

# 論文 PC 橋床版コンクリートの品質向上および施工の合理化に関する研究

室田 敬<sup>\*1</sup>・佐々木 亘<sup>\*2</sup>・中村 健一<sup>\*3</sup>・宮川 豊章<sup>\*4</sup>

**要旨:** プレストレストコンクリート (PC) 橋の施工において、床版は供用後最も過酷な条件に曝される部位であるため、より高い品質が求められる。一方、労務の確保が困難になりつつある昨今において、床版コンクリートの天端均しは身体的に厳しい労務の一つであり、改善が求められている。本文では、欧州で使用されている専用機材による天端均しシステムを取り上げ、試験施工を実施し、締固めエネルギーの把握と品質向上効果についての検証を行った。この結果、品質の均一性、強度、耐久性に一定の改善効果が認められ、床版施工における品質の向上と施工の合理化が期待できることがわかった。

**キーワード:** PC 橋, 床版, 品質, 締固めエネルギー, 施工の合理化

## 1. はじめに

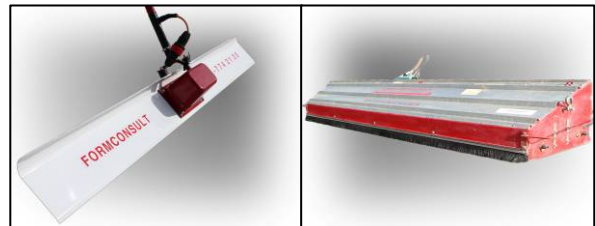
PC 橋の耐久性向上を図る上で、現場打ち床版の施工の良否は重要なポイントの一つとなる。床版は供用後最も過酷な条件に曝される部位である。一般的な現場打ちの PC 橋のみならず、施工の合理化として近年採用が増えているプレキャスト部材を活用した PC コンポ橋等においても、床版コンクリートの施工は現場打ちの場合が少なくない。本部位の良否が橋梁の耐久性に大きな影響を与えるものであるが、その品質は左官工の経験と技量に委ねられているのが現状である。

一方、国土交通省建設労働需給調査結果 (平成 25 年 10 月調査)<sup>1)</sup>によれば、全国の 6 職種 (型わく工-土木, 型わく工-建築, 左官, とび工, 鉄筋工-土木, 鉄筋工-建築) の不足率は 3.6%にのぼり、昨今の若者の建設業離れと災害復旧需要が相まって不足率は増加傾向にあり、労務の確保は年々難しくなっている。また、一般の土間コンクリート等に比べて粘性が高く凝結の速い早強コンクリートを中腰で長時間にわたって強い力で押さえることが求められる PC 橋の床版コンクリートの天端均しは (写真-1)、身体的に厳しい労働であり、今後生産システムとしての改善が求められている工種の一つである。

このような状況から、PC 橋建設の合理化を図る上で、床版の“品質の向上が可能でかつ、施工の省力化が可能”な施工システムの開発は喫緊の課題であると考えられる。よって本稿では本課題に対する改善策として、床版コンクリートの天端均しの機械化施工を検討する。ここでは、振動トンボおよび仕上げロボットによる天端仕上げシステム<sup>2)</sup> (写真-2) を取り上げ、締固めエネルギーと床版表層部の強度・耐久性および施工効率に着目し、品質確認試験を実施しその効果について検証を行った。



写真-1 天端均し状況



振動トンボ

仕上げロボット

写真-2 天端均しシステム

## 2. 試験概要

### 2.1 試験施工のフィールド

写真-3 に示す土間コンクリートを試験フィールドとした。使用するコンクリートは、PC 上部工の厚さ 20cm の床版を想定し、設計基準強度 40N/mm<sup>2</sup>、スランプ 12cm の早強コンクリートとした (表-1)。

品質確認試験への影響を考慮し、3 種類が同一の生コン車 (4.25m<sup>3</sup>) のコンクリートで構築できるよう、面積配分を決定した。コア抜きによる供試体を採取する部位は、実際のコンクリート床版を模擬し、D13 の鉄筋を純かぶり 30mm、間隔 250mm で縦横にメッシュ状に配置した (図-1)。打設後は材齢 14 日まで湛水養生を行い、材齢 15 日にコアを採取した。

