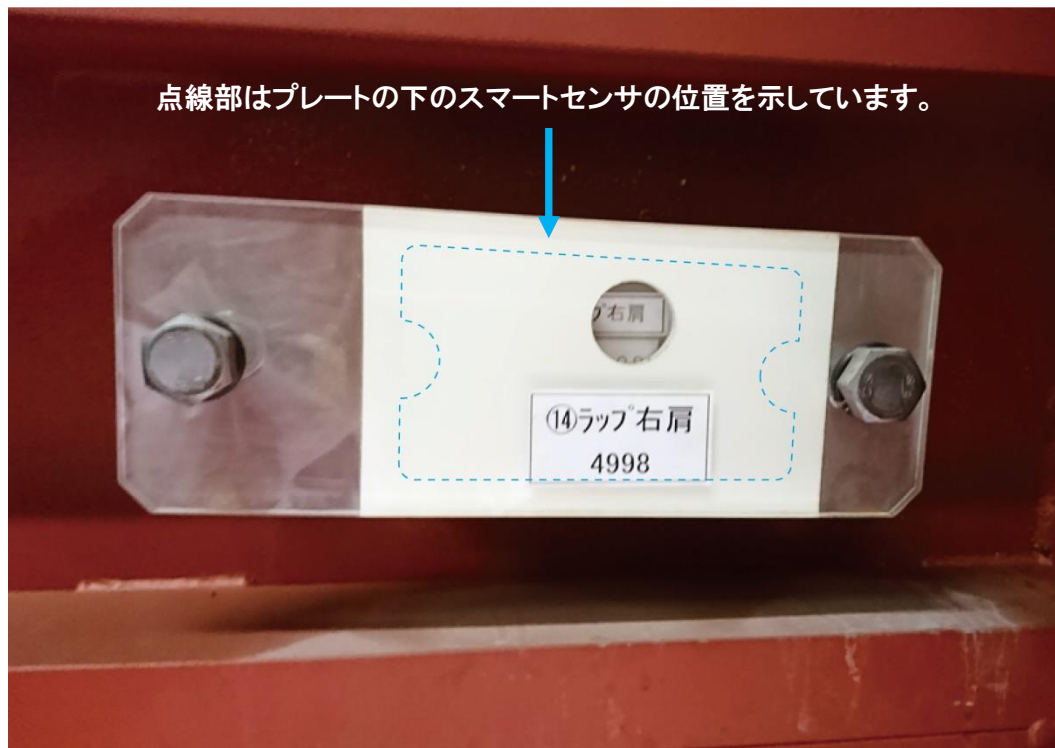


セントル仕様

セントル仕様：無線通信によるデータ読み取りイメージ



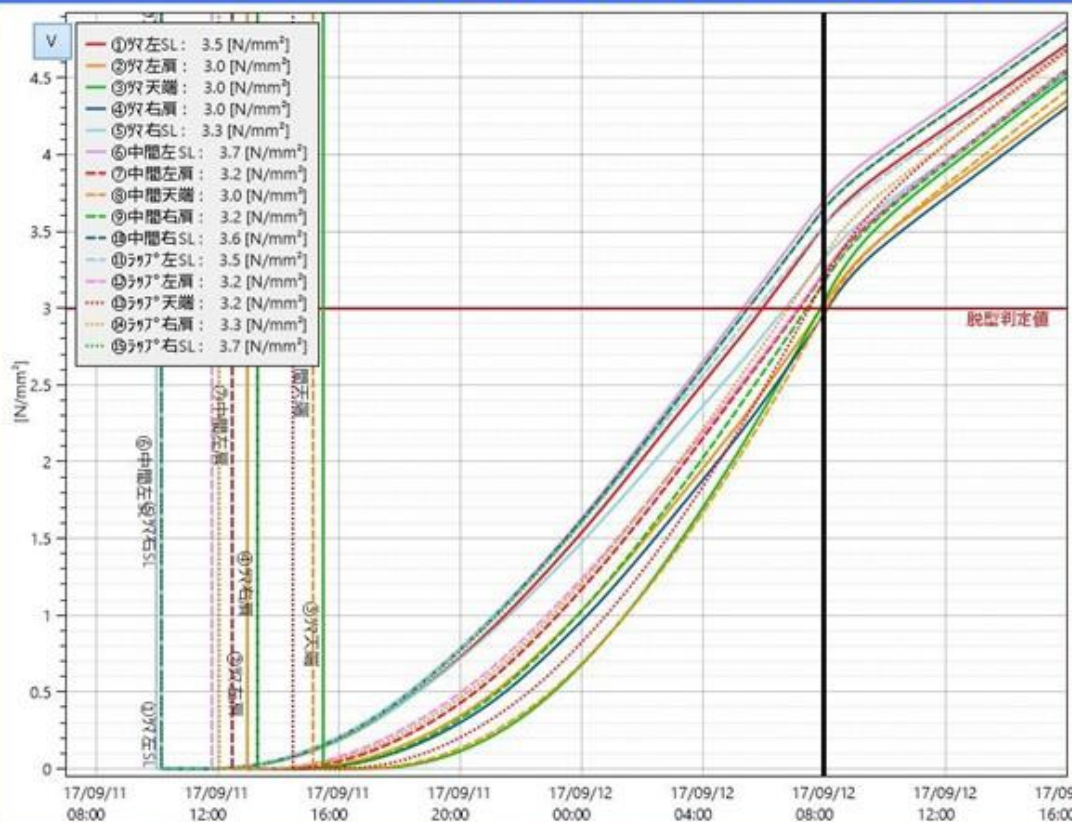
スマートセンサの取付状況



セトル仕様 コンクリート強度発現グラフ

コンクリート強度発現グラフ [表面強度]

非表示



打設箇所情報

現場名 ABCトンネル

打設箇所 123BL

打設日時 2017/09/11 07時

脱型日時 2017/09/12 16時

セメント 高炉セメントB種

呼び強度 24.0 [N/mm²]

脱型判定値 3.0 [N/mm²]

センサ台数 15 [台]

