

凍結融解作用で劣化したコンクリート内部の強度分布に関する研究

東北大学 学生員 白井和絵
日本道路公団 丹野 篤
東北大学 フェロー 三浦 尚

1. まえがき

コンクリートは低温と常温との間で繰返し冷却加熱された場合、劣化することが明らかになっている。この劣化の程度は、一般にたわみ一次共鳴振動数から算出される相対動弾性係数により判断されているが、実際のコンクリート内部の劣化状況まではわからない。コンクリート構造物において、表面から内部にいたる強度分布を把握し、劣化の有無やその範囲を確認することで、適切な補修・補強が可能となる。その基礎的研究として本実験では、劣化が著しく助長される温度領域とされる-40℃までの凍結融解作用を受け劣化したコンクリート内部の強度分布を、当研究室において研究開発された針貫入試験により推定し、劣化状況を調べることを目的とした。また、冷却速度を変化させて凍結融解試験を行い、それぞれ同じ相対動弾性係数まで劣化したコンクリート内部の強度分布を比較することで、冷却速度が内部の劣化状況に与える影響を調べた。

2. 針貫入試験について

針貫入試験とは、コンクリートから採取したコア側面に鋼製の針を一定速度で貫入させながら、針の貫入量とその際に針に加わる荷重を測定し、その関係から強度を推定するものである。

コアドリルを用いてコンクリート供試体から直径 2cm の円柱のコアを採取する。これを当研究室において研究開発された針貫入試験機にセットし、鋼製の針を貫入させて得られる針の貫入量(X)と針に加わる荷重(Y)の関係を 1 次式 $Y=A_i+B_iX$ で回帰し、傾き B_i が 80～100 箇所程度得られるまで一定間隔をあけて自動的にコアを回転させながら針を貫入させる。過去のデータより、傾きから求まる指標 B と圧縮強度 σ の関係から得られた強度推定式に代入することにより推定強度を求める。この B(N/mm)とは、コンクリートの強度は一般にモルタル部に支配されていると考えられるため、粗骨材に貫入したと思われる傾き B_i を統計処理で削除し、残ったモルタル部分の傾き B_i を平均したものであり、強度推定の指標となる。

3. 実験方法

本実験は、W/C=65%の AE コンクリート（空気量 $4\pm0.5\%$ ）を用いて行った。供試体は、打設後材齢 28 日まで 20℃水中養生を行った後、凍結融解作用を与えた。冷却最低温度は、-40℃一定とし、冷却速度は、0.62℃/min, 0.38℃/min, 0.13℃/min の 3 種類に設定した。各冷却速度において、相対動弾性係数が 100%（凍結融解試験開始前）、80%、60%となった時にコアを採取し、表面から 5, 10, 20, 30, 40, 50mm の位置で針貫入試験を行った。

4. 実験結果及び考察

各冷却速度において、相対動弾性係数 100%、80%、60%の時の表面から内部方向 5cm までの推定圧縮強度分布を図 - 1 に示す。また、冷却速度の違いによる影響を見るために、相対動弾性係数 80%、60%での各冷却速度における推定圧縮強度分布を図 - 2 に示す。どちらも図中に示してある直線及び曲線は、データのばらつき等を考慮して目視で描いたものである。

キーワード：針貫入試験，圧縮強度，B(N/mm)，凍結融解作用，冷却速度

連絡先：〒980 - 8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06 TEL & FAX022-217-7432