\*1 三井住友建設 (株) 大阪支店土木部技術担当部長 (正会員)

\*2 三井住友建設 (株) 技術開発センター土木材料グループ 工修 (正会員)

\*3 三井住友建設 (株) 大阪支店土木部技術グループ課長代理

\*4 京都大学大学院 社会基盤工学専攻教授 工博 (正会員)



写真-3 試験フィールド

表-1 コンクリートの仕様

コンクリートの種類による記号	呼び強度 N/mm <sup>2</sup>	スランプ cm	粗骨材の最大寸法 mm	セメントの種類による記号
普通	40	12	20	H

配合表(kg/m<sup>3</sup>)

セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤	水セメント比	細骨材率
		S	G			
C	W	a		A	W/C (%)	s/a (%)
435	174	704	1,005	3.48	40	41.2

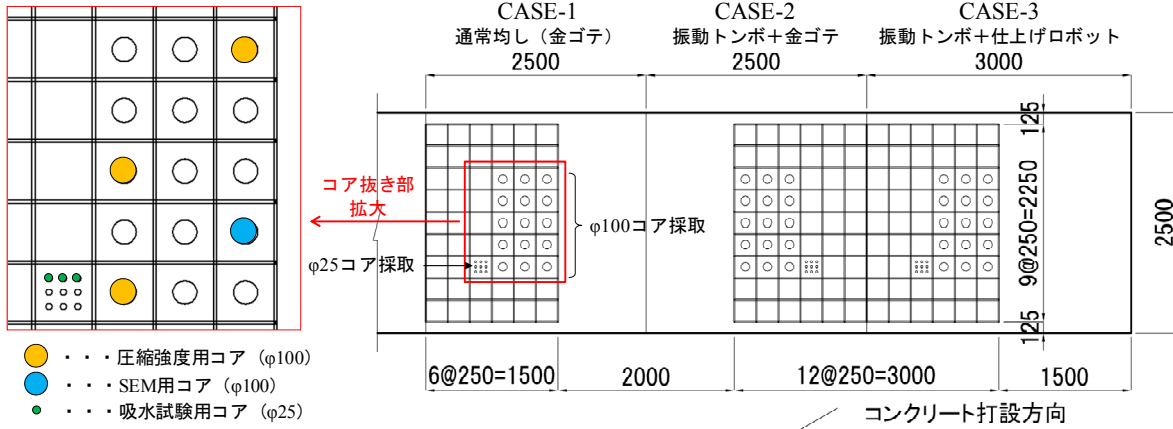


図-1 試験フィールド平面図

試験は、以下の3フィールドとした。

- CASE-1 通常均し（下層：パイブレータ，表層：木ゴテ均し+金ゴテ仕上げ）
- CASE-2 下層：パイブレータ，表層：振動トンボ+金ゴテ仕上げ
- CASE-3 下層：パイブレータ，表層：振動トンボ+仕上げロボット

下層の締固めには、一般的に用いられる高周波パイブレータ（φ60mm，200Hz）を使用した。パイブレータによる締固め完了後、引き続き、振動トンボによる締固めを実施（CASE-2,3）し、約10分後に仕上げロボットを使用（CASE-3）した。なお、連続してコンクリートを打設できるよう、各CASE間に仕切等を設けていない。よって、コア抜き供試体の採取位置は、隣接CASEの振動の影響を受けないよう、各CASEの中央付近とした。

打設直前の品質確認試験では、外気温31℃，スランプ13cm，空気量3.2%，コンクリート温度32℃であった。

## 2.2 天端均しシステム

### (1) 振動トンボ

本機はトンボと呼ばれる平坦均し具に振動機が装備された機材である。コンクリート表面に振動を与えることと、自身の重量により表層部の締固めおよび鋤簾やスコップ、木ゴテやプラゴテに相当する平坦化作業を行う。基本仕様：幅200cm，重量9kg，電源240V（50Hz）