強度カラー分布

温度カラー分布

<<

<

2017/09/12 08:00

>

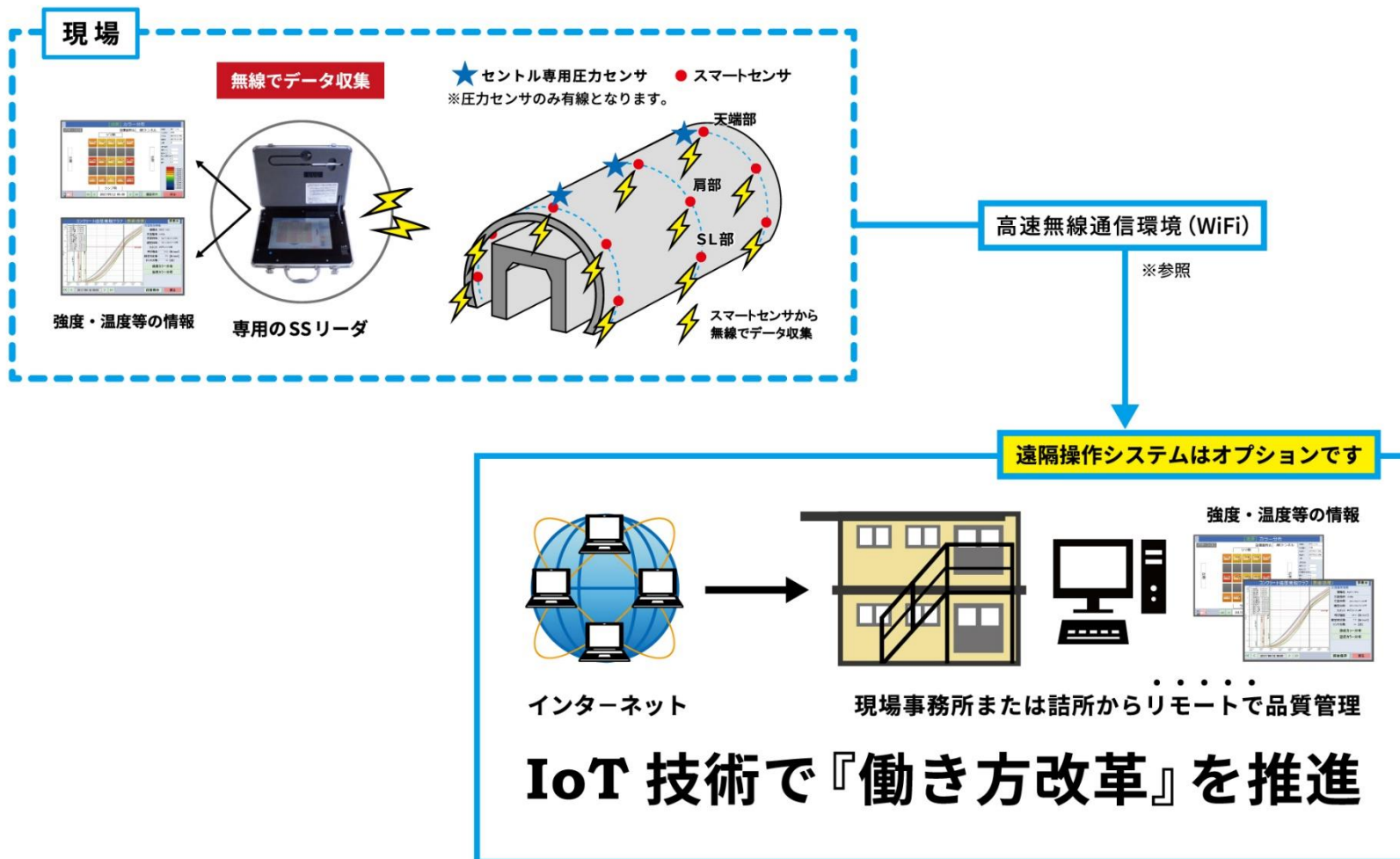
>>

画面保存

戻る



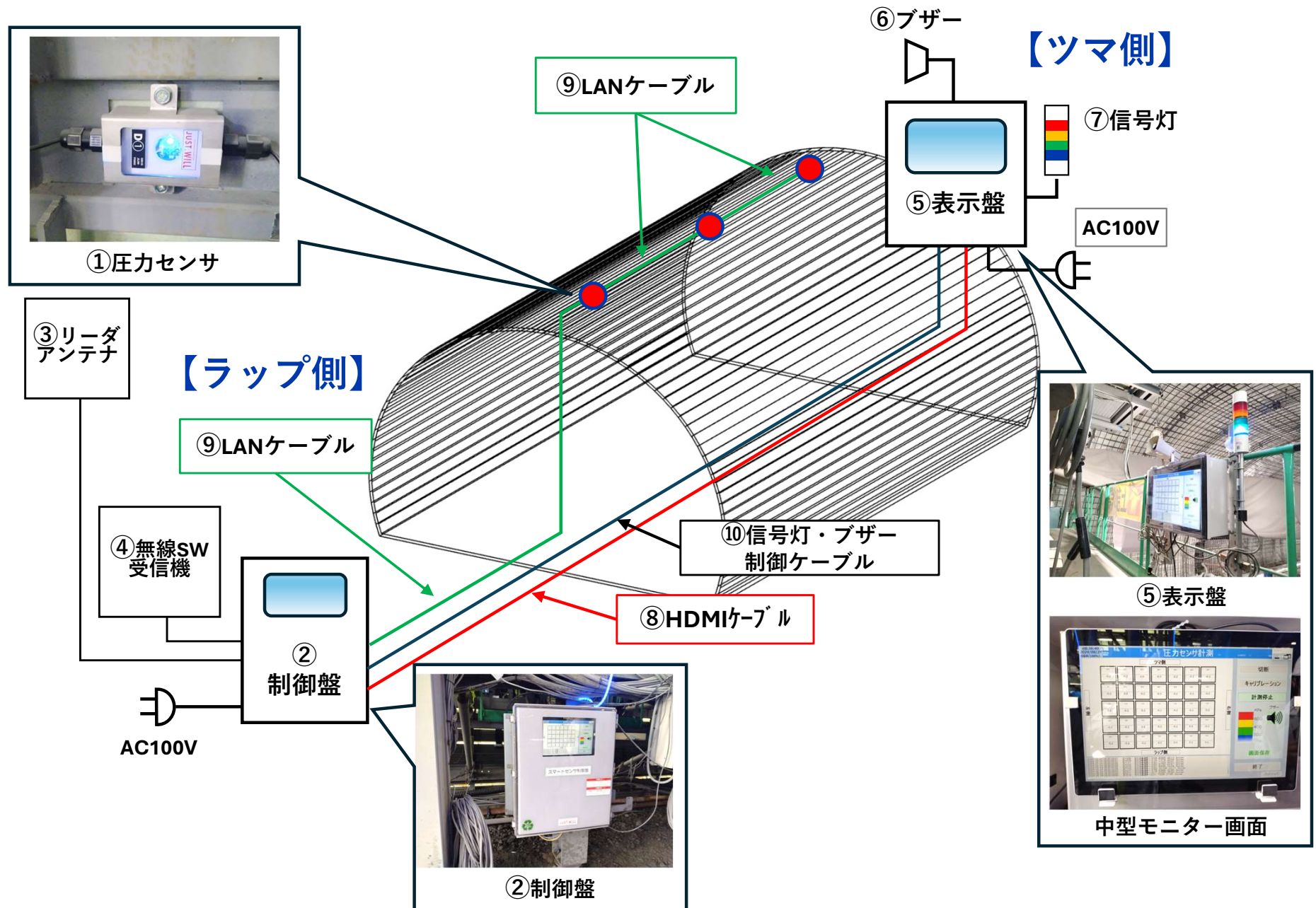
リモート管理システム(オプション)



※リモート通信にはSSリーダー内蔵のWiFiを使いますので、現場と現場事務所間には高速通信が可能なWiFi環境が必要です。

コンクリート圧力計測システム

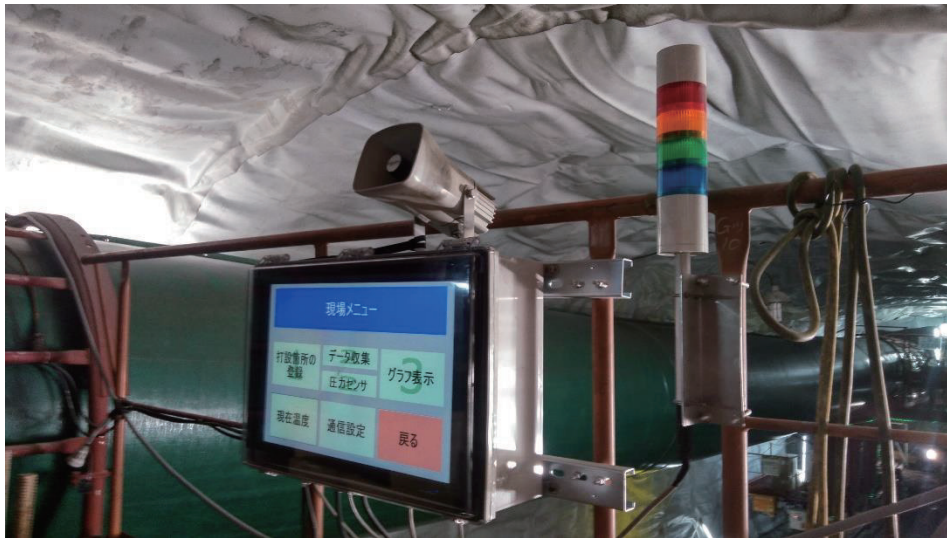
2.システム全体図



・構成部材の外観写真(圧力センサ利用の場合)



