

コンクリートの仕上げ時期が表層品質に及ぼす影響—音速分布と SEM 画像による検討

ものづくり大学	正会員	○森濱	和正
太平洋コンサルタント	正会員	沢木	大介
ものづくり大学	正会員	澤本	武博
三井住友建設	正会員	樋口	正典
三井住友建設	正会員	臺	哲義

1. はじめに

コンクリート床版において、コンクリートの仕上げ時期が表層品質に及ぼす影響について検討している^{1),2),3)}。今回は、文献3)の超音波（土研法）⁴⁾（以下、単に土研法と呼ぶ）による深さ方向の音速分布を推定した後、コアを採取し表層の断面を走査電子顕微鏡（SEM）によって観察したので、両結果を併せて考察した。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの種類および床版試験体の作製

床版試験体の作製に使用したコンクリートは、RC床版の施工を想定し、普通ポルトランドセメントを用いた呼び強度27、スランプ12 cm、粗骨材の最大寸法20 mmのレディーミクストコンクリートである。

試験体は、長さ1380 mm、幅1380 mm、厚さ300 mmであり、コンクリートをトラックアジテータからシュートで直接打ち込み内部振動機を用いて締め固めた。

2.2 仕上げ時期および養生方法

コンクリート打込み後、荒仕上げを行い、その後タイミングを変えて金鰻仕上げを行った。金鰻仕上げ開始時間は、ブリーディング試験（JIS A 1123）とプロクター貫入試験（JIS A 1147）を行い、打込み直後（0時間）、打込み後1.5時間後のブリーディング水が浮いている状態（ブリーディング率1.0%）、4.5時間後のブリーディング終了時、凝結始発時間の5.5時間とした。試験体は、金鰻仕上げ時間（0、1.5、4.5、5.5時間）ごとに作製し、試験体名を0h、1.5h、4.5h、5.5hとした。

荒仕上げ、金鰻仕上げは、仕上げ補助・養生剤（以下、仕上げ剤と呼ぶ）を150 ml/m² 噴霧して行った。金鰻仕上げ直後、24時間シート養生を行った後、湿潤マットとシートを併用した給水養生を材齢7日まで行った。

2.3 土研法による床版表面の測定とSEM観察

土研法は、測線上を探触子間隔を漸増させながら伝搬時間を測定し、両者の関係からコンクリート内部（表面から深さ方向）の音速分布を推定する方法である。測線は、試験体中央の一辺1 mの正三角形とし、測線右、左、下とした。探触子間隔は各測線の中央から300 mmまでは25 mmずつ漸増、600 mmまでは50 mmずつ漸増、1000 mmまでは100 mmずつ漸増させた。測定は、コンクリート打設後56日で行った。その後、測線の中心付近からφ100 mmのコアを採取し、切断面表層部の研磨面のSEM画像（反射電子像）を観察した。

3. 実験結果

3.1 土研法によるコンクリート内部の音速分布推定結果³⁾の概要

土研法によるコンクリート内部の音速分布推定結果を図1に示す。図1は、各試験体の右測線の結果であり、文献3)の結果を見直し、修正している。

表面の音速は極めて遅く、表面からの深さに応じて急激に速くなっており、特に深さ数mm程度の変化が大きかった。特に表面音速の違いは大きく（図1の○印）、5.5hの表面音速に対し、0hと4.5hは約200m/s遅く、1.5hは約400m/s遅くなっていた。つまり、表面音速は、5.5h>4.5h≒0h>1.5hの順に遅くなっていた。この順番は、文献1), 2)の表層引張強度試験、反発度、引っかけ傷幅、表面吸水試験結果などほぼ同様の結果であった。

キーワード 床版、仕上げ時間、表層品質、走査電子顕微鏡（SEM）、超音波（土研法）、音速分布

連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333 ものづくり大学建設学科 澤本研究室 TEL 048-564-3856

深さ 10 mm 程度より深い部分の音速変化は小さくなり、60～100mm 以深では 4100 m/s 程度で収束していた。

3.2 SEM 画像による表層の状態

図 2 に各試験体の SEM 画像を、図 3 には図 2 の 1.5h と 4.5h の黄色枠部分の拡大画像を示す。

(1) 画像は、大きく分けて 0h, 1.5h と、4.5h, 5.5h に分類できる。

(2) 0h と 1.5h は、表面から深さ 1mm 程度までの領域が暗く観察され、組織は空疎である。1.5h の方が顕著である。ブリーディング水や気泡の移動により疎で脆弱な層が形成されたものと考えられる。また、表面の凹凸も大きい。骨材の下にひび割れも観察される。1.5h はブリーディング水の巻き込みと思われる層も観察される（図 3 の左図）。

(3) 0h, 1.5h に比べ、4.5h と 5.5h は、緻密であり、表面の凹凸も小さく滑らかである。

(4) 表面の凹凸の 0h, 1.5h と、4.5h, 5.5h の違いは、0h と 1.5h は、硬化していない状態で鍍仕上げしたため、また切断の際に表層が脆弱なことから欠落したためと思われる。

