

コンクリートの細孔構造による 圧縮強度の推定

本試験方法は、コンクリートコアもしくは塊から採取した 2.5mm~5.0mm の試料を用いて、コンクリートの細孔構造を測定し、圧縮強度を推定するものです。

概 要

コンクリートの細孔構造が、強度、物質透過性、耐久性を決定付けている。細孔構造の水銀圧入法による測定用試料は、小径コアやハツリによるコンクリート小塊、地震被災時には崩壊したコンクリート部材から玉子大程度の塊から採取し、調整することができる。

ここでは、任意の材齢において、コンクリートの細孔構造から圧縮強度を推定する方法を示すものである。

細 孔 構 造 の 測 定

(1) 試料の作製

採取コンクリート塊（コアでも塊でもよい）を 2.5~5.0mm の粒度に調整した後(写真-1)、アセトン処理及び D-dry 処理(48 時間)を行って試料を作製し、試料の細孔量及び溶解率を測定する。

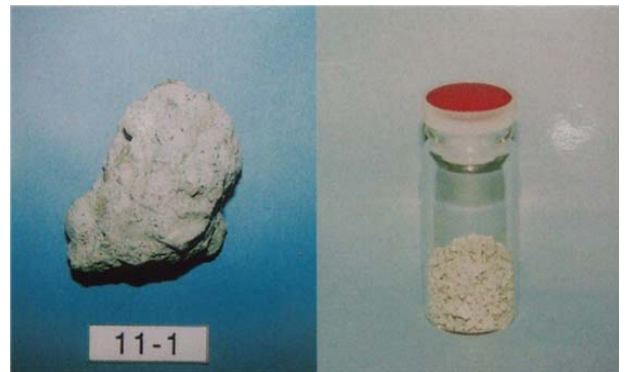


写真-1 コンクリート小塊と細孔構造測定用試料

(2) 細孔量の測定

水銀圧入法（写真-2 に示す装置による）によって、試料の細孔量 V_{mp} を測定（測定範囲：半径 30~3.2×10⁵nm）する。

(3) 試料の溶解率の測定

- ① 試料の質量 W_0 (g) を測定した後、試料を 600°C で 1 時間強熱し、デシケーター内で冷却の後、質量 W_i (g) を測定する。
- ② 強熱後の試料を 10% 塩酸溶液中で 2 時間攪拌し、セメントペースト部分を溶解させ、再び 600°C で 1 時間強熱し、デシケーター内で冷却の後、質量を不溶残分質量 W_{ns} (g) として測定する。
- ③ 式(1)により試料の溶解率 WR_s (セメントペースト率 (g/g)) を求める。

$$\text{溶解率 } WR_s = \frac{\text{試料の質量 } W_0 - \text{不溶残分質量 } W_{ns}}{\text{試料の質量 } W_0} \quad (1)$$

(4) 有効細孔量の測定

有効細孔量（単位セメントペースト当りの細孔量）は、測定された細孔量 V_{mp} (cc/g) から式(2)を用いて有効細孔量 V_{ep} (cc/g) を求める。

$$\text{有効細孔量 } V_{ep} = \frac{\text{試料の細孔量 } V_{mp}}{\text{溶解率 } WR_s} \quad (2)$$



写真-2 水銀ポロシメーター

圧縮強度の推定

細孔構造から圧縮強度を推定する技術は、Ryshkewitchをはじめ、当研究室も含めて、多くの研究機関により研究開発されてきた。これらの中でも鎌田・吉野らが示した推定式は、それを導くまでの基礎データの量が多く、最も適用範囲が広く、且つ精度が高い試験方法であり、完成度が高い。ここでは、鎌田・吉野らの研究による圧縮強度推定方法を適用する。

コンクリートの空隙指標の総有効細孔量、メジアン半径（水銀圧入法による測定で得られる累加細孔量において全体の50%に対応する細孔半径）、戻り比（水銀圧入法において、加圧過程で測定した空隙量に対する減圧過程で測定した空隙の比）、結合水率（セメントペースト部分の結合水率）を用いて、式(3)によって圧縮強度（湿試験）を推定する。

$$\sigma = 144.2 \times \exp(-0.0267 \times ETPV - 0.485 \times \log(Me \times 10) - 0.96 \times Re + 3.56 \times WRh) \quad (3)$$

