

コンクリートの凍結融解抵抗性に関するデータベースの構築とその利用

八戸工業大学大学院 学生員 ○根本 康春
八戸工業大学 正会員 阿波 稔
八戸工業大学 正会員 庄谷 征美

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の耐久性照査型設計への移行にともない、示方書の補完・支援、劣化予測モデルの検証および契約事項の根拠となる基礎資料としてのデータベースの構築が望まれている。一方、示方書「施工編」においてコンクリートの凍結融解作用に対する照査は、相対動弾性係数を設計値として実施している。そこで本研究では、コンクリートの凍結融解抵抗性に関するデータベースを構築することを目的としたものである。既往の文献よりコンクリートの材料情報、評価情報、性能情報などをデータベース化し、利用方法について検討を加えた。本報では、その一例として所要の耐久性指数を得るための水セメント比と空気量との関係を示した。

2. 凍害データベースの構築

コンクリートの凍結融解抵抗性を確保するための基本的な対策は、水セメント比と空気量を適切に設定することである。そこで本研究では、土木学会にて提案されたフォーマット¹⁾に従いデータベースの構築を行った。そのデータベース項目の一覧を表-1に示す。この表より、凍害に関するデータベースは、3つの階層より構成されている。基本情報（グレード4）は使用材料と配合、共通指標としての圧縮強度に関する情報であり、凍結融解抵抗性に関する情報（グレード1）は評価情報（試験方法）と性能情報（抵抗性の指標）より構成されている。また、本研究ではコンクリートのスケーリング抵抗性に関する評価情報・性能情報の蓄積も試みた。さらに、詳細情報ではあるが、コンクリートの内部組織構造に関する項目として、その抵抗性を検討する上で重要なパラメータとなる気泡間隔係数や硬化後の空気量もデータベース化した。

表-2は、本研究でデータベース化した既往論文の数とデータ数を示したものであり、これまで260データが蓄積された。

3. 凍害データベースの利用例

データベース利用の一例として、コンクリートが所要の耐久性指数を満足するために要求される水セメント比と空気量について検討した結果について述べる。図-1は、JIS A 1148 A法（あるいはASTM C 666 A法）に従って実施した、コンクリートの凍結融解試験結果から算出された耐久性指数DFと空気量との関係性を水セメント比毎に示したものである。さらに、図中のデータは粗骨材の吸水率により分類し整理している。

これらの図より、水セメント比が45%の場合、空気量が2%程度と低いコンクリートであっても、耐久性指数

表-1 データベース項目

基本情報 (グレード4)	
使用材料 および 条件配合	セメント (種類、単位量: kg/m ³)
	細骨材 (産地、種類、密度: g/cm ³ 、吸水率: %、単位量: kg/m ³)
	粗骨材 (産地、種類、密度: g/cm ³ 、吸水率: %、最大寸法、単位量: kg/m ³)
	混和剤 (種類、単位量: kg/m ³)
	混和材 (種類、添加量)
共通指標	水セメント比 (水結合材比): %
	空気量 (フレッシュコンクリート): %
圧縮強度: N/mm ²	
コンクリートの内部組織構造に関する情報 (グレード3)	
コンクリートの内 部組織構造	空気量 (硬化コンクリート): %
	気泡間隔係数: μm
凍結融解抵抗性に関する情報 (グレード1)	
凍結融解抵抗性	a) 凍結融解試験 JIS A 1148 ASTM C 666
	b) スケーリング試験 ASTM C 672 RILEM CDF, CIF
	凍結融解サイクル数
	相対動弾性係数 (耐久性指数DF): %
	質量減少率: %
スケーリング量: kg/m ²	
長さ変化率: %	

表-2 論文数とデータ数

論文誌名	論文数	データ数
土木学会年次学術講演概要集	14	87
コンクリート工学年次論文集	17	121
コンクリート工学論文集	4	17
日本建築学会大会学術講演梗概集	6	21
日本建築学会構造系論文集	3	14
合計	44	260

DF は 80 以上と極めて高い値を示し、凍結融解抵抗性に優れた結果が得られている。しかし、粗骨材の吸水率が JIS 規格 (3%以下) を満足している粗骨材であっても耐久性指数 DF が大きく下回るケースが確認された (丸破線)。これは低水セメント比においては、骨材を覆うペースト部が著しく緻密になるため、凍結による骨材中での氷晶の生成に伴うペースト部への未凍結水の移動が拘束されることとなり、結果として骨材内部で水圧が高まり、骨材自身が劣化の起点となることに起因したものと考えられる。よって、W/C が低く設定されている設計では、粗骨材の吸水率の選定に特段の配慮が必要であると考えられ、JIS 規格を満足する粗骨材であっても吸水率が比較的大きい (2%を超える) 粗骨材は避けるべきであると思われる。