圧力センサ本体

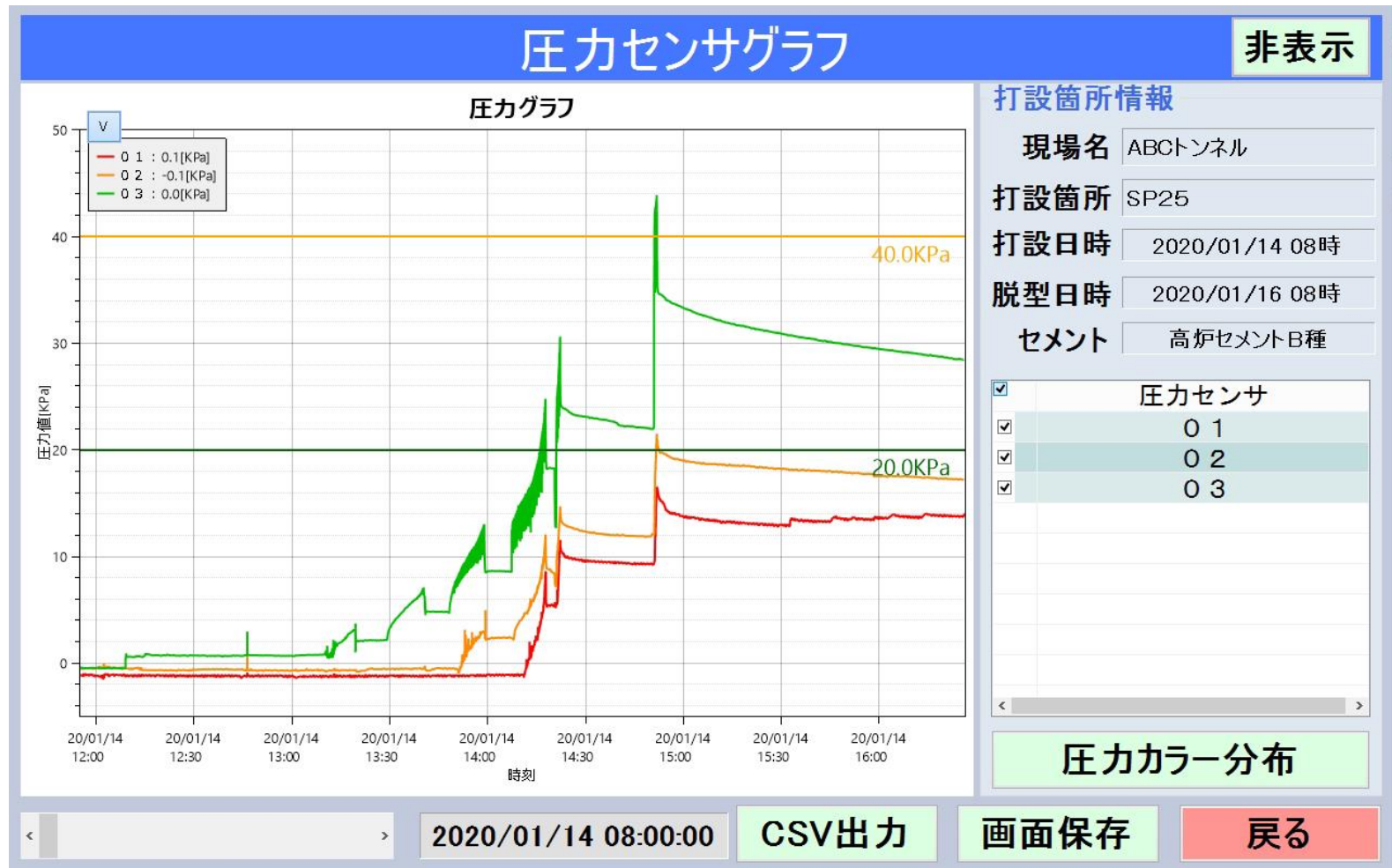


表示盤



制御盤

・圧力センサグラフ例





株式会社JUST. WILL

〒812-0022 福岡市中央区薬院2-2-24-2F

TEL: 092-401-1424

FAX: 092-401-1425

EMAIL: smartsensor@just-will.jp

「スマートセンサ型枠システム」専用ホームページ

<https://smartsensor.jp/>

NETIS登録番号	QS-110040-VE
技術名称	スマートセンサ型枠システム
事後評価	事後評価済み技術 (2015/04/24 (H27/04/24))
テーマ設定型比較表への掲載	無
受賞等	建設技術審査証明※
事前審査・事後評価	事前審査 活用効果評価
技術の位置付け (有用な新技術)	推奨技術 準推奨技術 評価促進技術 活用促進技術
旧実施要領における 技術の位置付け	活用促進技術(旧) 設計比較対象技術 少費高良技術
活用効果調査入力様式	-VE 活用効果調査は不要です。(フィールド提供型、テーマ設定型で活用する場合を除く。)
適用期間等	活用効果調査が不要な技術です。(VE)

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。 申請情報の最終更新年月日：2021/05/12

概要

副題	再使用型枠にセンサを取り付ける事で、温度・姿勢・静電容量を管理し、コンクリートの強度発現を推定できるシステム
分類 1	コンクリート工 - 施工管理 - 施工管理 - 品質管理
分類 2	コンクリート工 - コンクリート工 - 型枠工 - 特殊型枠工
分類 3	コンクリート工 - コンクリート工 - 養生
分類 4	
分類 5	
区分	システム
①何について何をする技術なのか? ・本技術は、建設工事に用いる樹脂型枠およびセントルにセンサを取り付け、適正な強度発現をタイムリーに推定する事ができるシステムである。 ②従来はどのような技術で対応していたのか? ・型枠は合板型枠。コンクリート強度はテストピース圧縮強度試験により推定確認を行なっている。 ③公共工事のどこに適用できるのか? ・建設工事全般のコンクリート工事に適用可能 ④その他 ・樹脂型枠タイプは、スマートセンサを搭載し、リーダとセットでレンタル貸し出しをする。 ・セントルタイプ(セントルは含まず)は、スマートセンサとリーダをセットでレンタル貸し出しをする。(スマートセンサの取付け・取外しは含むが、セントルの穴あけ穴埋めは含まず)	
 樹脂型枠タイプ(裏面)	
新規性及び期待される効果	

①どこに新規性があるのか?(従来技術と比較して何を改善したのか?)