### (2) 仕上げロボット

本機は2本のローラーに床版仕上げ用ゴム材と振動

機が装着されており、ローラーの回転に伴いこれを覆ったゴム材が回転しながら走行することで、コンクリート天端に圧力と振動を与える仕組みになっている。走行は有線のリモコンにより前進と後退ができる。走行速度は毎分12mである。振動は走行時にオン、オフを切り替えることができる。本機は、圧力と振動によりコンクリート天端の平滑化を迅速に行う。

基本仕様：幅220cm，長さ72cm，重量70kg，電源240V（50Hz）

## 2.3 測定項目

### (1) 天端均しシステムに生じる加速度

振動トンボおよび仕上げロボット本体に生じる加速度（鉛直方向）を測定し、エネルギーを把握する。

### (2) コンクリート中の加速度

コンクリート中に加速度計を設置し、コンクリート表層部に伝達される加速度（鉛直方向）を計測し、そのエネルギーを把握する。

### (3) 硬化後のコンクリートの品質

CASE-1～CASE-3について、コンクリート表層部に着目して以下の品質確認試験を実施した。

- 1) テストハンマーによるコンクリート天端の反発度
- 2) 表面2点法による弾性波伝播速度
- 3) 小径コアによるコンクリート天端の吸水試験
- 4) φ100mmコアによるコンクリートの圧縮強度試験
- 5) 走査型電子顕微鏡による細孔構造観察

### 3. 試験結果

#### 3.1 加速度測定の概要と結果

##### (1) 天端均しシステム機材が発する鉛直方向加速度

振動トンボは、床に置いた状態で電源を入れると、跳ね上がるために測定が困難である。そこで、振動トンボの加速度の測定は、引棒（天端均し時に振動トンボを引っ張る棒）を取り付ける金具を万力にてH鋼の架台に支持して行った。加速度計は振動トンボ中心部の裏面に接着剤にて取り付けた。写真-4に計測状況を示す。

仕上げロボットはゴムローラーが回転しなければ振動しない構造になっているため、このままでは測定が困難である。また、ローラー下面に計器を配置することも難しい。そこで、計測に際しては、一部電気配線を変更し、ゴムローラーが回転しなくても振動する構造とした。また、仕上げロボットを上下反転させ、振動面を上面とすることで計測可能な状態にした。この際ゴムローラー上面には木製型枠パネル（厚さ 12mm）を設置し、この上に自重相当の 70kg の重りを載せることで、施工状態に近づけた。加速度計は5点配置し、型枠パネルに接着剤にて取り付けた。写真-5に計測状況を示す。

振動トンボの加速度測定結果を図-2に示す。最大加速度の平均値は  $18\text{m/s}^2$ 、振動数は 20Hz であった。

仕上げロボットはコンクリート面に接する面積が大きいので、合計5点で計測を行い平均で評価した。最大加速度の平均値は  $13\text{m/s}^2$ 、振動数は 47Hz であった。