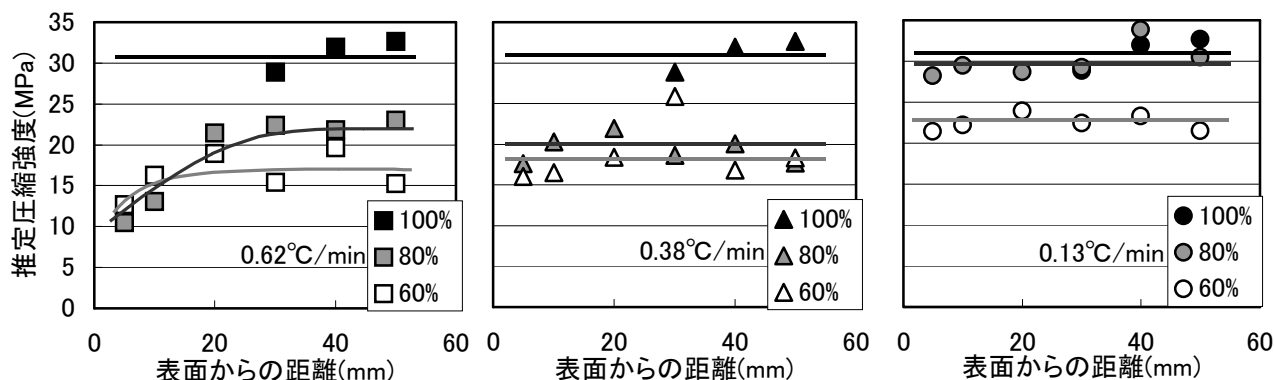


図 - 1 冷却速度ごとの推定圧縮強度分布 (左から 0.62 /min , 0.38 /min , 0.13 /min)

図 - 1 において、100% (凍結融解試験開始前) の推定圧縮強度は約 30MPa になっているが、実際の圧縮強度は 23.6MPa であり、推定圧縮強度は多少高めに評価されている。冷却速度 0.62 /min から見てみると、相対動弾性係数 80% の時、表面付近の強度低下が内部

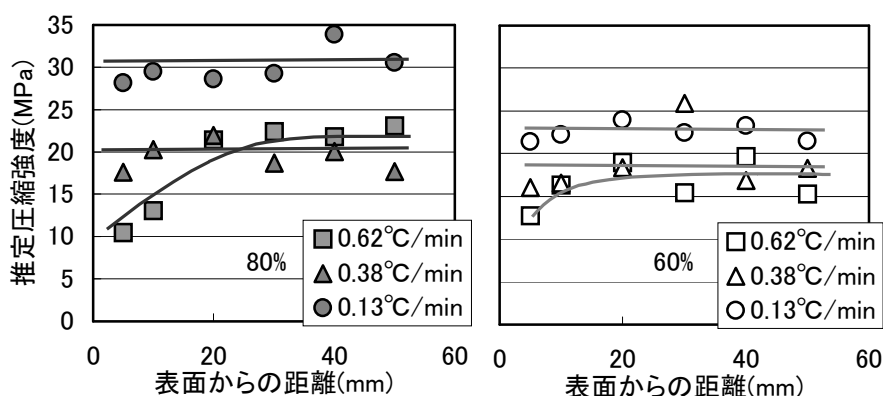


図 - 2 相対動弾性係数ごとの推定圧縮強度分布 (左から 80% , 60%)

に比べて著しいのがわかる。すなわち、100% と比べ、内部は約 8MPa の強度低下に対し、表面付近では約 15 ~ 20MPa も低下している。相対動弾性係数 60% の時、80% と比べ、表面付近の強度低下はほとんど見られないが、内部が更に約 5MPa ほど低下し、表面付近と内部の差が縮まっている。次に冷却速度 0.38 /min を見てみると、劣化による強度低下は表面付近から内部に至るまでほぼ一様に起こっている。相対動弾性係数 80% の時、100% と比べ、全体的に約 10MPa の強度低下が見られる。しかし相対動弾性係数 60% の時、80% と比べ、ほとんど低下していない。次に冷却速度 0.13 /min を見てみると、これも劣化による強度低下はほぼ一様に起こっているが、0.38 /min と違って、相対動弾性係数 80% の時、ほとんど強度低下が見られず、相対動弾性係数 60% の時、80% と比べ、強度低下が大きい。

図 - 2 より、同じ相対動弾性係数でも冷却速度が違えばコンクリート内部の強度分布も異なる傾向を示すことがわかる。これは、冷却速度が大きい程、その分凍結時間が短く氷の形成に伴って発生する水圧が緩和されにくいこと、冷却速度が大きいものは表面付近と内部の温度差が常にあり、0.38 /min で約 2 , 0.62 /min で約 4 あったことなどが原因と考えられる。しかし、0.38 /min と 0.62 /min の内部の推定圧縮強度はあまり差が見られないが、これは両冷却速度の温度履歴が実際には大きく変わらなかったことによるものと考えられる。

5. まとめ

針貫入試験を用いて、極低温までの凍結融解作用により劣化したコンクリート内部の強度分布を推定することができた。また、その強度分布は同じ相対動弾性係数であっても冷却速度によって変化する可能性が示唆される結果となった。

参考文献)

コンクリート標準示方書 施工編 (平成 8 年制定), 社団法人 土木学会, 1996