A、リサイクル可能な樹脂型枠とした。

B、樹脂型枠にスマートセンサ(温度センサ・姿勢センサ・静電容量センサ)を取付けた。

セントルにも取り付け可能である。

C、有効材齢法により強度推定システムを確立した。

②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)

A、樹脂型枠タイプを使用する場合、軽量で透光性があるために施工性が良い、また合板型枠に比べ転用回数が多く、廃棄後はリサイクルが可能である。

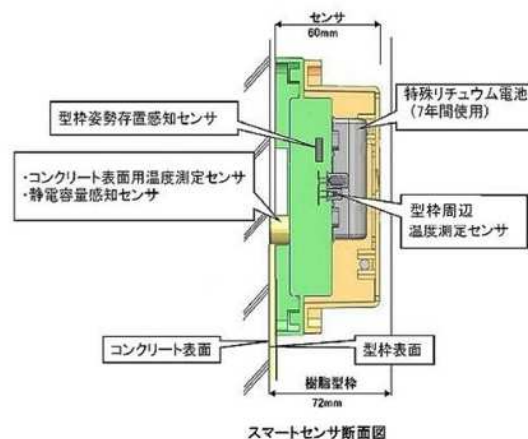
B、スマートセンサの機能

1)温度センサにより、コンクリート構造体の強度発現を推定できる。

2)姿勢センサにより、型枠の部位と存置期間を把握できる。

3)静電容量センサにより、コンクリートの接触を感知し温度データ等を記録する。

C、コンクリート打設後のセンサデータを専用PCに読み込むことで、強度発現をタイムリーに推定できるため適正な脱型時期の確認ができる。



スマートセンサ外観

スマートセンサ本体

適用条件

①自然条件

・コンクリート打設可能な温度適用範囲内とする。

②現場条件

・最小施工量として100㎡以上を推奨する。

③技術提供可能地域

・全国

④関係法令等

・電波法(第38条の24第1項・第38条の6第1項)

適用範囲

①適用可能な範囲

・建設工事全般で、型枠を使用するコンクリート躯体工事に適用可能である。

・樹脂型枠タイプのスマートセンサ型枠サイズは600x1800のみ。

・セントルにも適用可能である。

②特に効果の高い適用範囲

・重要構造物等で、高い品質管理を求められる構造物(熱電対を使用する構造物)

・作業環境が暗所となる現場(樹脂型枠タイプの場合)

③適用できない範囲

・曲面施工が半径14m 以下(樹脂型枠タイプの場合)

・水中コンクリート

④適用にあたり、関係する基準および引用元

・コンクリート標準示方書・施工編/2007年/土木学会/施工標準11章 型枠および支保工/p151・p155

留意事項

①設計時

- ・本工法は、コンクリートの品質管理システムであり、専用のリーダーが必要である。
- ・スマートセンサは防塵、防水、防振に対応している。

②施工時

- ・樹脂型枠タイプの組立てはスマートセンサ型枠の「使用マニュアル」に従う。
- ・日々のデータの読み込み作業を行なう。

③維持管理等

- ・現場に於いての長期保管はシート養生を行なう。

④その他

- ・断熱材装着(樹脂型枠タイプ)がオプションで可能である。
- ・内外温度計測の一元管理がオプションで可能である。

従来技術との比較

活用の効果

比較する従来技術	合板型枠工法+テストピース圧縮試験による推定強度確認		
項目	活用の効果		比較の根拠
経済性	向上 (9.5%) 同程度 低下	従来技術と比較して製品コストが若干安くなる。	
工程	短縮 (20.15%) 同程度 増加	従来技術と比較して型枠設置・撤去作業効率が向上したので短縮が可能となる(樹脂型枠タイプ)	
品質	向上 同程度 低下	従来技術と比較してコンクリートの強度発現をタイムリーに推定する事ができる。	
安全性	向上 同程度 低下		
施工性	向上 同程度 低下	従来技術と比較してパネル形状のため取扱いが容易、また、透光性があるため作業環境が向上する(樹脂型枠タイプ)	
周辺環境への影響	向上 同程度 低下	従来技術と比較して転用回数が多い、また、森林伐採の抑制に繋がる(樹脂型枠タイプ)	
	向上 同程度 低下		
	向上 同程度 低下		
その他、技術の アピールポイント等	樹脂型枠およびセントルにスマートセンサを取り付ける事で、最適な脱型時期の確認が可能となるため、コンクリート構造体の品質管理ができる。また、樹脂型枠タイプを使用すればリサイクルによる環境負荷低減が期待できる。		
コスト タイプ	損益分岐点型：A(Ⅰ)型		

活用の効果の根拠

基準とする数量	100.00	単位	m ³
	新技術	従来技術	向上の程度
経済性	702,810円	776,603円	9.5 %
工程	2.1日	2.63日	20.15 %

新技術の内訳						
項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
世話役	組立・解体	2.3	人	23,900 円	54,970 円	R3福岡県単価、見積もり
型枠工	組立・解体	9.2	人	23,200 円	213,440 円	R3福岡県単価、見積もり
作業員	組立・解体	11.6	人	19,500 円	226,200 円	R3福岡県単価、見積もり
スマートセンサ 型枠(基本料)	600x1800版 (1.08m ²)レンタル商品	93	枚	900 円	83,700 円	100m ² ÷1.08m ² ≒93枚
スマートセンサ 型枠(使用料)	600x1800版 (1.08m ²)レンタル商品	12	日	6,975 円	83,700 円	93枚x75円/日=6,975円
SSリーダ(基本料)	親機	1	台	4,000 円	4,000 円	強度推定機器
SSリーダ(使用料)	親機	12	日	900 円	10,800 円	強度推定機器
テストピース圧縮強度試験	Σ3、Σ7、Σ28	1	セット	26,000 円	26,000 円	試験体採取+圧縮試験(2セット)=20000円/追加1セット=6000円 Σ3追加

従来技術の内訳

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
世話役	組立・解体	3.1	人	23,900 円	74,090 円	R3福岡県単価、標準歩掛かり
型枠工	組立・解体	15.7	人	23,200 円	364,240 円	R3福岡県単価、標準歩掛かり
作業員	組立・解体	10	人	19,500 円	195,000 円	R3福岡県単価、標準歩掛かり
コンクリート型枠用塗装合板	600x1800版(1.08㎡)	93	枚	1,000 円	93,000 円	建設物価2020/12月度版/福岡県価格
栈木	3.8mx27x60(杉材)	93	枚	261 円	24,273 円	建設物価2020/12月度版/福岡県価格 (0.0058m3x45,000÷261円)
テストピース圧縮強度試験	Σ3、Σ7、Σ28	1	セット	26,000 円	26,000 円	試験体採取+圧縮試験(2セット)=20000円/追加1セット=6000円 Σ3追加