写真-4 振動トンボの加速度計測状況

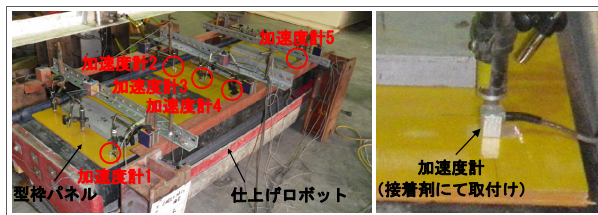


写真-5 仕上げロボットの加速度計測状況

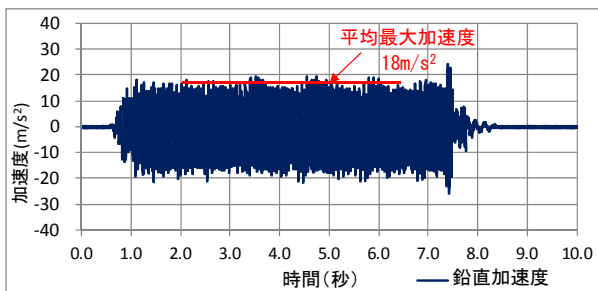


図-2 振動トンボ鉛直加速度計測結果

##### (2) コンクリートに伝達した鉛直方向加速度

CASE-3において、振動トンボと仕上げロボットがそれぞれコンクリートに伝達した加速度を、深さ 0, 10, 20, 30mm について測定した。加速度センサは防水型低容量加速度計を使用した。各加速度センサは、4 隅を糸で固定し、支持している鉄筋と縁をきることで、支持鉄筋自体の振動の影響を受けることなく、コンクリート自体の振動の加速度を抽出できるようにした（写真-6）。最大加速度の計測結果を図-3に示す。図中の実線および破線は、振動トンボおよび仕上げロボットの近似式（指数関数）である。振動数は振動トンボ 30Hz、仕上げロボット 43Hz であった。

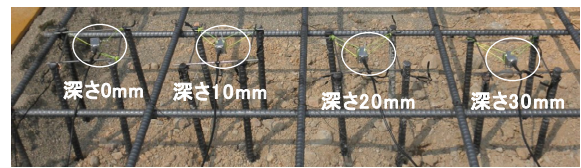


写真-6 加速度センサ設置状況

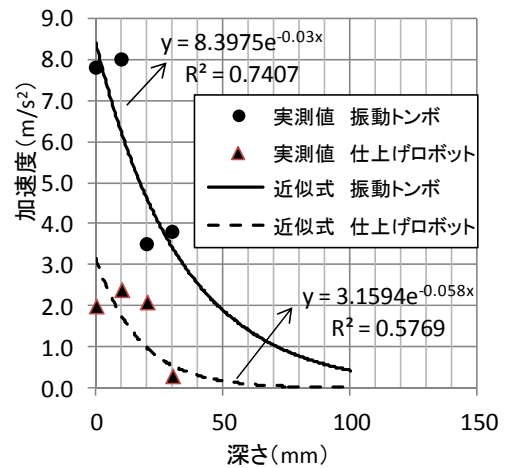


図-3 コンクリート中の最大加速度計測結果

##### (3) 締固めエネルギーの推定

コンクリートに伝達される強制振動の締固めエネルギー（仕事量）は、2010年制定コンクリート標準示方書〔規準編〕<sup>3)</sup>に基づき、式(1)で求める。

$$E_{ii} = m_{ii} \cdot \alpha_{\max}^2 \cdot t_i / (2\pi)^2 f \quad (1)$$

$E_{ii}$  : 締固め仕事量 (J/L : J = kg · m<sup>2</sup> · s<sup>-2</sup>)

$m_{ii}$  : 試料の密度 (kg/L)

$\alpha_{\max}$  : 正弦波振動の最大加速度 (m/s<sup>2</sup>)

$t_i$  : 振動時間 (s)

$f$  : 振動数 (s<sup>-1</sup>)

本式を用いて、試料の密度 (kg/L) の代わりに天端仕上げ機材の重量  $m$  (kg) を代入し、計測で得られた結果を入力して単位時間 (秒) あたりで整理すると、機材が発するエネルギー（仕事率）は表-2で表される。



表一 天端仕上げ機材の発するエネルギー

	重量 m (kg)	$\alpha_{max}$ (m/s <sup>2</sup> )	$t_i$ (s)	f (s <sup>-1</sup> )	$E_{ti}$ (J)
振動トンボ	9	18.0	1.0	20.0	3.693
仕上げロボット	70	13.0	1.0	47.0	6.376

試験施工において機材によってコンクリートに作用したエネルギーを算出する。ここでは、加速度の計測結果図-3より、機材直下のコンクリート天端から5cmの位置に伝達されたエネルギーの算出を試みる。1秒あたりの各深さのエネルギーを深さ方向の最大加速度(図-3における近似式)より求め、この平均値に図-4のように機材直下5cmのコンクリートの体積を乗ずることで、この範囲に伝達されたエネルギーが得られる(表-3)。