(5) いずれの試験体も 1mm より深い部分の組織は、明確な差異は認められなかった。仕上げのタイミングの影響は、1mm 程度までの表面に明確に認められた。

図 1 の音速分布の結果は、SEM 画像の結果とほぼ一致している。

4. まとめ

床版の仕上げ時期が表層品質に及ぼす影響を SEM 画像によって検討し、表面から 1mm 程度までの領域の組織は空疎であった。特にブリーディングが継続している 0h と 1.5h は顕著であった。それ以深に明確な差異は認められなかった。超音波の結果もほぼ同様の傾向であった。

参考文献

- 1) 真下舞子ほか：コンクリートの仕上げ時期が床版の表層強度に及ぼす影響，土木学会年次講演会，p.V-143，2020.9
- 2) 坂本大河ほか：コンクリートの仕上げ時期が床版の耐久性に及ぼす影響，土木学会年次講演会，p.V-144，2020.9
- 3) 森濱和正ほか：コンクリートの仕上げ時期が床版の超音波伝搬速度に及ぼす影響，土木学会年次講演会，p.V-145，2020.9
- 4) (独)土木研究所・(社)日本非破壊検査協会：非破壊・微破壊試験によるコンクリート構造物の検査・点検マニュアル，大成出版社，pp.121-131，2010.8

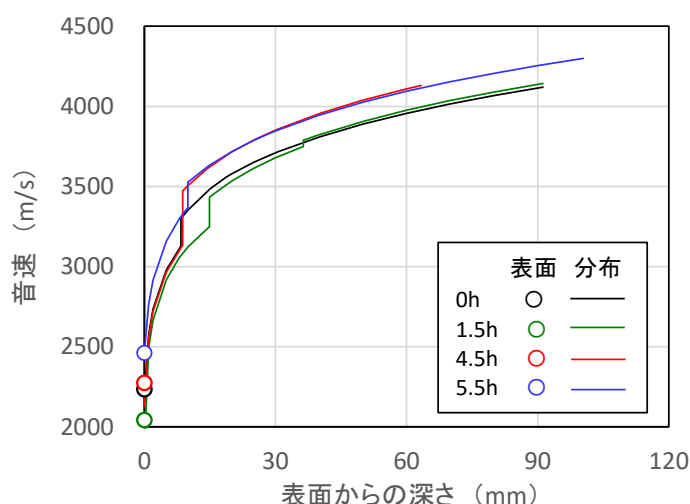


図 1 金鍍仕上げ時間ごとのコンクリート内部の音速分布（測線右）

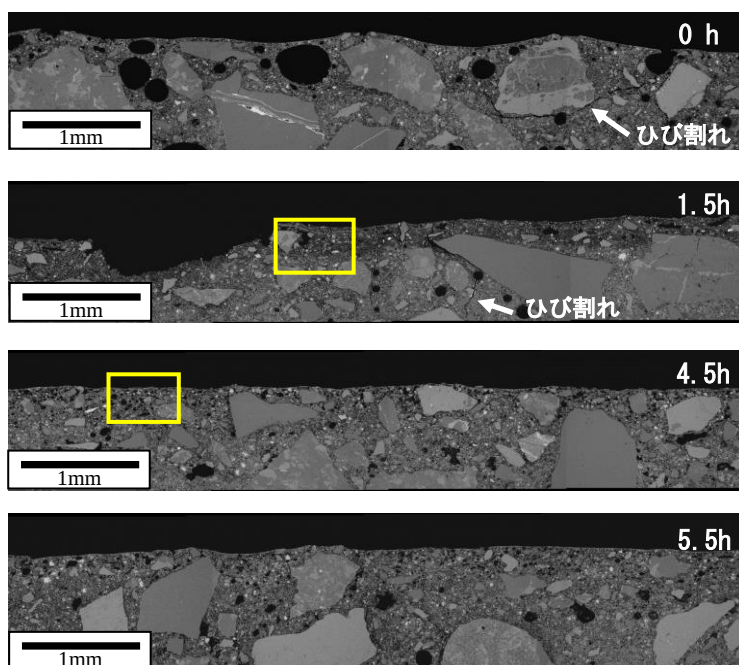


図 2 SEM 画像（上から 0h, 1.5h, 4.5h, 5.5h）

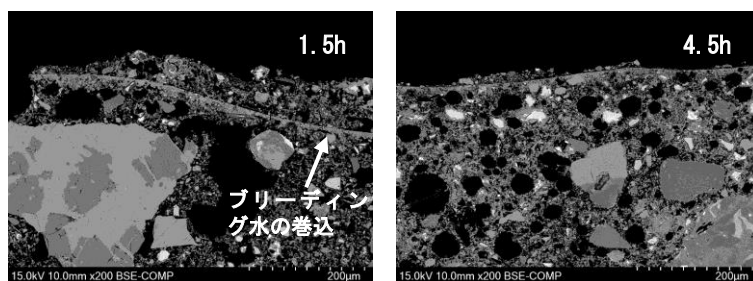


図 3 SEM 拡大画像（左が 1.5h, 右が 4.5h）