

## 拘束圧を導入したコンクリートの凍結融解試験方法の提案 — 水中凍結融解試験 —

### Proposed Freeze-Thaw Test Method for Concrete Introducing Confining Stress – Freeze-Thaw Test in Water –

○筏津 春花<sup>\*,\*\*</sup>, 緒方 英彦<sup>\*\*</sup>, 兵頭正浩<sup>\*\*\*</sup>, 石神 曜郎<sup>\*\*\*\*</sup>, 河合 正憲<sup>\*\*\*\*</sup>

○IKADATSU Haruka<sup>\*,\*\*</sup>, OGATA Hidehiko<sup>\*\*</sup>, HYODO Masahiro<sup>\*\*\*</sup>, ISHIGAMI Akio<sup>\*\*\*\*</sup>  
and KAWAI Masanori<sup>\*\*\*\*</sup>

#### 1. はじめに

著者らは拘束圧を導入したコンクリートの凍結融解試験方法（以下、本試験方法）の研究開発を進めている。これまで、コンクリート供試体に拘束圧を導入する拘束治具の開発、拘束圧の管理方法および JIS A 1148 A 法（水中凍結融解試験）での温度管理に関する検討を報告した<sup>1)2)3)</sup>。その後、著者らは本試験方法について、JIS A 1148 A 法での実施方法および評価項目に関する検討を行った<sup>4)</sup>。本報では一連の検討を踏まえ、本試験方法を JIS A 1148 と対応する形で整理したものを報告する。

#### 2. 本試験方法独自の項目の追加

本試験方法について JIS A 1148 から追加・変更した点を表 1 に整理した。過去の検討より、本試験方法独自の項目として、(1) 拘束治具の構造および材料<sup>1)2)4)</sup>、(2) 拘束圧の導入・管理方法<sup>2)</sup>、(3) 間詰材の寸法および材料<sup>3)</sup>、(4) たわみ振動の測定方法<sup>4)</sup>、(5) 超音波伝播時間による凍結融解抵抗性の評価方法<sup>4)</sup>を追加した。(4) たわみ振動の測定方法に変更はないが、拘束圧を導入したコンクリート供試体はピーク周波数の出現が特徴的なため、補足説明を追加した。(5) 超音波伝播時間による凍結融解抵抗性の評価方法では、たわみ振動の一次共鳴振動数による相対動弾性係数と同様に凍結融解抵抗性を評価できるよう、RILEM CIF を参考にした評価指標を記載した<sup>5)</sup>。これはたわみ振動の一次共鳴振動数と超音波伝播時間の両方の評価指標を比較しながらコンクリート供試体の状態を把握することが目的である。

#### 3. JIS A 1148 からの変更点

本試験方法が JIS A 1148 の規定と異なる点は、(1) 供試体の寸法<sup>1)</sup>、(2) 凍結融解の温度管理<sup>3)</sup>、(3) 測定項目<sup>4)</sup>、(4) 試験の終了条件<sup>4)</sup>である。(2) 凍結融解の温度管理は、測定を行うコンクリート供試体と同じ温度変化が生じるようにするため、温度管理用の供試体の寸法を変更し、更に拘束治具と同じ材質で作製された専用の治具に間詰材とともに設置した上で試験を行うこととした。(4) 試験の終了条件を追加した理由は、第一に拘束を受けたコンクリート供試体には軸方向ひび割れが生じやすく、ひび割れによって評価項目を適切に測定できなくなるためである<sup>4)</sup>。相対動弾性係数は算出式に質量や体積の項が含まれておらず、質量や体積の変化がない段階までが適応範囲であるため、合わせて質量減少率を削除した。第二に、コンクリート供試体に軸方

\*松江工業高等専門学校 National Institute of Technology, Matsue College, \*\*鳥取大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, \*\*\*鳥取大学農学部 Faculty of Agriculture, Tottori University, \*\*\*\*寒地土木研究所 Civil Engineering Research Institute for Cold Region 拘束治具, JIS A 1148, 相対動弾性係数, 軸方向ひび割れ

表1 本試験方法のJIS A 1148からの追加・変更事項  
Table 1 Additions and changes to this test method from JIS A 1148