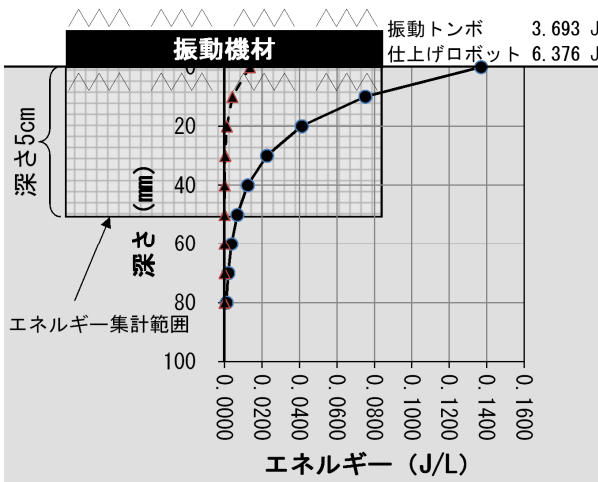


図-4 コンクリート中のエネルギーの分布

表-3 コンクリート表層部5cmに伝達したエネルギー(1秒あたり)

	深さ mm	$m_{ti}$ kg/L	$\alpha_{max}$ (推定) m/s <sup>2</sup>	$t_i$ s	f s <sup>-1</sup>	$E_{ti}$ J/L
振動トンボ	0	2.3	8.4	1.0	30.0	0.137
	10	2.3	6.2	1.0	30.0	0.075
	20	2.3	4.6	1.0	30.0	0.041
	30	2.3	3.4	1.0	30.0	0.023
	40	2.3	2.5	1.0	30.0	0.012
	50	2.3	1.9	1.0	30.0	0.007
	平均					
機材下面5cmのコンクリートに与えられるエネルギー(J) $E=0.049 \times (200/10) \times (17.5/10) \times (5/10)=0.861$						
仕上げロボット	0	2.3	3.2	1.0	43.0	0.014
	10	2.3	1.8	1.0	43.0	0.004
	20	2.3	1.0	1.0	43.0	0.001
	30	2.3	0.6	1.0	43.0	0.000
	40	2.3	0.3	1.0	43.0	0.000
	50	2.3	0.2	1.0	43.0	0.000
	平均					
機材下面5cmのコンクリートに与えられるエネルギー(J) $E=0.003 \times (200/10) \times (70/10) \times (5/10)=0.230$						

表-4 は、振動機材のエネルギー(鉛直方向)が機材直下のコンクリート表層部5cmに伝わった割合を示したものである。結果は振動トンボで23.3%、仕上げロボットで3.6%であった。表層部5cmに伝達されなかったエネルギーは、使用時に発生する音や機材直下5cm以外の

コンクリートの振動等に消費されたものと考えられる。

表-4 表層部5cmに伝達したエネルギーの比率

	振動トンボ		仕上げロボット	
	エネルギー J	比率 %	エネルギー J	比率 %
機材自体	3.693	100.0	6.376	100.0
表層5cm	0.861	23.3	0.230	3.6

また、振動トンボと比較して仕上げロボットの伝達率が低いのは、振動トンボによって締固められたコンクリートに使用すること、振動トンボに比べコンクリートの凝結が進んでから使用すること、また、振動トンボに比べ広い範囲に振動が広がるのが主要因と考えられる。このことから、仕上げロボットは締固めではなく、表層を叩くことによる平滑化に特化した機材であることがわかる。

コンクリート表層部の締固めエネルギーは、機材の発するエネルギーに比例し、施工速度(機材の走行速度)に反比例すると考えられる。今回の試験施工における施工速度は、振動トンボで3.0m/分、仕上げロボットで12m/分であったことから、今回と異なる機材を使用する場合には、機材の発する振動エネルギーを把握すれば、施工速度を調整することで同程度の締固め効果を得ることが可能と考えられる。

