# 表層コンクリート評価に向けた基礎的検討

芝浦工業大学　○中島隆
株式会社佐藤工業　北川真也
芝浦工業大学　伊代田岳史

## 1．はじめに

コンクリート構造物の耐久性を確保するために，コンクリートの表層品質を向上させることが求められている．コンクリートの表層品質が低下すると，コンクリート表面から劣化因子の $CO_2$ や $Cl^-$がコンクリート内部に侵入し，鉄筋腐食などを引き起こす．近年，施工されたコンクリートの表層品質を新設段階で調査することがあるが，現場での簡易透気試験，簡易吸水試験が主に用いられている．しかし，これらの試験では計測時間が長時間であること，計測時にコンクリートの含水率の影響を受けるという問題点がある．そのため，精度よく容易に表層品質を捉えることが求められている．

そこで，本研究では**図－１**に示すハンディ型の軽量な超音波速度測定装置を使用し得られる超音波速度を用いることにより，コンクリート表層品質の簡易的な評価を試みた．既往の研究 1)より，超音波速度測定装置から得られる超音波速度は強度に依存することが報告されている．しかしながら表層部では物質移動抵抗性が重要と考えられる．そこで，本研究ではコンクリートを構成する骨材，ペースト，空隙に着目し，これらの性質をコンクリートの粗骨材単位体積割合，水セメント比，空隙率を変化させてその影響を確認した．また，試験体を吸水させ計測時の含水率の影響を確認した．

## 2．試験概要

### (1)　使用材料および試験体諸元

本研究に用いたコンクリートの計画配合を**表－１**に示す．セメントは，普通ポルトランドセメントを使用した．水中養生を 7 日間行った後，恒温恒湿環境下に静置し，材齢 28 日時の超音波速度を計測した．粗骨材，ペーストの影響を把握するために細骨材率 40，45，50%の 3 種類を水セメント比 40%，60%で作製した．水セメント比 40%細骨材率 45%の配合と水セメント比 55%細骨材率48%の配合で空隙率が超音波速度に与える影響を調査した．また，水セメント比 55%の配合で作製した試験体を材齢 28 日後 7 日間吸水させ含水率と超音波速度の経時変化を計測した．なお作製した試験体寸法は 100×100×400mm とし，空隙率測定試験では試験体を割裂し，3cm 角の試料を採取した．

**図－１　使用した超音波速度測定装置**

**表－１　コンクリートの計画配合**

| W/C (%) | s/a (%) | 単位量(kg/m$^3$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | W | C | S | G |
| 40 | 40 | 170 | 425 | 677 | 1054 |
| | 45 | | | 761 | 966 |
| | 50 | | | 846 | 878 |
| 60 | 40 | 170 | 283 | 723 | 1126 |
| | 45 | | | 814 | 1033 |
| | 50 | | | 904 | 939 |
| 55 | 48 | 170 | 309 | 864 | 947 |

### (2)　超音波速度計測

**図－１**に本研究で使用した超音波速度測定装置を示す．作製した試験体の 2 側面中央部で 2 回，超音波速度を計測し平均値を算出した．

### (3)　含水率測定試験

吸水が完了した試験体を**(2)**の超音波速度計測と同一部で含水率を計測し，計測にはモルタル・コンクリート水分計を使用し計測を行った．

### (4)　空隙率測定試験

アルキメデス法により空隙率を算出した．試験体を飽水状態にするため 6 時間真空ポンプにて減圧し，飽水処理後の飽水重量と飽水状態での水中重量を計測し以下の式にて空隙率を算出した．

$$空隙率(\%)=\frac{飽水重量-絶乾重量}{飽水重量-水中重量}\times 100$$

## ３．試験結果と考察

### ３．１　粗骨材と超音波速度の関係

**図－２**に粗骨材と超音波速度の関係を示す．W/C40%，W/C60%どちらにおいても粗骨材の単位体積割合が増加すると，超音波速度は増加した．また，同程度の割合でも超音波速度に差が見られることからペースト部分（水セメント比）の影響も確認された．

### ３．２　空隙率と超音波速度の関係

コンクリートの空隙率と超音波速度の関係を**図－３**に示す．空隙率が増加すると超音波速度が低下した．空隙が少なく緻密なコンクリートほど，超音波速度が速くなると考えられる．

### ３．３　含水率，質量減少率と超音波速度の関係

**図－４**に含水率と超音波速度の関係を示す．含水率の低下に伴い超音波速度は減少するが，超音波速度の変異は直線的ではなく急激な低下が見られ，含水率が 5.5%を下回ると超音波速度の減少は緩やかになった．これは，コンクリート表層部分の乾燥状態が一様に進行するのではなく，深さごとに空隙内の水分量が変化し，乾燥が進行しているためだと考えられる．また，**図－５**に質量減少率と超音波速度の関係を示す．質量減少率が 2%を超えると超音波速度の低下が緩やかになった．これは，超音波速度に影響する表層部の水分が蒸発したためだと考えられる．