特許・審査証明

特許・実用新案

特許状況	有り 出願中 出願予定 無し 専用実施権有り																
特許情報	<table><tr><td>特許番号</td><td>特許第5442593号(名称)リサイクル対応型枠</td></tr><tr><td>特許</td><td> 有り 出願中 無し </td></tr><tr><td>実施権</td><td> 通常実施権 専用実施権 </td></tr><tr><td>特許権者</td><td>株式会社JUST.WILL</td></tr><tr><td>実施権者</td><td>株式会社JUST.WILL</td></tr><tr><td>特許料等</td><td></td></tr><tr><td>実施形態</td><td></td></tr><tr><td>問合せ先</td><td>株式会社JUST.WILL 西島茂行 092-401-1424</td></tr></table>	特許番号	特許第5442593号(名称)リサイクル対応型枠	特許	有り 出願中 無し	実施権	通常実施権 専用実施権	特許権者	株式会社JUST.WILL	実施権者	株式会社JUST.WILL	特許料等		実施形態		問合せ先	株式会社JUST.WILL 西島茂行 092-401-1424
	特許番号	特許第5442593号(名称)リサイクル対応型枠															
特許	有り 出願中 無し																
実施権	通常実施権 専用実施権																
特許権者	株式会社JUST.WILL																
実施権者	株式会社JUST.WILL																
特許料等																	
実施形態																	
問合せ先	株式会社JUST.WILL 西島茂行 092-401-1424																
	<table><tr><td>特許番号</td><td>特許第5973308号(名称)打設コンクリート強度管理システム</td></tr><tr><td>特許</td><td> 有り 出願中 無し </td></tr><tr><td>実施権</td><td> 通常実施権 専用実施権 </td></tr><tr><td>特許権者</td><td>株式会社JUST.WILL</td></tr><tr><td>実施権者</td><td>株式会社JUST.WILL</td></tr><tr><td>特許料等</td><td></td></tr><tr><td>実施形態</td><td></td></tr><tr><td>問合せ先</td><td>株式会社JUST.WILL 西島茂行 092-401-1424</td></tr></table>	特許番号	特許第5973308号(名称)打設コンクリート強度管理システム	特許	有り 出願中 無し	実施権	通常実施権 専用実施権	特許権者	株式会社JUST.WILL	実施権者	株式会社JUST.WILL	特許料等		実施形態		問合せ先	株式会社JUST.WILL 西島茂行 092-401-1424
特許番号	特許第5973308号(名称)打設コンクリート強度管理システム																
特許	有り 出願中 無し																
実施権	通常実施権 専用実施権																
特許権者	株式会社JUST.WILL																
実施権者	株式会社JUST.WILL																
特許料等																	
実施形態																	
問合せ先	株式会社JUST.WILL 西島茂行 092-401-1424																
実用新案	<table><tr><td>特許番号</td><td></td></tr><tr><td>実用新案</td><td> 有り 出願中 出願予定 無し </td></tr><tr><td>実施権</td><td> 通常実施権 専用実施権 </td></tr><tr><td>備考</td><td></td></tr></table>	特許番号		実用新案	有り 出願中 出願予定 無し	実施権	通常実施権 専用実施権	備考									
特許番号																	
実用新案	有り 出願中 出願予定 無し																
実施権	通常実施権 専用実施権																
備考																	

第三者評価・表彰等

	建設技術審査証明	建設技術評価
証明機関		
番号		
証明年月日		
URL		
	その他の制度等による証明1	その他の制度等による証明2
制度の名称	建築技術認証・証明事業	
番号	GBRC性能証明第14-15号	
証明年月日	2014/09/24	
証明機関	一般財団法人日本建築総合試験所	
証明範囲	表面温度の履歴から推定圧縮強度を時々刻々と確認できる	
URL	http://www.gbrc.or.jp/	

評価・証明項目と結果

証明項目	試験・調査内容	結果
------	---------	----

単価・施工方法

施工単価

・スマートセンサ型枠はレンタル商品のため、使用場所や使用数量に応じて見積り対応する。

【単価見積り-1】

・スマートセンサ付き樹脂型枠

形状 600x1800x72 (1種類のみ)

基本料金 900円・回/枚

使用料金 75円・日/枚

・SSリーダー

基本料金4,000円・回/台

使用料金 900円・日/台

【単価見積り-2】

・スマートセンサセントル仕様 (1セット=1断面5台x3列=15台/標準仕様)

(SSリーダー1台、調整費、校正費、含む)

1年未満 4,000,000円

2年未満 5,000,000円

3年未満 6,000,000円

セントルの穴開け・穴埋め・センサ取付け・取外しは別途

【単価見積り-3】

・スマートセンサコンパネ・メタルフォーム仕様（5台/1セットの倍数で提供）

（SSリーダー1台、取付治具加工費、調整費、校正費、含む）

基本料 400,000円・回

使用料 80,000円・月

型枠への穴開け・穴埋め・センサ取付け・取外しは別途

歩掛り表あり（自社歩掛）

施工方法

・現場での施工手順は在来工法とほぼ同じである。

【順序】

- ①レンタル会社より出荷
- ②現場への型枠材搬入(セントルは、センサを取り付け)
- ③センサの動作確認
- ④組立・設置
- ⑤コンクリート打設
- ⑥養生期間中のデータ記録確認
- ⑦解体・撤去
- ⑧現場から型枠材搬出
- ⑨レンタル会社への返却



型枠組立状況



データ計測状況

スマートセンサ型枠組立およびデータ計測状況

今後の課題とその対応計画

①課題

- 1)端部専用の樹脂型枠の開発。
- 2)管理室からでもPC無線により遠隔操作ができるSSリーダの開発。
- 3)自動記録された情報を証明する第三者機関。

②計画

- 1)伸縮自在な樹脂型枠を開発する。
- 2)新しいセンシング機能をもったセンサやSSリーダを開発してバージョンアップを図る。
- 3)検討中。

問合せ先・その他

収集整備局	九州地方整備局																																																															
開発年	2010 (H22)																																																															
登録年度	2011 (H23)																																																															
登録年月日	2012/03/28 (H24/03/28)																																																															
最終評価年月日	2015/04/24 (H27/04/24)																																																															
最終更新年月日	2021/05/12 (R03/05/12)																																																															
キーワード	安心・安全環境情報化コスト削減・生産性の向上公共工事の品質確保・向上景観伝統・歴史・文化リサイクル 自由記入：環境負荷低減情報化施工																																																															
開発目標	省人化省力化経済性の向上施工精度の向上耐久性の向上安全性の向上作業環境の向上周辺環境への影響抑制 地球環境への影響抑制省資源・省エネルギー品質の向上リサイクル性向上																																																															
開発体制	単独（産）単独（官）単独（学）共同研究（産・官・学）共同研究（産・産）共同研究（産・官） 共同研究（産・学）																																																															
開発会社	児玉 株式会社、株式会社 JUST・WILL、国立大学法人 東京大学																																																															
問合せ先	技術 <table><tr><td>会社</td><td colspan="3">株式会社JUST.WILL</td></tr><tr><td>担当部署</td><td>技術部</td><td>担当者</td><td>江頭 勝吾</td></tr><tr><td>住所</td><td colspan="3">〒810-0022 福岡県福岡市中央区薬院2丁目2-24チサンマンション第3博多2F</td></tr><tr><td>TEL</td><td>092-401-1424</td><td>FAX</td><td>092-401-1425</td></tr><tr><td>E-MAIL</td><td>s.egashira@just-will.jp</td><td>URL</td><td>https://just-will.jp</td></tr></table> 営業 <table><tr><td>会社</td><td colspan="3">株式会社JUST.WILL</td></tr><tr><td>担当部署</td><td>営業部</td><td>担当者</td><td>櫛間 聡史</td></tr><tr><td>住所</td><td colspan="3">〒810-0022 福岡県福岡市中央区薬院2丁目2-24チサンマンション第3博多2F</td></tr><tr><td>TEL</td><td>092-401-1424</td><td>FAX</td><td>092-401-1425</td></tr><tr><td>E-MAIL</td><td>s.kushima@just-will.jp</td><td>URL</td><td>https://just-will.jp</td></tr></table> その他 <table><tr><td>会社</td><td colspan="3">国立大学法人 東京大学</td></tr><tr><td>担当部署</td><td>大学院工学系研究科 建築材料研究室</td><td>担当者</td><td>教授 野口貴文</td></tr><tr><td>住所</td><td colspan="3">〒113-8656 東京都文京区本郷7丁目3-1 工学部1号館</td></tr><tr><td>TEL</td><td>03-5841-6198</td><td>FAX</td><td>03-5841-6195</td></tr><tr><td>E-MAIL</td><td>-</td><td>URL</td><td>-</td></tr></table>				会社	株式会社JUST.WILL			担当部署	技術部	担当者	江頭 勝吾	住所	〒810-0022 福岡県福岡市中央区薬院2丁目2-24チサンマンション第3博多2F			TEL	092-401-1424	FAX	092-401-1425	E-MAIL	s.egashira@just-will.jp	URL	https://just-will.jp	会社	株式会社JUST.WILL			担当部署	営業部	担当者	櫛間 聡史	住所	〒810-0022 福岡県福岡市中央区薬院2丁目2-24チサンマンション第3博多2F			TEL	092-401-1424	FAX	092-401-1425	E-MAIL	s.kushima@just-will.jp	URL	https://just-will.jp	会社	国立大学法人 東京大学			担当部署	大学院工学系研究科 建築材料研究室	担当者	教授 野口貴文	住所	〒113-8656 東京都文京区本郷7丁目3-1 工学部1号館			TEL	03-5841-6198	FAX	03-5841-6195	E-MAIL	-	URL	-
会社	株式会社JUST.WILL																																																															
担当部署	技術部	担当者	江頭 勝吾																																																													
住所	〒810-0022 福岡県福岡市中央区薬院2丁目2-24チサンマンション第3博多2F																																																															
TEL	092-401-1424	FAX	092-401-1425																																																													
E-MAIL	s.egashira@just-will.jp	URL	https://just-will.jp																																																													
会社	株式会社JUST.WILL																																																															
担当部署	営業部	担当者	櫛間 聡史																																																													
住所	〒810-0022 福岡県福岡市中央区薬院2丁目2-24チサンマンション第3博多2F																																																															
TEL	092-401-1424	FAX	092-401-1425																																																													
E-MAIL	s.kushima@just-will.jp	URL	https://just-will.jp																																																													
会社	国立大学法人 東京大学																																																															
担当部署	大学院工学系研究科 建築材料研究室	担当者	教授 野口貴文																																																													
住所	〒113-8656 東京都文京区本郷7丁目3-1 工学部1号館																																																															
TEL	03-5841-6198	FAX	03-5841-6195																																																													
E-MAIL	-	URL	-																																																													
実験等実施状況																																																																

