

凍結融解試験における劣化指標としての質量・体積変化に関する考察

法政大学大学院	学生会員	○山本 悠太
法政大学	正会員	溝渕 利明
自然科学研究機構	フェロー会員	満木 泰郎

1. 研究背景・目的

凍結融解下におけるコンクリートの耐久性に関する研究は、コンクリートの材質に及ぼす影響、耐久的な材料選定および配合選定を目的としたもの、あるいは劣化を起こす外的要因・内的要因などに関する検討がある。これらの研究の多くでは、劣化指標として相対動弾性係数を用いるのが一般であり、同時に計測されている質量変化を積極的に劣化指標として採りあげることが比較的少ない。本研究では、特に若材齢コンクリートに着目し、試験開始材齢・水セメント比を変化させ凍結融解試験を行い、若材齢において凍結融解作用を受けた場合の劣化評価を行うに当たり、質量・体積変化を劣化指標として採りあげることの有用性について検討した結果を報告するものである。すなわち、若材齢のコンクリートが凍結融解作用を受け、その劣化の評価に相対動弾性係数を用いる場合、試験中の強度増加の影響を受けるために、劣化の影響を的確に評価できないことが従来から指摘されており、その解決策を示す研究例もある¹⁾。本研究では、相対動弾性係数と質量・体積変化を併用することで劣化が評価できることの可能性について検討した結果を報告するものである。

2. 実験概要

試験体は、φ100×200mmであり、これが収納できる円筒型のゴムスリーブを用いた。使用したコンクリートは普通ポルトランドセメントを使用した粗骨材最大寸法 20 mm、目標スランプ 12±1.5cm、空気量 4.5±0.5%、W/C=50%、65%、80%、110%の配合のものである。凍結融解サイクルの凍結温度・融解温度は -17 ~ +4.5 とした。試験開始材齢は 1 日、3 日、5 日、7 日、14 日、28 日とした。ただし試験開始材齢 1 日、3 日、5 日は W/C=65%のみ実施した。劣化指標としては、超音波伝播速度から求めた相対動弾性係数および質量変化のほか、気中質量および水中質量の測定より求めた体積変化を用いた。実験の終了は相対動弾性係数の値が 60%以下になった場合、もしくは試験体の破損により測定不可能となった場合とした。

3. 実験結果・考察

(1)相対動弾性係数の変化：図 - 1 は、試験開始材齢 7 日とした場合におけるサイクル数に伴う相対動弾性係数の推移を示したものである。これによれば、水セメント比が低いものほど耐久的であることが認められるが、凍結融解作用を受けても、相対動弾性係数が試験開始時以上の値を示しており、明らかに試験中の強度増進の影響を受けているものと考えられる。ただし、凍結融解サイクル数の増加に伴い相対動弾性係数が次第に低下することが認められ、相対動弾性係数が 100%を下回るサイクル数は水セメント比が高いほど少ないことが認められる。強度の材齢に伴う増加の相対比は、貧配合なものほど大きくなると考えられるが、図 - 1 からは貧配合なものほど早いサイクル数で相対動弾性係数が 100%を下回っており、貧配合なものほど強度増加の影響が大きく現れる影響が認められない。これは、凍結融解試験下においては強度増加と同時に当然のごとく劣化の影響が現れており、貧配合なものほど劣化の影響が強度増加の影響よりも大きいと考えられる。(2)質量・体積の変化：図 - 2 は、W/C=65%、試験開始材齢 5 日の場合の質量・体積変化を示したものである。これによれば、凍結融解サイクル数の増加に伴って質量・体積は減少するが、凍結融解サイクル数 30 サイクルまでは、質量・体積が一旦増加することが認められる。これは、組織が弛緩・膨張し微細ひびわれに水分が入り込んだ状態で質量が計測されたため、見かけ上質量が増えた影響が評価され

キーワード 凍結融解，耐久性，物性

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学 TEL 042-387-6286

るためと考えられる．このことから，劣化指標である質量変化に着目すれば，若材齢の強度増加の影響が大きい場合の配合であっても，組織の弛緩を評価することができるものと考えられる．

(3)相対動弾性係数と体積変化の関係：図 - 3 は，W/C=65%のコンクリートを対象に，試験開始材齢を相違させた場合の相対動弾性係数と体積変化の関係を示したものである．これによれば，相対動弾性係数と体積変化の関係は試験開始材齢によって相違することが認められる．図 - 3 から，その傾向は大まかに二つのグループに分類できるように思われる．すなわち，試験開始材齢 5 日までのグループと試験開始材齢 7 日以降のグループに分けて捉えることができるように思われる．前者のグループでは，質量減少が少ない割には相対動弾性係数の低下が大きなグループである．また，このグループでは相対動弾性係数が 100%以上を示した場合においては，体積変化も 100%以上を示しており，組織弛緩が大きいことを伺わせる特徴を持つ．一方，後者のグループでは，初期のサイクルでは相対動弾性係数が 100%以上を示すことがあるが，この際には体積減少も認められ，劣化が進行していると考えられるが，組織の全体的な弛緩ではなく，通常のスケーリング現象を伴った劣化形態を示していると考えられる．