- ここに、 σ : 推定圧縮強度 (N/mm²)
- ETPV : 総有効細孔量 ($\times 10^{-2}$ cc/g)
- Me : メジアン半径 (nm)
- Re : 戻り比
- WRh : 結合水率 (g/g)

本試験方法の適用事例

図-1は、コンクリートの乾燥面からの距離と総細孔量の関係を示している。乾燥を受けた場合、無乾燥と比べると乾燥開始材齢が早い程、また、乾燥面に近い程、総細孔量は多くなり、また、水セメント比が大きい程、総細孔量が多い結果となっていることがわかる。

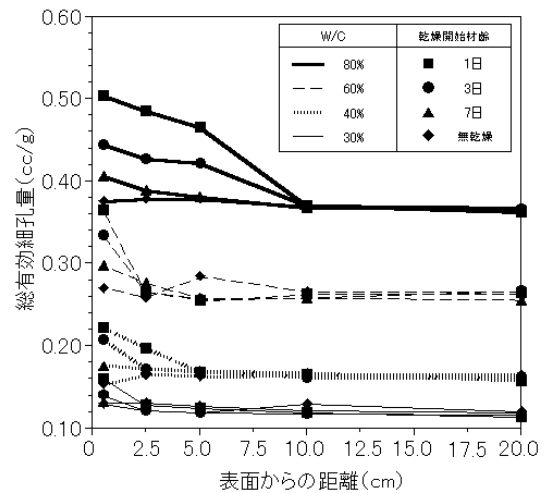


図-1 総有効細孔量分布(材齢28日)

この細孔構造から圧縮強度を推定すると、図-2に示す圧縮強度分布となる。内部に比し、コンクリートの表層は、20MPa程小さいことがわかる。

本試験方法は、切断可能な局部(1~2mm程度)ごとに評価が可能なので、単にコンクリート塊の強度推定にとどまらず、深さ方向の強度分布を求める時にも適用できる。

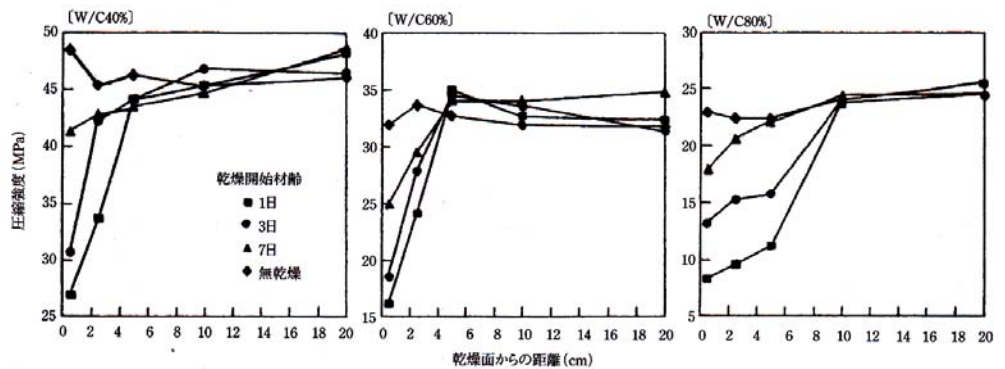


図-2 圧縮強度分布図(材齢28日)

関連論文

- 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、大川原修：乾燥条件が微小セメントペーストの水和、細孔構造及び強度に及ぼす影響、日本建築学会構造系論文集、第505号、pp.149-154、1998年10月
- 吉野利幸：空隙指標による強度式表示とその応用、北海道大学博士学位論文、1996年
- 湯浅昇、笠井芳夫、松井勇：構造体コンクリートの表層からの内部にいたる圧縮強度分布、セメント・コンクリート論文集、No.41、pp.840-845、1997年