### 3.2 硬化後のコンクリートの品質試験結果

#### (1) テストハンマーによるコンクリート天端の反発度

材齢14日において、テストハンマーによるコンクリート表面の反発度試験を各ケース20点で実施した。試験結果を表-5に示す。金ゴテによる通常均し(CASE-1)は、反発度は3ケース中2番目であるが、バラツキを示す標準偏差が5.373と最も大きい。振動トンボ+金ゴテ(CASE-2)は、反発度はCASE-1より若干低いものの、標準偏差が2.328と最も小さく、より均一な品質を実現していることが確認できる。振動トンボ+仕上げロボット(CASE-3)は、標準偏差はCASE-2よりやや劣るものの、反発係数は3ケース中最も大きく、均一性・強度の発現ともに優れている結果となった。

表-5 反発度測定結果

	CASE-1	CASE-2	CASE-3
平均反発度 R	43.9	42.5	45.6
標準偏差 $\sigma$	5.373	2.328	3.662

#### (2) 表面2点法<sup>4)</sup>による弾性波伝播速度

材齢14日において、表面2点法による弾性波伝播速度の測定を実施した。表面2点法とは、構造体コンクリートの弾性波速度測定方法の一つで、間隔および感振方向が固定された2個の加速度センサを用いて衝撃弾性波の位相速度(伝播速度)を測定する方法である。コンク

リート強度が高いほど伝播速度は速くなる。

衝撃弾性波の伝播速度は、CASE-1：4,240m/s CASE-2：4,276m/s CASE-3：4,306m/s となり、CASE-3 が最も速く、CASE-1 が最も遅い結果となった。

表面2点法による衝撃弾性波の到達時間は、弾性波が最短距離を通過することから床版表層付近の強度が密接に関係すると考えられ、本結果から振動ロボットは表層付近の緻密化に影響を与えていると評価できる。

### (3) φ100mm コアによる圧縮強度試験

材齢18日において、鉛直コア(φ100mm)によるコンクリート圧縮強度試験を実施した。コアの外径および高さ(163.8~175.1mm)の違いによる補正係数(JIS A 1107:2002)を乗じた圧縮強度試験結果を表-6に示す。

圧縮強度に関して、本材料の設計基準強度は40N/mm<sup>2</sup>であり、コア供試体はいずれもこれを上回っている。しかしながらここでも通常仕上げのCASE-1に比べ、振動トンボによる振動を加えたCASE-2およびCASE-3の強度が高い結果となった。CASE-2およびCASE-3の間には明確な差異は認められなかった。以上により振動トンボによる振動が床版厚さ全域にわたりコンクリートの緻密化に影響を与えたものと考えられる。仕上げロボットにはこのような効果は認められず、締固めの効果はかぶりコンクリート(表層)の範囲に限定されたものと考えられる。

表-6 φ100mm コアによる圧縮強度試験結果

供試体 No.	CASE-1	CASE-2	CASE-3
1	56.8	58.1	54.9
2	49.9	56.9	58.9
3	55.0	60.0	60.8
平均	53.9	58.3	58.2

ここに、  
CASE-1：通常均し(金ゴテ)  
CASE-2：振動トンボ+金ゴテ  
CASE-3：振動トンボ+仕上げロボット

### (4)小径コアによるコンクリート天端の吸水試験

材齢29日において、小径コア(φ25mm)によるコンクリート天端の吸水試験をCASE-1~CASE-3で各々3体、合計9体実施した。片平・河野<sup>5)</sup>らの研究(以下、文献<sup>5)</sup>と称す)によれば、本試験方法は短期間で良好な結果が得られること、吸水性と耐凍害性、耐中性化性、耐塩分浸透性は密接に関連していることが報告されており、本試験結果が耐久性を評価する指標になりうると考えた。調査目的为天端コンクリートの品質であることから、コアの長さは天端から約5cmとした。コアは100~110℃で約2日間かけて完全に乾燥させた。その後、室温まで冷やし、これを一定時間沈めた時の吸水量を測定する。浸漬時間は2分、5分、10分、30分、1時間、3時間、6時間、4日、7日とし、時間毎に水中から引き上げ、質