(4)試験開始材齢時の引張強度と破壊時のサイクル数の関係：図 - 4 は試験開始材齢時の引張強度と破壊時のサイクル数の関係について示したものである．初期強度と試験終了サイクル数には強い相関関係がみられる．既往の研究²⁾によれば，凍結細孔量比と破壊サイクル数との間には密接な関係があることが認められていることから，図 - 4 のような関係が成り立つことは，容易に想像される．

(5)初期凍害：図 - 3 および図 - 4 から，劣化の形態が組織全体の弛緩となるような初期凍害は，凍結融解作用が作用する時点における引張強度が約 1.5N/mm^2 程度がひとつの目安と思われる．

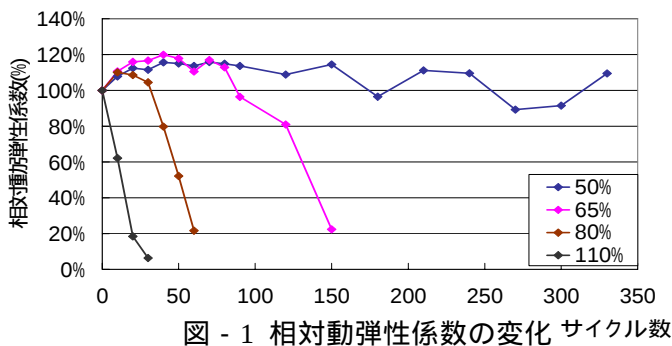


図 - 1 相対動弾性係数の変化 サイクル数

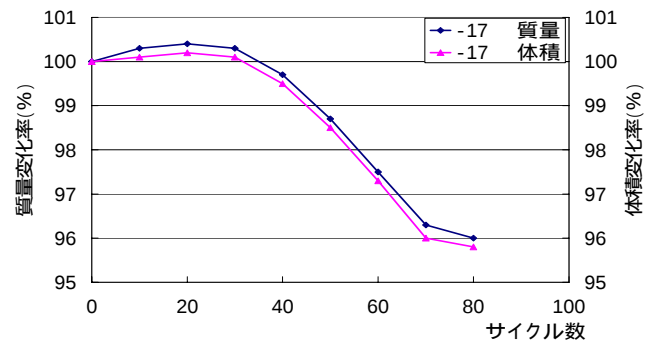


図 - 2 質量変化と体積変化の変動

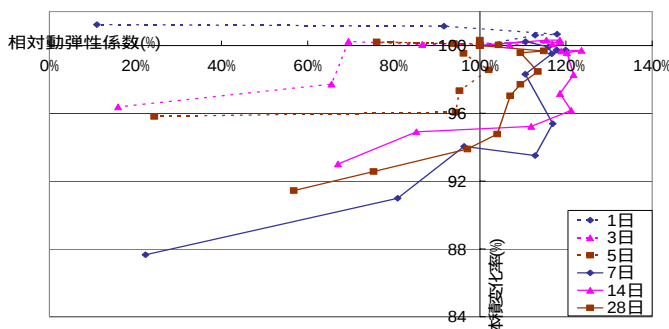


図 - 3 相対動弾性係数と体積変化の関係

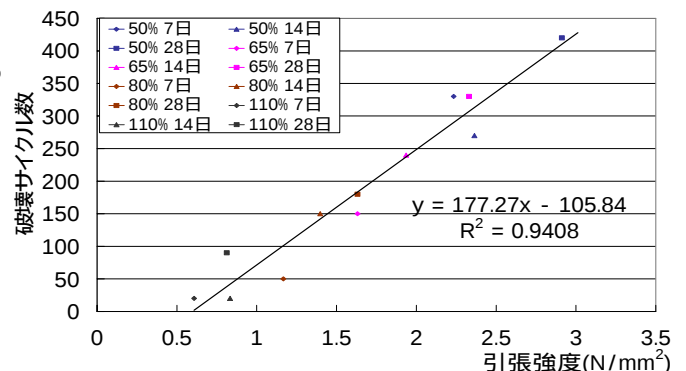


図 - 4 破壊サイクルと引張強度の関係

4. 結論

本実験により，質量・体積変化もこれを相対動弾性係数の変化と共に評価すれば，劣化指標として有用なものと考えられる．また，初期凍害を受けるようなコンクリートの評価に対しても有用と思われる．

参考文献

- 1) 長合友造ほか(1991)「若材齢コンクリートの耐凍害性の評価法に関する基礎研究」『土木学会論文集』No.433/V-15, pp.71-80.
- 2) 石井清ほか(1997)「凍結融解作用を受けるコンクリートの劣化予測に関する研究」『土木学会論文集』No.564/V-35, pp.221-232.