

## ICT を用いたコンクリート仕上げの高さ管理システムの開発

大日本土木(株) 正会員 ○長谷川 勝幸  
 大日本土木(株) 正会員 花井 敦  
 大日本土木(株) 中田 光治

### 1. 開発の背景

近年、既設道路橋においてアスファルト舗装のポットホールやコンクリート床版の砂利化等の損傷事例が多く報告されている。これはコンクリート床版上面の凹部への滞水が原因とされている<sup>1)</sup>。これより、仕上げ時に凸凹がないように精度良く施工することが重要である。

一般的にコンクリート上面を仕上げる際は、数 $m^2$ ごとに設置した高さ目印を作業員が目視で確認しながらトンボとコテでならすため、熟練者と未熟練者で仕上げの精度に差が生じる。しかし、建設業就業者数の減少、建設業就業者の高齢化および建設技能労働者（左官）不足の状況が続いているため、今後の熟練者不足が懸念される。

これらの問題を解消するため、自動追尾トータルステーション（以下、自動追尾 TS と称する）を活用したコンクリート打設時の仕上げ高さ管理システムを開発した。本稿では、その開発と実証試験の結果について報告する。

### 2. システムの概要

開発したシステムは、自動追尾 TS と測量用 $360^\circ$ プリズム、スマートグラス、タブレット PC および再追尾と高さ登録のための TS コントローラーで構成される（図-1）。トンボとコテに測量用 $360^\circ$ プリズムを取り付け、自動追尾 TS で常時その位置を計測する（写真-1,写真-2）。計測した値をタブレット PC で演算し、作業員が付けたスマートグラスおよびタブレット PC のモニタに計測結果を映し出す。作業員は、それぞれのモニタで高さを確認しながらコンクリート上面のならしおよび仕上げ作業を行う。

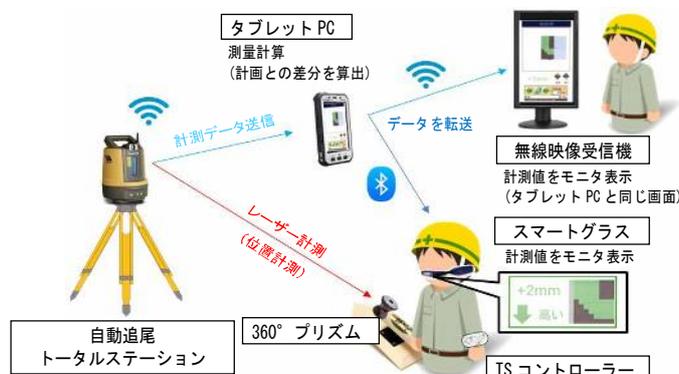


図-1 システムの概要図

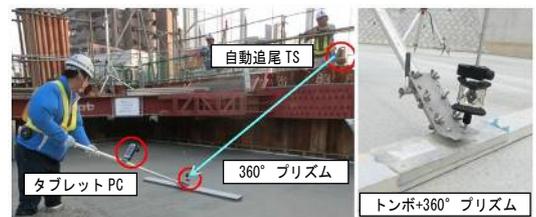


写真-1 トンボを用いた計測状況

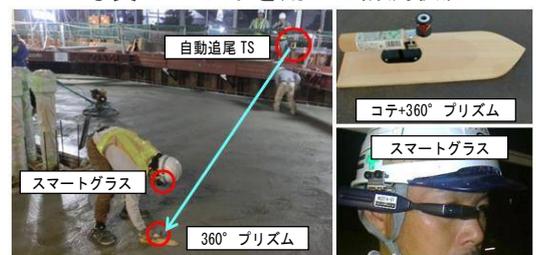


写真-2 コテを用いた計測状況

### 3. システムの利用・活用方法

本システムは、コンクリート上面を三次元座標で計測および管理するため、勾配や曲面のあるコンクリート床版およびコンクリート舗装など幅広く適用ができる。

計測に必要なデータの設定はタブレット PC で行う。図面データを挿入し、計測する座標の範囲、設計高さおよび管理値等を設定することで計測ができる。設定画面の例を図-2 に示す。画面左上に座標の範囲を入力すると、画面下にその範囲が格子状に表示される。また、画面右上に管理値に応じた値を入力すると、格子状に色別で設計高さとの差が表示される。

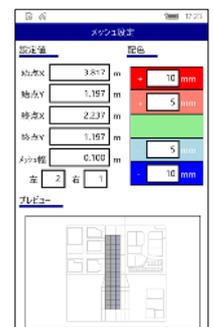


図-2 設定画面

キーワード コンクリート 仕上げ 品質向上 スマートグラス ICT

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6 丁目 16 番 6 号 大日本土木(株) 土木本部土木技術部