量を測定する。測定に要する時間はそれぞれ10秒程度とした。コアを沈める水槽の水深は、水圧がどれも同じになるようコアの直径+1cm(=3.5cm)程度とした。

文献<sup>5)</sup>によれば、短時間の吸水量を評価するにあたって、外形の違いが結果に影響を与えることから、下記の式(2)による修正が提案されており、本研究においてもこれを採用することとした。

$$Q_s = \frac{m_n - m_0}{2\pi(r - 0.3)^2 + 2\pi(r - 0.3)(L - 0.6)} \times 100 \quad (2)$$

$Q_s$ ：修正吸水量 (g/cm<sup>2</sup>)

$m_n$ ：水中にn分間沈めた後のコア質量 (g)

$m_0$ ：コアの絶乾重量 (g)

$r$ ：コアの半径 (cm)、 $L$ ：コアの長さ (cm)

図-5は修正吸水量の経時変化の測定結果を示す。修正吸水量 $Q_s$ は経過時間1時間程度でほぼ収束しており、修正吸水量は文献<sup>5)</sup>におけるW/C=40%に近い結果となった。

CASE-1~CASE-3の比較を行う。CASE-1(通常均し)とCASE-2(振動トンボ+金ゴテ仕上げ)を比較すると、CASE-2は5%程度CASE-1より小さい結果となっており、振動トンボによる振動がコンクリートの緻密化に影響を与えたものと考えられる。また、CASE-2とCASE-3(振動トンボ+仕上げロボット)を比較すると、僅かではあるが修正吸水量、吸水率ともにCASE-3が小さい結果となっており、仕上げロボットは、その自重による圧力と振動で更なるコンクリート表面の緻密化に影響を与えたものと考えられる。

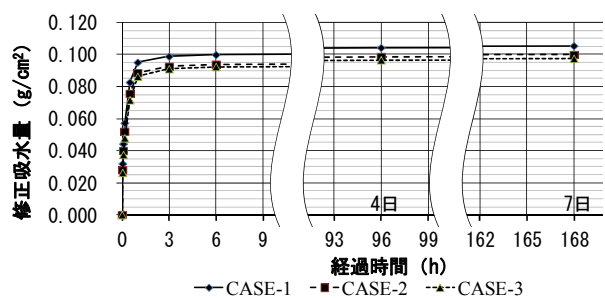
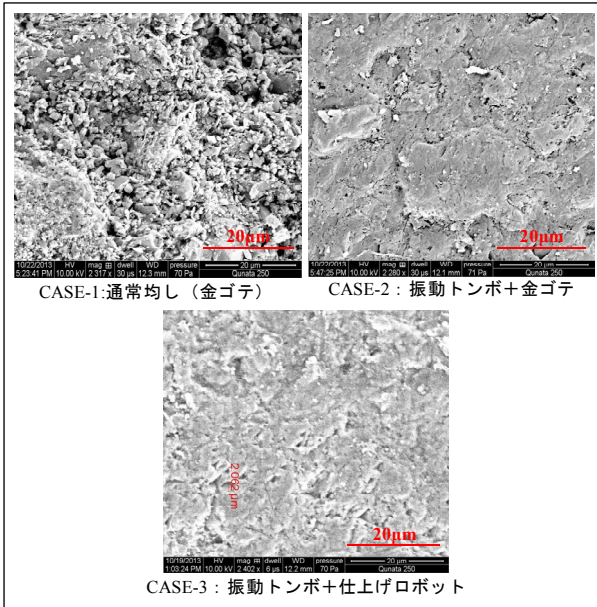


図-5 修正吸水量の経時変化

### (5) 走査型電子顕微鏡による細孔構造観察

φ100のコア供試体を鉛直方向に切断し、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いてコンクリート表層付近の細孔構造を観察した。観察結果を写真-7に示す。CASE-1は組織が粗く、空隙が見受けられる。これに対してCASE-2およびCASE-3は組織が緻密化していることがわかる。CASE-2とCASE-3では、明確な差異は認められない。この結果から、振動トンボによるコンクリート表層付近の緻密化効果が明らかとなった。



