

V-17 コンクリート構造物の耐久性評価のためのモデル化実験

北見工業大学	正会員	桜井 宏
北見工業大学	正会員	鮎田耕一
北海道大学	正会員	佐伯 昇
北見工業大学	正会員	岡田包儀
北海道大学	正会員	藤田嘉夫

1. はじめに

1.1 研究の背景

最近、RELEM、ASTM及び建設省の総合技術開発プロジェクト等で建設材料あるいは建設部材の促進試験のデータより構造物の耐用年数を推定しようとする試みがなされている^{1),2)}。このような検討が必要とされる理由としては、例えば、建設材料の凍害への影響の有無に対してはASTM C-666 の凍結融解試験が一般に行われているが、それは種々の材料や配合条件等の相対的な耐久性の比較は可能であるが、その結果を用いて直ちに凍結融解を受けるコンクリート構造物の耐用年数を推定することはできない事などが挙げられる。

さらに促進試験データをコンクリート構造物の耐久性評価あるいは耐用年数の推定のデータに有効に用いるためにはこの試験による劣化形態とコンクリート部材の各種性能の低下の割合を判定するための実験データとその検討が必要である。

1.2 研究の目的

本研究では、10x10x40cmのASTM C-666 の急速凍結融解試験が可能でかつ耐力試験が実施出来る供試体を開発しコンクリート構造物の部材のモデル化を行う。

さらに、急速凍結融解試験を実施した部材の耐力試験を実施し、凍結融解による劣化程度と耐力低下の関係を把握する。なお、本研究の検討項目をまとめてコンクリート構造物の耐久性評価のためのモデル化実験のフローとして図-1に示す。

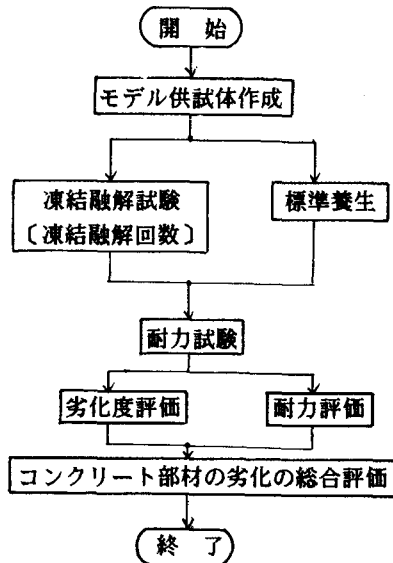


図-1 コンクリート構造物の耐久性評価のためのモデル化実験のフロー

2.実験方法

2.1供試体

2.1.1供試体の材料及び配合

コンクリート材料の性質を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、骨材は札内川産の川砂、川砂利を使用した。また、エントレインドエアーを混入するためアニオン系のAE剤を使用した。使用した鉄筋の性質を表-2に示した。主鉄筋には異形棒鋼を使用し、スターラップにはステンレス鋼を使用した。これは今後計画している実験で、鉄筋が腐食した際に主筋の断面欠損のみの影響を把握するためである。なお、主鉄筋とスターラップの間はビニールテープで絶縁した。

供試体の配合は表-3に示す配合を用いた。水セメント比を55%とし、空気量を打ち込み時のフレッシュな状態で4.5%とした。

表-1 コンクリート材料の性質

セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
普通ポルトランドセメント 比重：3.16	比重：2.61 吸水率：2.40% 産地：札内川	最大寸法：25mm 比重：2.66 吸水率：1.63% 産地：札内川	AE剤 成分：アニオン系 (陰イオン)系 活性剤

表-2 鉄筋材料の性質

種 類	鉄 筋 種 類	鉄筋径 (mm)	記 号	機械的性質		
				降伏点 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	伸び率 (%)
主鉄筋	異形棒鋼	6	SD 30 A	3300	5200	27
スターラップ	オーステナイト系ステンレス鋼	4	SUS 304	—	5910	51

表-3 コンクリートの配合

配合種類	セメント種類	W/C (%)	細骨材率 (%)	示 方 配 合					打ち込み時の性状	
				水 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	混和剤 (cc)	スランプ (cm)	空気量 (%)
N55	普通ポルトランドセメント	55	33	152	276	616	1277	37.9	8.0	4.5

2.1.2供試体の寸法

供試体の形状寸法を図-2に示す。耐力試験が可能なように鉄筋の定着長を確保するために鉄筋を支点の外側で図のように折り曲げた。また正確な鉄筋のかぶりの確保と載荷の際の支持が確実にいえるように支点位置に水セメント比40%のスペーサーを打ち込み前にセットした。

