

凍害を受けたコンクリートの力学的特性

鳥取大学大学院	学生会員	○川井	俊平
鳥取大学大学院	正会員	黒田	保
鳥取大学大学院	正会員	金氏	裕也
鳥取大学	正会員	畑岡	寛

1. はじめに

凍害は主に寒冷地や山間部で発生する劣化現象であり、コンクリート中の水が凍結する際の体積膨張により、コンクリート内部に圧力が生じる。その結果、コンクリートにひび割れやスケーリングといった劣化現象が発生することが確認されている。一般的に凍害に対する抵抗性についてはコンクリートに凍結融解試験を行い、相対動弾性係数を測定し、劣化度合いを検討する。しかし、凍結融解作用がコンクリートの力学特性に与える影響について検討している事例は少ない。そこで本研究では円柱供試体の凍結融解試験を行い、凍害によって劣化したコンクリートの相対動弾性係数と力学的特性の関係性について検討することとした。

2. 実験概要

本実験で使用したセメントは普通ポルトランドセメント(密度=3.14kg/cm³)である。粗骨材に砕石(表乾密度=2.72kg/cm³)、細骨材に砕砂(表乾密度=2.68kg/cm³)と陸砂(表乾密度=2.58kg/cm³)の混合砂を使用した。実験条件として、水セメント比が65, 55, 45%の3水準の円柱供試体(Φ100×200mm)を各2本用意し、空気量は1.0±1.0%、スランプは8.0±1.5cmとした。使用する減水剤には高性能減水剤(主成分:PED化合物)を使用した。また、W/C=65%の配合のみ消泡剤(主成分:ポリアルキレングリコール誘導体)を用い空気量を調整した。実験方法としては、供試体脱型後、温度20℃、相対湿度60%の恒温室内で材齢28日まで水中養生した。28日後、動弾性係数の初期値を測定し(JIS A 1127)、凍結融解試験を行った。試験開始後所定のサイクル毎に相対動弾性係数を測定し、相対動弾性係数が80%、60%、40%になり次第凍結融解試験を終了し、圧縮強度試験(JIS A 1108)、静弾性係数試験(JIS A 1149)、を行った。また、相対動弾性係数が100%の健全な供試体についても同様の力学試験を実施した。

3. 実験結果と考察

各水セメント比のコンクリートの相対動弾性係数の低下速度について検討する。図1よりW/Cが大きいほど耐凍害性が低く、相対動弾性係数が急速に低下している。水セメント比が最も小さいW/C=45%では相対動弾性係数の低下速度が最も遅い結果になった。図2は、相対動弾性係数と圧縮強度の関係を示している。図より相対動弾性係数の低下によって圧縮強度が低下することが分かる。W/C=45%に関して他の配合と比較すると相対動弾性係数の低下に伴う圧縮強度の低下の割合が大きいことが見て取れる。また図3よりW/C=65, 55%の圧縮強度の低下率について相対動弾性係数の20%低下に対し圧縮強度は7~9%低下した。しかし、W/C=45%の圧縮強度の低下率は他の2配合と比較すると大きくなっている。W/C=45%では相対動弾性係数が60から40%に低下すると圧縮強度が20%低下した。これは劣化形態の違いによる影響と考えられる。

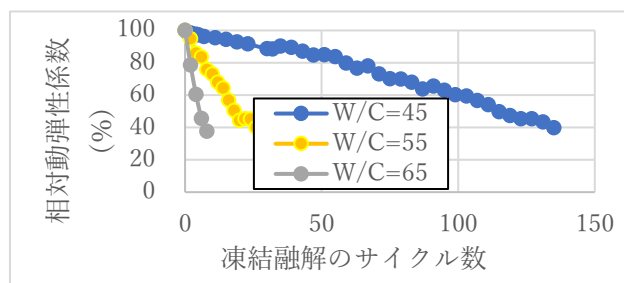


図1 凍結融解試験の結果

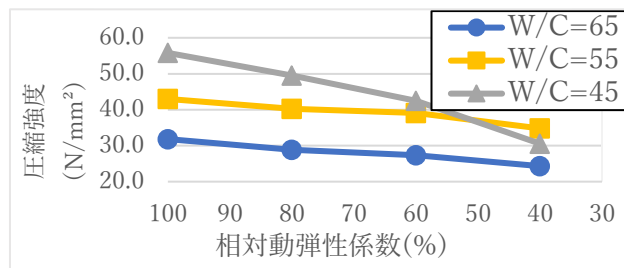


図2. 相対動弾性係数と圧縮強度の関係

キーワード 凍害、相対動弾性係数、圧縮強度、静弾性係数

連絡先 〒680-8522 鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学大学院 持続性社会創生科学研究科 工学専攻