写真一七 走査型電子顕微鏡による表層付近の組織

#### 4. 作業効率に関する評価

PC橋の天端仕上げの作業は、平坦化（粗整形、木ゴテもしくはプラゴテ）→平滑化（金ゴテ）の作業からなっており、一連で左官1人あたり実働約20m<sup>2</sup>/時間（新名神高速道路芥川橋の実績）の作業効率である。一方、本研究における天端仕上げシステムでは、

##### ・振動トンボ（平坦化）

試験施工の実績より、施工速度3.0m/分  
時間あたり、3.0m/分×幅2.0m×60分=360m<sup>2</sup>程度の平坦化が可能となる。

##### ・仕上げロボット（平滑化）

基本仕様として、施工速度12m/分  
時間あたり、12m/分×幅2.0m×60分=1,440m<sup>2</sup>程度の平滑化が可能となる。

天端仕上げシステムは、実際の作業として機材のセットや電源コードの盛り替え等の段取り替えを考慮しても、平坦化と平滑化を合わせて時間当たり約200m<sup>2</sup>の天端仕上げが可能となると考えられるため、機械化により1システムあたり左官約10人分の施工能力が期待できる。

本試験では、施工面積が小さいため、作業員1人で両機材の操作が可能であったが、実施工においては、同時に稼動することが予想されるため、最低2人は必要となる。これらを踏まえ、今後、実施工において本システムの作業効率を検証する必要がある。

粘性の高いコンクリートを腰を屈めた状態で長時間力を込めて金ゴテ仕上げを行うことが求められる天端仕上げ作業は、PC高架橋建設工事の中でも身体的に厳しい作業の一つであり、労務の軽減の観点から、本システムの効果は大きいと考えられる。

#### 5. まとめ

本研究では、PC橋の床版施工に着目し、品質の向上と施工の合理化を目的として、その一手法として振動トンボと仕上げロボットによる天端仕上げシステムを取り上げ、その効果の確認を行った。その結果、以下が明らかとなった。

- (1) 機材が発する振動エネルギー（仕事率）は、振動トンボで3.693J、仕上げロボットで6.376Jであった。
- (2) 機材直下の表層5cmのコンクリートに伝達された振動エネルギーは、振動トンボで0.861J、仕上げロボットで0.230Jであった。これは機材が発したエネルギーの振動トンボで23.3%、仕上げロボットで3.6%に相当する。
- (3) 硬化コンクリートの試験結果は表一七の通りであり、本天端仕上げシステムの一部もしくは全部（CASE-2またはCASE-3）を用いた施工は通常施工（CASE-1）に対して品質向上の効果が認められた。
- (4) 今回と異なる機材を使用する場合には、機材の仕事率を把握し、施工速度を調整することにより同程度の締固め効果を得ることが可能と考えられる。
- (5) 機械化により1システムあたり左官約10人分の施工能力が期待できることから、労務の軽減が図れる。

表一七 硬化後コンクリートの試験結果一覧

試験項目	着目部位	着目性能	優劣
1. テストハンマーによる反発度	表層部	強度	C3>C1>C2
2. 衝撃弾性波の伝播速度	表層部上面	強度	C3>C2>C1
3. φ25mm コアによる吸水試験	表層5cm	耐久性	C3>C2>C1
4. φ100mm コアによる強度試験	床版全体	強度	C2>C3>C1
5. 走査型電子顕微鏡	表層部	緻密性	C3=C2>C1
凡例 C1:CASE-1 金ゴテ C2:CASE-2 振動トンボ+金ゴテ C3:CASE-3 振動トンボ+均しロボット			

#### 参考文献

- 1) 国土交通省土地・建設産業局建設市場整備課：建設労働需給調査結果（平成25年10月調査），2013.11
- 2) Form Consult AB：<http://www.rollit.se/>
- 3) 土木学会：2010年制定コンクリート標準示方書〔規準編〕土木学会規準および関連規準，pp220,2010.11
- 4) 独立行政法人土木研究所：衝撃弾性波試験 表面2点法による新設の構造体コンクリート強度測定要領（案）（H22修正），  
<http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/teikyuu.html>
- 5) 片平博，河野広隆：小径コアの短時間吸水量に着目したコンクリートの耐久性評価法の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，pp1599-1904,2002.6