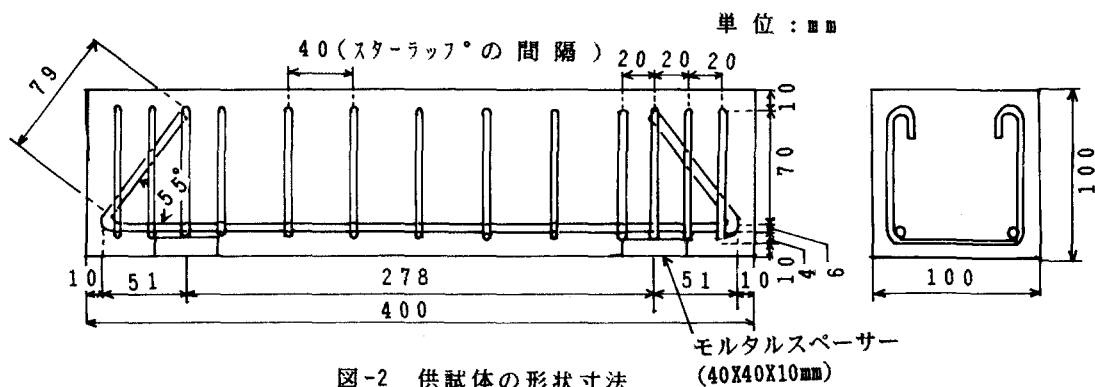


表-4 凍結融解試験方法

試験方法	ASTM C-666(A)に準拠
凍結融解回数(回)	100,300
作用水	淡水
供試体寸法(cm)	角柱(10×10×40)
測定項目	指標
質量	質量変化率 (%)
超音波伝播速度	超音波伝播速度変化率 (%)

但し、試験開始は材令28日

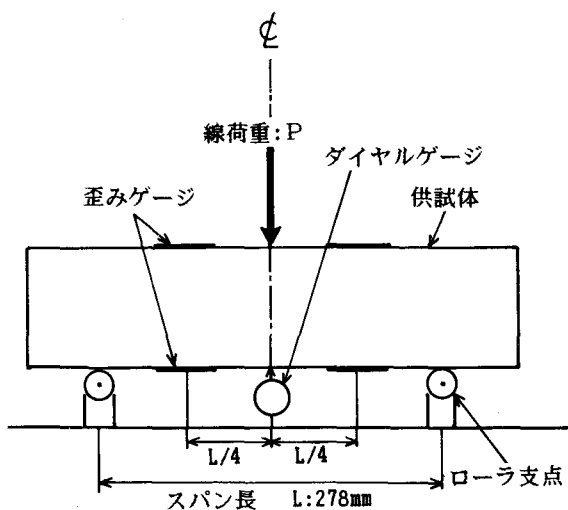
2.2 試験方法

2.2.1 凍結融解試験方法

凍結融解試験方法を表-4に示す。試験方法はASTM-C666に準拠した水中急速凍結融解試験とした。凍結融解回数は100回と300回の2ケースとした。ただし凍結融解回数100回のは99回で-10℃で凍結させ凍結融解回数300回までのものが終了するまでの間凍結させた。測定項目として質量、超音波伝播速度を測定した。なお、超音波伝播速度の測定に際しては供試体の打ち込み面に対する両側面(厚さ10cm)の超音波伝播速度を求めた。超音波はその伝播速度から明らかにコンクリート中のみを伝播しているものが測定されている事を確認した。

2.2.2 載荷試験方法

載荷試験方法を図-3に示す。なお支点間隔は278mmでダイヤルゲージで支点中央のたわみを測定した。また、供試体の上縁と下縁の歪みを測定し、RC部材としての変形性能とひび割れの発生の確認を行った。



3. 実験結果

3.1 凍結融解試験結果

3.1.1 凍結融解回数と質量変化率の関係

凍結融解回数と質量変化率の関係を図-4に示す。凍結融解回数100回で終了したものは試験開始時に比べ質量が99.1%に低下し、同じく凍結融解回数300回で終了したものは質量が93.7%に低下している。

3.1.2 凍結融解回数と超音波伝播速度の関係

凍結融解回数と超音波伝播速度の関係を図-5に示す。凍結融解回数100回で終了したものは試験開始時に比べ超音波伝播速度は95.8%に低下し、同じく凍結融解回数300回で終了したものは超音波伝播速度が71.4%に低下している。