TEL 03-5326-3939 FAX 03-5326-3945

スマートグラスおよびタブレット PC に映し出される計測画面を、それぞれ図-3および 図-4 に示す。どちらも枠で囲まれているマス目が現在の施工箇所であり、設計値との差がミリ単位で表示される。

仕上げ終えたマス目は、タブレット PC または TS コントローラーの記録ボタンを押すことで、仕上げ高さとして保存される。

仕上げ高さのデータをタブレット PC により出力することで、出来形管理記録を作成することができる(図-5)。

作業中に自動追尾 TS がプリズムを見失った場合には、画面に“サーチ中”と表示される。手元の TS コントローラーより自動追尾 TS の向きを調整することで、計測を再開できる。

本システムはすべて無線で連動しており、自動追尾 TS の有する Wi-Fi 機能によって計測中のデータをタブレット PC へと送り、タブレット PC の Bluetooth 機能によってスマートグラスに映し出している。他に無線映像受信機を追加することで、作業員以外の者もコンクリート仕上げ高さをリアルタイムに確認できる。

**4. 性能確認試験**

**4.1 試験内容**

従来施工と本システムにおける高さ精度を比較するために、当社施工の下部工におけるフーチング上面 (15m×16m) をそれぞれ[従来施工 (トンボ+コテ)], [本システムトンボ+従来施工コテ], [本システム (トンボ+コテ)] によって施工し、その結果を検証した。

**4.2 結果**

表-1 に各施工方法による試験結果を示す。これより、[従来施工 (トンボ+コテ)] と比べ、[本システムトンボ+従来施工コテ], [本システム (トンボ+コテ)] と順を追って出来形の高さ範囲が小さくなり、ばらつきが少なくなっている(図-6)。また、[従来施工 (トンボ+コテ)] と [本システム (トンボ+コテ)] の結果を比較すると高さのばらつき (標準偏差) が半分になっている。

本試験は経験 15 年の熟練者により施工されたが、従来施工と本システムによる施工とで施工精度の差を確認できたため、未熟練者による施工では、より精度の差が顕著になると考えられる。

**5. まとめ**

本システムを用いることで、仕上がりの出来形精度が向上することが確認できた。このシステムにより、未熟練者でも熟練者と同様以上の高精度なコンクリートの仕上げで施工できることが期待される。

高さ目印の数が大幅に軽減できる。打設範囲が 240m<sup>2</sup> の場合は、設置作業の時間が 2 日から 1 日まで短縮された。また、労務費などの低減によりコンクリートならしと仕上げの施工費が 40% 程度縮減できた。

仕上げ面積の広いコンクリート構造物ほど省人化、工事日数削減およびコスト縮減に大きく貢献できる。

現在スマートグラスの連続稼働時間は 1~2 時間程度である。これに伴う作業の中断を無くすために、太陽光による充電システムの開発を進めていく予定である。

**[参考文献]**

- 1) 松井繁之：移動荷重を受ける道路橋 RC 床版の疲労強度と水の影響について コンクリート工学年次論文報告集 9-2, pp.627~632(1987)



図-3 スマートグラス画面

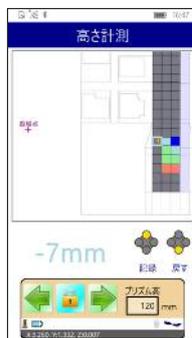


図-4 タブレット PC 画面

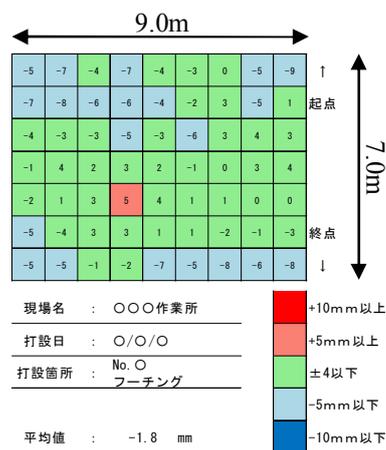


図-5 出来形管理記録

表-1 出来形精度比較表

項目	従来施工 (トンボ+コテ)	本システムトンボ+従来施工コテ	本システム (トンボ+コテ)
出来形の高さ範囲	-7~+8mm(15mm)	-6~+4mm(10mm)	-4~+4mm(8mm)
高さ精度 (標準偏差)	2.05	1.15	1.02

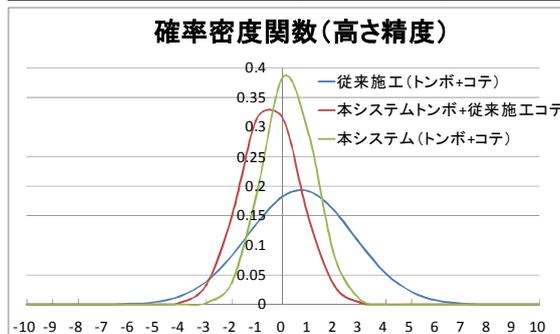


図-6 高さ精度グラフ