- ・スマートセンサ本体による各実験を実施。

①コンクリート温度計測機能の検証(添付資料-2)

2011年1月28日～2011年2月5日(東京大学：実験場所・(株)八洋コンサルタント)

- ・ D600xW600xH1200・D200xW600xH1200・D1200xW1200xH600(mm)3試験体により、コンクリート表層部と型枠直近温度が正確に計測・記録されていて、コンクリート温度と外気温がほぼ同ような形で変化しているのを確認できた。

②静電センサ機能の検証(添付資料-2)

2011年6月5日(東京大学：実験場所・児玉(株))

- ・ 検知対象側(コンクリート・セメント)の要因とセンサ側(基板電極)の要因に分けて検証実験を実施し、材料の種類・配合による影響はほとんどなく、打設時の接触静電容量の機能には問題ない事を確認できた。

③型枠姿勢感知機能の検証(添付資料-2)

2011年6月5日(東京大学：実験場所・児玉(株))

- ・ スマートセンサ型枠試験体により、本体の姿勢状況期間(日数・時間)が正確に計測・記録されている事を確認できた。

④ブラモールド試験体による強度推定のための基礎実験検証(添付資料-2)

2011年7月21日～2011年8月22日(東京大学：実験場所・(株)太平洋コンサルタント)

- ・ コンクリートの配合が異なった試験体を、養生温度の違う恒温温室で養生の後ブラモールド内壁温度を測定し、温度データーから有効材齢を算出する事で、コンクリート表面強度が推定できた。

⑤現場実証確認(セントル) (添付資料-2)

- ・ 2012年10月1日～2012年12月25日(東京大学：現場実証・鳥取県鳥取市本高)

トンネル工事に於ける、覆工コンクリート用型枠のセントルにスマートセンサを取り付けて、若材齢コンクリートの表面強度について実証を行なった。

コンクリート打込み後に収集した温度データから推定したコンクリート表面強度と、同環境で養生したコンクリート供試体の若材齢時における圧縮強度の比較をした結果、スマートセンサによる推定強度は、構造物の実強度よりも下回る数値で推移しており、本システムは安全側で品質管理が行なえるものと判断できた。

⑥断熱材搭載型枠の保温効果検証実験(添付資料-2)

2013年10月11日～2013年10月13日(東京大学:実験場所・児玉(株))

- ・ 樹脂型枠タイプに断熱材(発砲ポリエチレン20ミリ)を取付けた物と無い物の試験を行い、断熱材有りは47.7℃、断熱材無しは29.9℃となり高い保温効果が確認できた。

NO IMAGE

・添付-1(積算資料)

- ・添付-2(実験結果資料)
- ・添付-3(施工実績一覧)
- ・添付-4(再生型枠試験)
- ・添付-5(スマートセンサ型枠使用マニュアル)
- ・添付-6(構造図)
- ・添付-7(納品明細書+現況写真)
- ・添付-8(樹脂型枠説明資料)
- ・添付-9(場所新規登録画面)
- ・添付-10(完成物資料)
- ・添付-11(比較工程表)
- ・参考-1(土木工事標準積算基準書) (建設物価/2011年度版/12月号 P153.P174)
- ・参考-2(土木学会コンクリート標準示方書・施工編/2007年度版 P151)

【その他資料①】

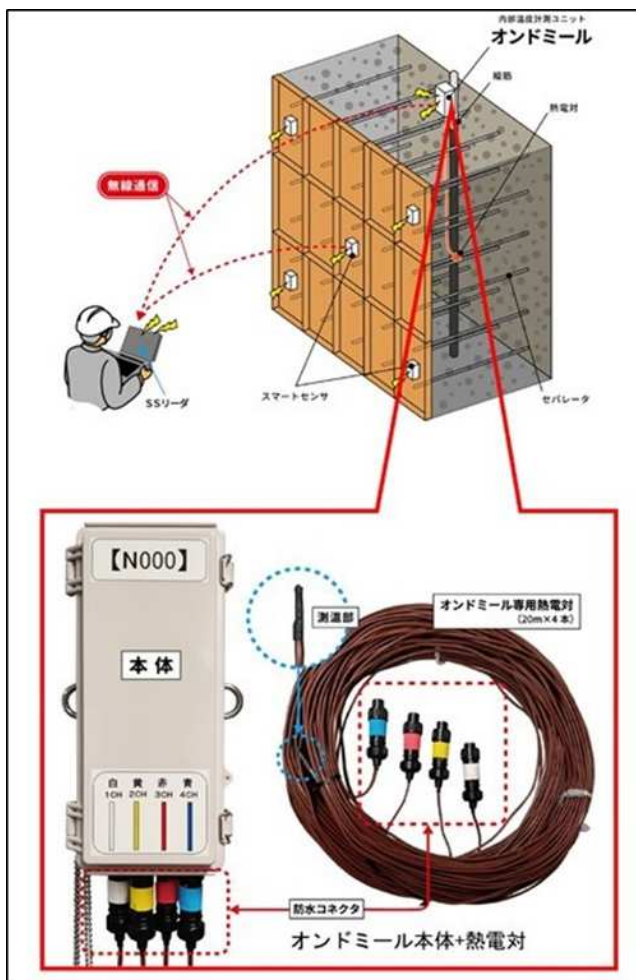
【その他資料②】

【その他資料③】

参考文献

・土木学会 コンクリート標準示方書 施工編 2007年度版

その他写真



内部温度計測ユニット(オプション)



セトル仕様



各種Sセンサ・SSリーダー本体

施工実績

国土交通省	9件
その他の公共機関	5件
民間等	3件

詳細説明資料

評価項目			申請者記入欄			
大	中	小	①現行基準値等	③申請技術について実証により確認した数値等	④従来技術との比較＜結果＞	備考

温度から⇒強度

国土交通大臣による告示（国土交通省告示第503号・平成28年3月17日公布）において、**コンクリートの表面温度から強度発現の推定を行う方法が、コンクリート構造物の強度管理の方法として新たに法律で認められました。**