JIS A 1148 の内容	追加・変更事項
4 試験用装置及び器具	● 節「拘束治具」を追加（構造、材質を記載）
5 供試体	
5.1 供試体の寸法	● 供試体の寸法を 75mm×75mm×400mm に変更
6 試験方法	
6.1 凍結融解の方法	● 項「間詰材」を追加（寸法、材料、配置方法を記載）
6.1.2 凍結融解温度の管理	● 凍結融解温度の管理用供試体の治具について追加（構造、材質などを記載）
6.2 測定項目および測定方法	
6.2.1 測定項目	● ボルトひずみおよび超音波伝播時間の測定を追加
6.2.3 測定方法	● 長さ変化を削除
6.2.4 試験の終了	● ボルトひずみの確認方法（記録、締直し）を追加 ● 供試体の上下の入替えについて変更 ● 相対動弾性係数の低下（60%）より優先される条件を追加 1. 著しいスケーリングやひび割れにより供試体の質量および体積が大きく変化する場合 2. たわみ振動の一次共鳴振動数および超音波伝播時間が測定不可または顕著な外れ値となる場合
7 計算	● 節「質量減少率」を削除 ● 節「相対動弾性係数」を項「たわみ振動の一次共鳴振動数による場合」、「超音波伝播時間による場合」に分割して追加
8 報告	
8.1 必ず報告する事項	● 「c) 凍結融解方法」へ「拘束治具の材料および拘束治具のボルトの断面積」、「間詰材の材料、寸法および供試体への設置方法」を追加 ● 「d) 試験結果」へ「各供試体の初期拘束圧および同種供試体グループの平均値（N または N/mm <sup>2</sup> ）」、「各サイクル終了時における各供試体の拘束圧および同種供試体グループの平均値（N または N/mm <sup>2</sup> ）」、「各サイクル再開前における各供試体の拘束圧および同種供試体グループの平均値（N または N/mm <sup>2</sup> ）」、「各サイクルにおける各供試体の融解最高温度時に作用した拘束圧および同種供試体グループの平均値（N または N/mm <sup>2</sup> ）」を追加
8.2 必要に応じて報告する事項	● 「b) 凍結融解方法」へ「温度管理用供試体の間詰材の材料、寸法および供試体への設置方法」を追加
その他	● 章「拘束圧の導入と管理」を追加 (拘束治具の組上げおよびひずみゲージの貼付け方法、載荷手順およびひずみゲージ法による拘束圧の算出方法などを追加)

向のひび割れや著しい断面変化が生じると、拘束治具のボルトで与えた拘束圧がコンクリート供試体に十分に伝達しないため拘束圧が小さくなり、試験開始前と同じ条件で測定できないためである。ただし、試験終了の具体的な判断基準は今後の試験結果と合わせた検討が必要である。

#### 4. おわりに

これまで著者らが取り組んできた本試験方法の研究開発について、JIS A 1148を参考に、現段階における試験方法を整理した。試験の終了条件等引き続き検討が必要な内容があるものの、骨子は概ね構築することができた。今後は本試験方法の妥当性を確認しながら、拘束圧とコンクリートの凍結融解抵抗性の関係の解明に取り組みたい。

**参考文献** 1) 緒方英彦, 笹津春花, 石神暁郎, 河合正憲, 横地 穂: 拘束圧を導入したコンクリートの凍結融解試験方法の提案—拘束治具の開発背景および機構—, 2024 年度（第 73 回）農業農村工学会大会講演会, 青森県弘前市, 47-48, 2024.9.11 2) 笹津春花, 緒方英彦, 石神暁郎, 河合正憲, 横地 穂: 拘束圧を導入したコンクリートの凍結融解試験方法の提案—拘束圧の管理方法—, 2024 年度（第 73 回）農業農村工学会大会講演会, 青森県弘前市, 49-50, 2024.9.11 3) 河合正憲, 石神暁郎, 横地 穂, 緒方英彦, 笹津春花: 拘束圧を導入したコンクリートの凍結融解試験方法の提案—水中凍結融解試験における留意点—, 2024 年度（第 73 回）農業農村工学会大会講演会, 青森県弘前市, 51-52, 2024.9.11 4) 笹津春花, 緒方英彦, 石神暁郎, 河合正憲: 拘束治具により作用力を導入したコンクリート供試体の凍結融解抵抗性の評価方法に関する検討, コンクリート工学年次論文集, 47 (査読中) 5) 谷口 圓, 緒方英彦: JIS A 1148 凍結融解抵抗性試験の指標値（測定項目）に関する検討, コンクリート工学年次論文集, 43 (1), 580-585, 2021