TEL 0857-31-5281

W/C=65, 55, 45%の供試体の外観を観察すると W/C=65, 55%では供試体表面にスケーリングは生じていなかった。一方 W/C=45%ではコンクリート表面に顕著なスケーリングが見られた。このスケーリングの影響が圧縮強度の低下の一因として考えられるが、これについては今回の実験では明確にできなかったため今後検討する必要がある。次に図 4 を見ると圧縮強度と同様に相対動弾性係数の低下に伴い静弾性係数が低下していることが分かる。また、図 5 を見ると相対動弾性係数が 100 から 80%に低下すると静弾性係数が 40~45%低下し、その後も低下し最終的に静弾性係数は 70%程度低下した。図 3 と図 5 を比較すると力学特性の低下に関しては、圧縮強度比よりも静弾性係数比の方がより低下率が大きいという結果になった。この結果に関しては既往の研究¹⁾で静弾性係数は、凍結融解試験によってコンクリート内部に生じた微細ひび割れにより空隙が生じるため、材料の剛性が著しく低下するものと報告されている。また、圧縮強度と比べ静弾性係数の低下にはスケーリングの影響をあまり受けていないことも報告されている。図 6 は圧縮強度と静弾性係数の関係を示したものである。この図中の点線はコンクリート標準示方書[設計編]に規定されている土木学会予測式である。また相対動弾性係数 100%を○, 80%を□, 60%を△, 40%を×とプロットしている。図を見ると全ての水セメント比において相対動弾性係数の初期値である 100%は予測式より上にプロットされているが、相対動弾性係数 80, 60, 40%の供試体は全て下にプロットされている。コンクリートに凍結融解作用を受けると耐凍害性があると判断される相対動弾性係数が 80%の時でも静弾性係数が予測式を下回っている。さらに、相対動弾性係数が低下すると静弾性係数の低下の傾向は顕著に表れている。

4. まとめ

本研究では凍害がコンクリートの力学特性に与える影響を検討するために、W/C の異なる 3 配合で凍結融解試験を実施し各種力学特性を測定した。本研究の結果を以下にまとめる。

- (1)水セメント比が大きいほど耐凍害性が低く、相対動弾性係数が急激に低下した。
- (2)凍害を受けたコンクリートは、圧縮強度に比べ静弾性係数の低下が著しいことが確認された。
- (3)相対動弾性係数と圧縮強度比、静弾性係数比の関係性を見ると、水セメント比によらず相対動弾性係数の低下とともにほぼ同様の大きさで低下を示し、これより相対動弾性係数から圧縮強度と静弾性係数がある程度予測できる可能性があると考えられる。

参考文献

筏津春花ほか：コンクリート供試体の形状および一次共鳴振動数の測定方法の違いが凍結融解抵抗性の評価結果に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol. 43, No. 1, pp. 610-615, 2021

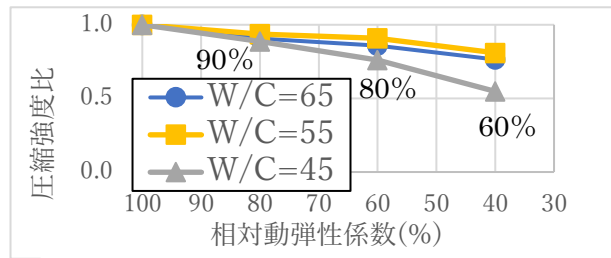


図 3 相対動弾性係数と圧縮強度比の関係

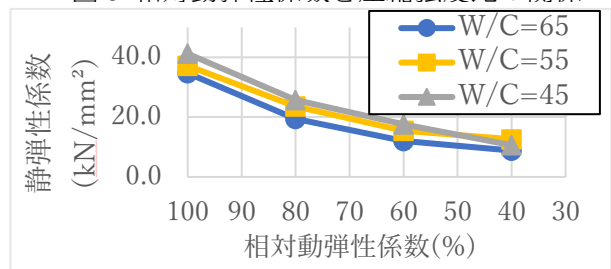


図 4 相対動弾性係数と静弾性係数の関係

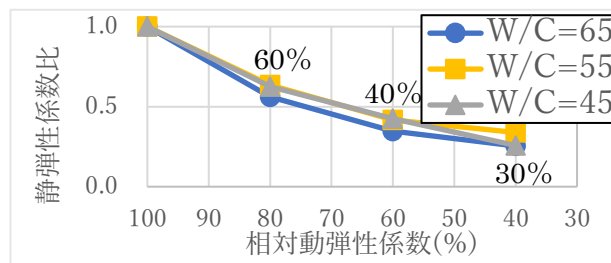


図 5 相対動弾性係数と静弾性係数比の関係

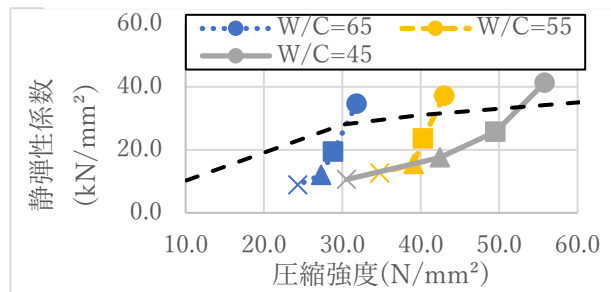


図 6 圧縮強度と静弾性係数の関係