W/C50%および 55%のコンクリートの場合では、空気量が減少するのに伴い耐久性指数も低下する傾向が確認された。これらの結果より、JIS 規格範囲内の粗骨材を使用したコンクリートの場合、W/C50%のケースでは空気量 4%程度以上、W/C55%のケースでは空気量 5%程度以上を確保することにより、一般的に耐凍害性の判断基準とされている耐久性指数 60 を満足できるものと考えられる。

一方、W/C60%のコンクリートの場合、耐久性指数と空気量との関係は、よりばらつきが大きくなる傾向にあることが分かる。これは、コンクリート品質の変動を大きく反映しているためである。また、この W/C のレベルでは、耐久性指数 60 を確保するためには最低でも空気量 6%以上は必要ではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究では、コンクリートの凍結融解抵抗性に関するデータベースの構築と利用方法の一例について示した。今後、さらにデータを蓄積し、データベースの信頼性向上を図ることにより、コンクリート材料の各種パラメータと凍結融解抵抗性との関連性を統計学的に検討することが可能となる。そして、コンクリート構造物の性能照査設計や維持管理のための基礎資料として利用できるものと思われる。

参考文献

1) 土木学会「コンクリートの耐久性に関する研究の現状とデータベース構築のためのフォーマットの提案」、土木学会コンクリートライブラリー108、2002

◆：吸水率 1%以下 ■：吸水率 1%を越えて 2%以下
▲：吸水率 2%を越えて 3%以下 ×：吸水率 3%を超える

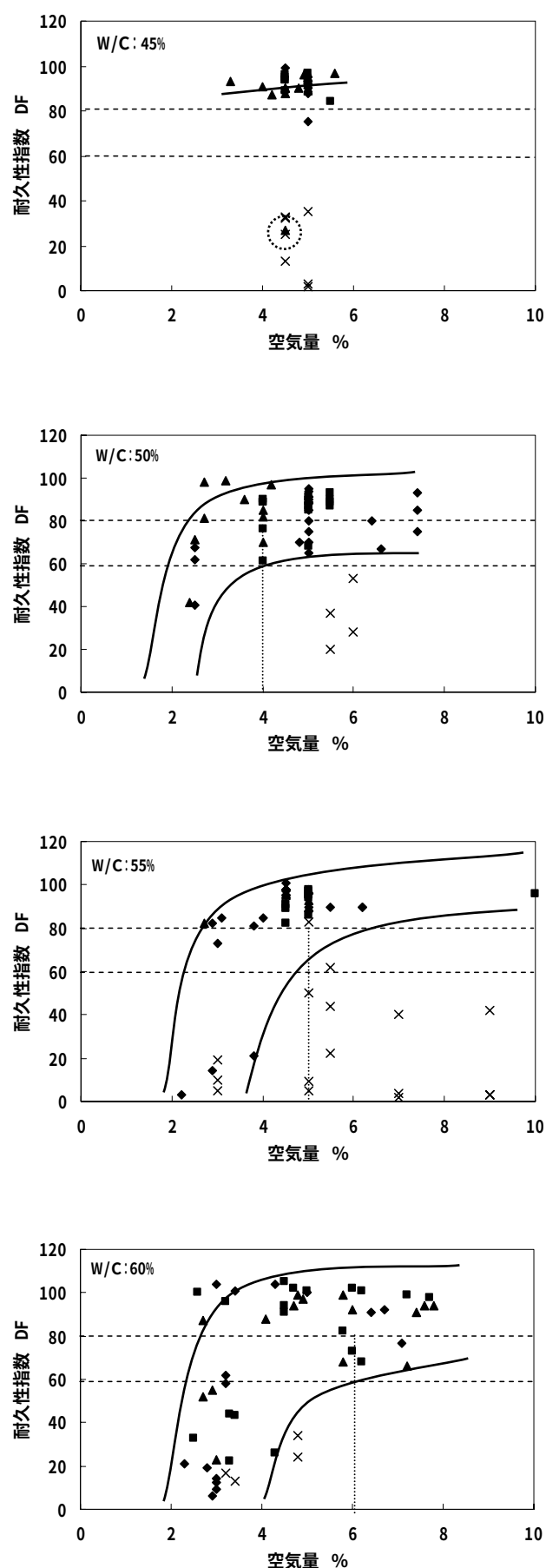


図-1 耐久性指数と空気量の関係