強度の推定 国土交通省告示第503号（平成28年3月17日）による

●有効材齢

$$t_e = \frac{1}{24} \sum \Delta t_i \cdot \exp \left[13.65 - \frac{4000}{273 + T_i / T_0} \right]$$

t_e ：有効材齢（単位：日）

Δt_i ：(i-1) 回目のコンクリートの温度の測定（以下単に「測定」という。）から i 回目の測定までの期間（単位：時間）

T_i ：i 回目の測定により得られたコンクリートの温度（単位：摂氏度）

T_0 ：1（単位：摂氏度）

●強度推定式

$$f_{c_{te}} = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{(t_e - 0.5) / t_0} \right)^{1/2} \right] \right\} \cdot f_{c_{28}}$$

$f_{c_{te}}$ ：コンクリートの圧縮強度（単位：1平方ミリメートルにつきニュートン）

s：セメントの種類に応じて右表に掲げる数値

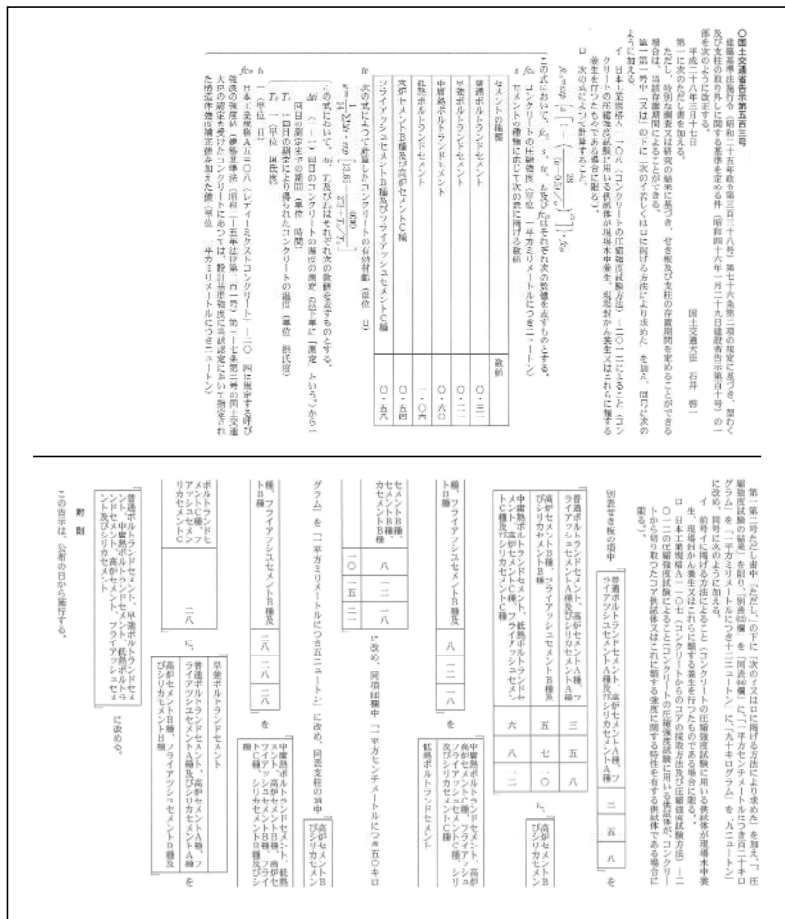
t_e ：左式によって計算したコンクリートの有効材齢（単位：日）

t_0 ：1（単位：日）

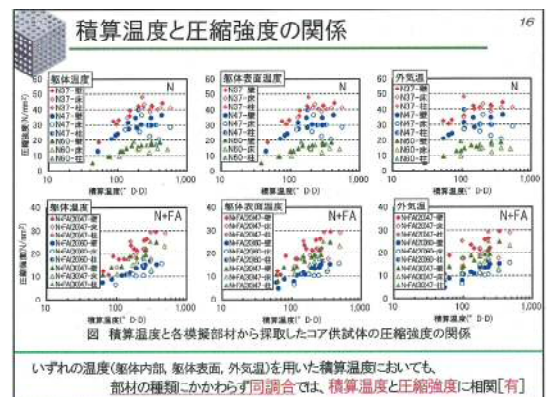
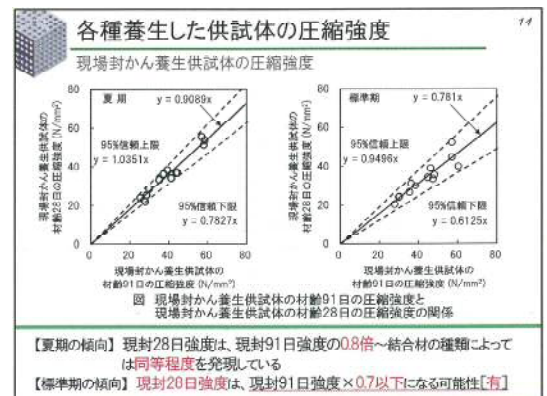
$f_{c_{28}}$ ：日本工業規格A5308（レディーミクストコンクリート）-2014に規定する呼び強度の強度値（建築基準法（昭和25年法律第201号）第37条第2号の国土交通大臣の認定を受けたコンクリートにおいては、設計基準強度に当該認定において指定された構造体強度補正値を加えた値）（単位：1平方ミリメートルにつきニュートン）

セメントの種類	数値
普通ポルトランドセメント	0.31
早強ポルトランドセメント	0.21
中庸ポルトランドセメント	0.60
低熱ポルトランドセメント	1.06
高炉セメントB種及び高炉セメントC種	0.54
フライアッシュセメントB種及びフライアッシュセメントC種	0.58

国土交通省告示第503号（平成28年3月17日）



国土交通省・国土技術政策総合研究所等による実験データ（抜粋）



早強ポルトランドセメント	60 < Fc ≦ 80 の場合	25 ≧ θ の場合	15
	15 ≧ θ > 25 の場合	θ > 15 の場合	12
中庸熱ポルトランドセメント	Fc ≧ 36 の場合	5 ≧ θ の場合	9
	θ < 5 の場合	10 ≧ θ の場合	3
低熱ポルトランドセメント	36 < Fc ≦ 60 の場合	θ > 10 の場合	6
	60 < Fc ≦ 80 の場合	—	3
高炉セメントB種	Fc ≧ 36 の場合	15 ≧ θ の場合	6
	θ < 15 の場合	θ < 5 の場合	3
フライアッシュセメントB種	36 < Fc ≦ 60 の場合	5 ≧ θ の場合	0
	60 < Fc ≦ 80 の場合	θ < 5 の場合	3
Fc 設計基準強度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)	25 ≧ θ の場合	—	3
	15 ≧ θ > 25 の場合	25 ≧ θ の場合	6
θ 養生期間中の平均気温 (単位 摂氏度)	θ > 15 の場合	10 ≧ θ > 25 の場合	3
	θ < 10 の場合	—	6

この表において、Fc 及び θ は、それぞれ次の数値を表すものとする。

設計基準強度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)

養生期間中の平均気温 (単位 摂氏度)

第一第一号及び第二号中「一九九九」を「二〇一二」に改める。

附則

この告示は、公布の日から施行する。

国土交通省告示第五〇三三号

建築基準法施行令 (昭和二十五年政令第三百三十八号) 第七十六条第二項の規定に基づき、型枠及び支柱の取り外しに関する基準を定める件 (昭和四十六年一月二十九日建設省告示第百十号) の一部を次のように改正する。