## ４．まとめ

(1) 粗骨材，空隙率と超音波速度の関係を整理すると，粗骨材単位体積割合やペースト部分の変化に比べて空隙率が増加することによって起こる超音波速度の変化量が大きい．

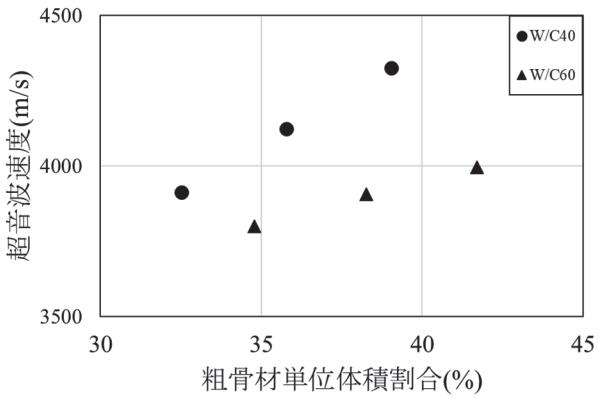
(2) 含水率，質量減少率と超音波速度の関係から，コンクリート内部の空隙が水を含むと本研究の範囲では超音波速度が増加する．

(3) コンクリート内部を伝わる超音波速度は骨材，ペースト部分，次いで水で満たされた空隙，最後に水を含まない空隙の順番であると考えられる．

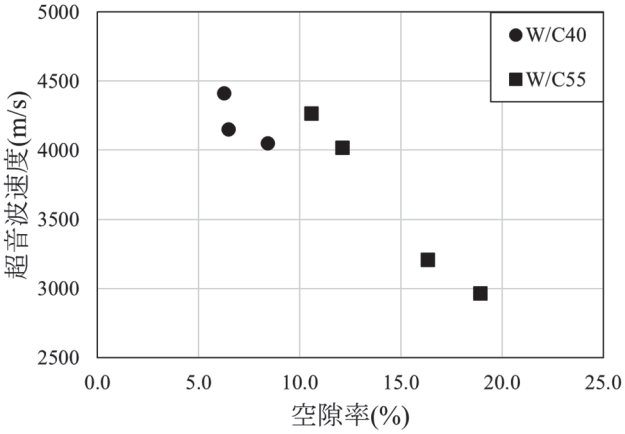
(4) 含水率と超音波速度の関係では，含水率が 5.5%を下回ると超音波速度が安定したが，本研究では，含水率，質量減少率と超音波速度の関係を把握するために使用した試験体は 1 種類だけだったため，今後空隙率を変えた試験体の含水率，質量減少量と超音波速度の関係を検討することで，実用的な評価法の開発が可能であると考える．

## 参考文献

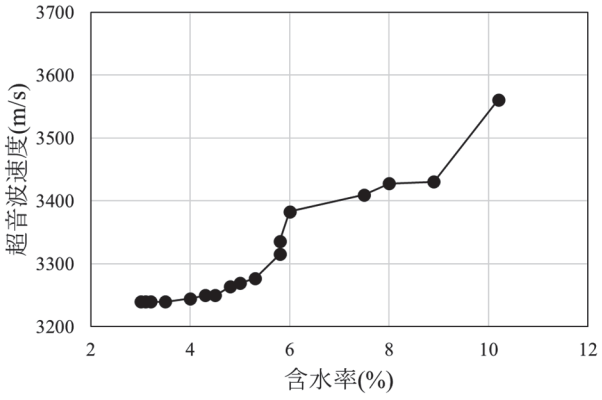
1) 荒木萌，伊代田岳史，北川真也：簡易な超音波速度計測によるコンクリートの強度推定に関する検討 土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会



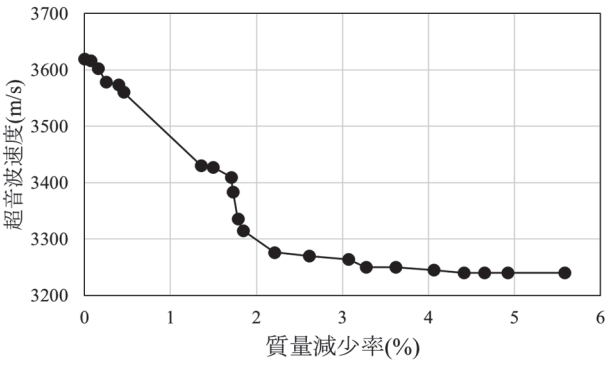

**図－２　粗骨材と超音波速度の関係**




**図－３　空隙率と超音波速度の関係**




**図－４　含水率と超音波速度の関係**




**図－５　質量減少率と超音波速度の関係**