平成二十八年三月十七日

第一に次のただし書を加える。

ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき、せき板及び支柱の存置期間を定めることができる場合は、当該存置期間によることができる。

国土交通大臣 石井 啓一

第一第一号中「又は」の下に「次のイ若しくはロに掲げる方法により求めた」を加え、同号に次のように加える。

イ 日本工業規格 A 一一〇八 (コンクリートの圧縮強度試験方法) 一一〇一二によること (コンクリートの圧縮強度試験に用いる供試体が現場水中養生、現場封かん養生又はこれらに類する養生を行ったものである場合に限る。)

ロ 次の式によつて計算する。

$$f_{cs} = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{(te - 0.5)/t_0} \right)^{1/2} \right] \right\} \cdot f_{cs}$$

この式において、 f_{cs} 、 s 、 te 、 t_0 及び f_{cs} はそれぞれ次の数値を表すものとする。

f_{cs} コンクリートの圧縮強度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)

s セメントの種類に応じて次の表に掲げる数値

セメントの種類	数値
普通ポルトランドセメント	〇・三二
早強ポルトランドセメント	〇・二二
中庸熱ポルトランドセメント	〇・六〇
低熱ポルトランドセメント	一・〇六
高炉セメントB種及び高炉セメントC種	〇・五四
フライアッシュセメントB種及びフライアッシュセメントC種	〇・五八

te 次の式によつて計算したコンクリートの有効材齢 (単位 日)

$$te = \frac{1}{24} \sum \Delta ti \cdot \exp \left[13.65 - \frac{4000}{273 + T_i / T_0} \right]$$

この式において、 Δti 、 T_i 及び T_0 はそれぞれ次の数値を表すものとする。

Δti (イ) 回目のコンクリートの温度の測定 (以下単に「測定」という。) から、 i 回目の測定までの期間 (単位 時間)

T_i i 回目の測定により得られたコンクリートの温度 (単位 摂氏度)

T_0 一 (単位 摂氏度)

f_{cs} t_0 日本工業規格 A 五三〇八 (レディーミクスコンクリート) 一一〇一四に規定する呼び強度の強度値 (建築基準法 (昭和二十五年法律第二百一十号) 第三十七条第二号の国土交通大臣の認定を受けたコンクリートにあつては、設計基準強度に当該認定において指定された構造体強度補正値を加えた値) (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)

第一第二号ただし書中「ただし」の下に「次のイ又はロに掲げる方法により求めた」を加え、「圧縮強度試験の結果」を削り、「別表は欄」を「同表は欄」に、「一平方センチメートルにつき二十キログラム」を「一平方ミリメートルにつき十二ニュートン」に、「九十キログラム」を「九ニュートン」に改め、同号に次のように加える。

イ 前号イに掲げる方法によること (コンクリートの圧縮強度試験に用いる供試体が現場水中養生、現場封かん養生又はこれらに類する養生を行ったものである場合に限る。)

ロ 日本工業規格 A 一一〇七 (コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法) 一一〇一二の圧縮強度試験によること (コンクリートの圧縮強度試験に用いる供試体が、コンクリートから切り取ったコア供試体又はこれに類する強度に関する特性を有する供試体である場合に限る。)

別表せき板の項中

普通ポルトランドセメント、高炉セメントA種、フライアッシュセメントA種及びシリカセメントA種

普通ポルトランドセメント、高炉セメントA種、フライアッシュセメントA種及びシリカセメントA種	三	五	八
高炉セメントB種、フライアッシュセメントB種及びシリカセメントB種	五	七	一〇
中庸熱ポルトランドセメント、低熱ポルトランドセメント、高炉セメントC種、フライアッシュセメントC種及びシリカセメントC種	六	八	一二

に、
高炉セメントB
びシリカセメン

種、フライアッシュセメントB種及
トB種

を

中庸熱ポルトランドセメント、高炉セメントC種、フライアッシュセメントC種、シリカセメントC種、低熱ポルトランドセメント

セメントB種、 カセメントB種	八	一二	一八
一〇	一五	二一	

に改め、同項(欄)中「二平方センチメートルにつき五〇キロ

グラム」を「二平方ミリメートルにつき五二ニュートン」に改め、同表支柱の項中

高炉セメントB
びシリカセメン

種、フライアッシュセメントB種及
トB種

を

中庸熱ポルトランドセメント、高炉セメントB種、高炉セメントC種、シリカセメントB種及びシリカセメントC種

ポルトランドセ メントC種、フ ライアッシュセ メントC	二八
---------------------------------------	----

に、

早強ポルトランドセメント
普通ポルトランドセメント、高炉セメントA種、フライアッシュセメントA種及びシリカセメントA種
高炉セメントB種、フライアッシュセメントB種及びシリカセメントB種

普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメント、低熱ポルトランドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメント及びシリカセメント

に改める。

附 則

この告示は、公布の日から施行する。

○関東地方整備局告示第七十号

次のように道路の区域を変更したので、道路法（昭和二十七年法律第八十号）第十八条第一項の規定に基づき、告示する。

その関係図面は、平成二十八年三月十七日から二週間一般の縦覧に供する。

平成二十八年三月十七日

関東地方整備局長 石川 雄一

(一) 道路の種類 一般国道
(二) 路線名 六号
(三) 道路の区域

区 間

変更前
後別

敷地の幅員

延長

備考

メートル

キロメートル

上記A・B及びC

は、関係図面に表

日立市金沢町二丁目一九八三番
二から同市田尻町字岩井崎二〇
九八番三まで

前	BA	一〇・五〇	五・四・五〇	一〇・六・一七
後	BA	二・三・〇〇	一・七・六〇	四・七・四〇
後	B・C	二・三・〇〇	一・七・六〇	五・四・五〇
後	B・C	二・三・〇〇	一・七・六〇	五・四・五〇

をいう。

○関東地方整備局告示第七十一号

次のように道路の区域を変更したので、道路法（昭和二十七年法律第八十号）第十八条第一項の規定に基づき、告示する。

その関係図面は、平成二十八年三月十七日から二週間一般の縦覧に供する。

平成二十八年三月十七日

関東地方整備局長 石川 雄一

(一) 道路の種類 一般国道
(二) 路線名 二十号
(三) 道路の区域

区 間

変更前
後別

敷地の幅員

延長

備考

メートル

キロメートル

上記A・B及びC

は、関係図面に表

大月市大月町真木字向田三二九番四から同市大月町
真木字向田三三八番二まで

(四) 図面縦覧場所 関東地方整備局及び同局甲府河川国道事務所

○近畿地方整備局告示第三十七号

都市計画法（昭和四十三年法律第百号）第六十三条第一項の規定により、都市計画事業の事業計画の変更を認可したので、同条第二項の規定において準用する同法第六十二条第一項の規定に基づき、次のとおり告示する。

平成二十八年三月十七日

近畿地方整備局長 山田 邦博

- 一 施行者の名称 福井県
- 二 都市計画事業の種類及び名称 昭和五十三年建設省告示第二百九十八号嶺北北部都市計画及び福井都市計画下水道事業九頭竜川流域下水道（竹田川処理区）
- 三 事業施行期間 自昭和五十三年三月十日至平成二十三年三月三十一日
- 四 事業地

収用の部分 変更なし
使用の部分 なし

○近畿地方整備局告示第三十八号

都市計画法（昭和四十三年法律第百号）第六十三条第一項の規定により、都市計画事業の事業計画の変更を認可したので、同条第二項の規定において準用する同法第六十二条第一項の規定に基づき、次のとおり告示する。

平成二十八年三月十七日

近畿地方整備局長 山田 邦博