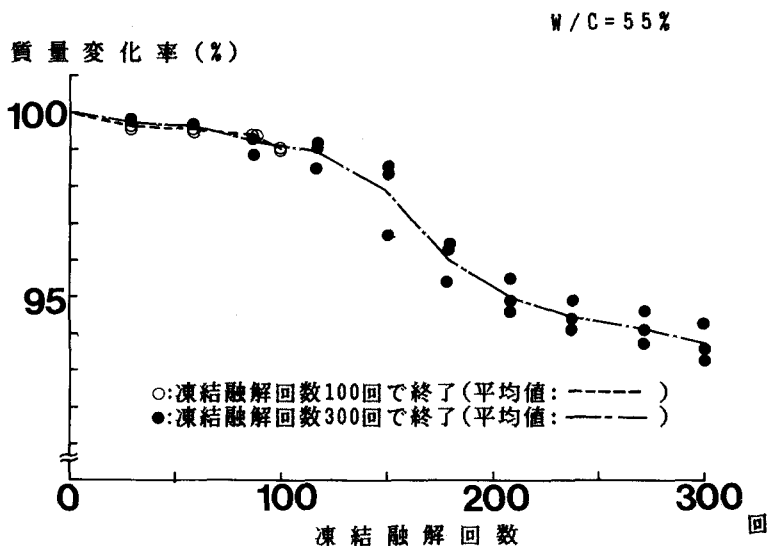


図-4 凍結融解回数と重量変化率の関係

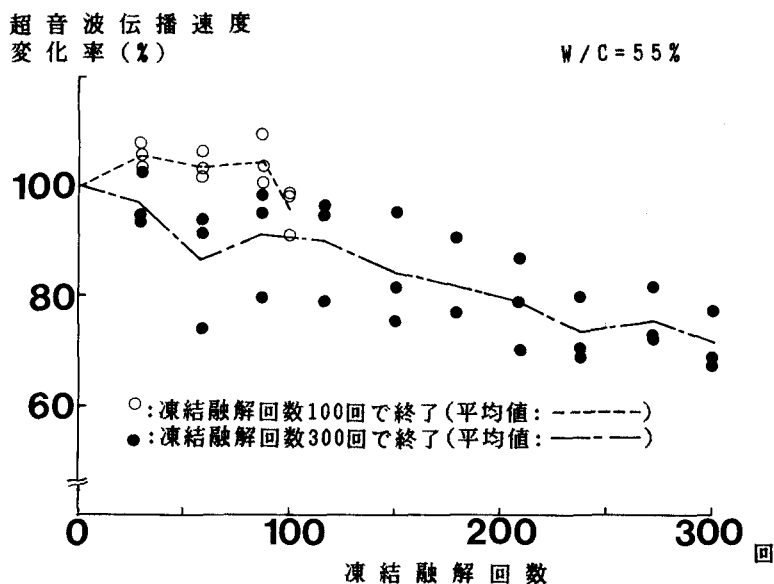


図-5 凍結融解回数と超音波伝播速度の関係

3.2 載荷試験結果

載荷試験の結果を図-6に示す。モデル供試体の変形特性は標準養生の荷重と変位曲線によるとほぼ一般的な単鉄筋部材の挙動を示している。標準養生（凍結融解回数0回）と凍結融解回数100回及び300回のもの进行比较すると、弾性変形の範囲では標準養生のものと100回のは後者がやや変形が大きい。しかし、300回のはこれらに比べ2倍以上も大きい変形を示している。

凍結融解回数と曲げ耐力の関係を図-7に示す。標準養生材令91日のもの（凍結融解回数0回）を基準にして凍結融解回数100回、300回のを比較すると曲げ耐力は各々95.7%、71.4%に低下していた。

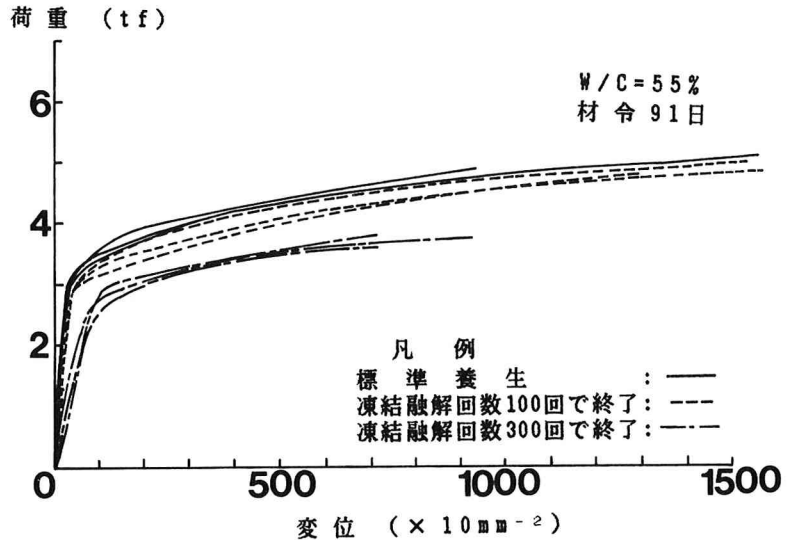


図-6 載荷試験結果

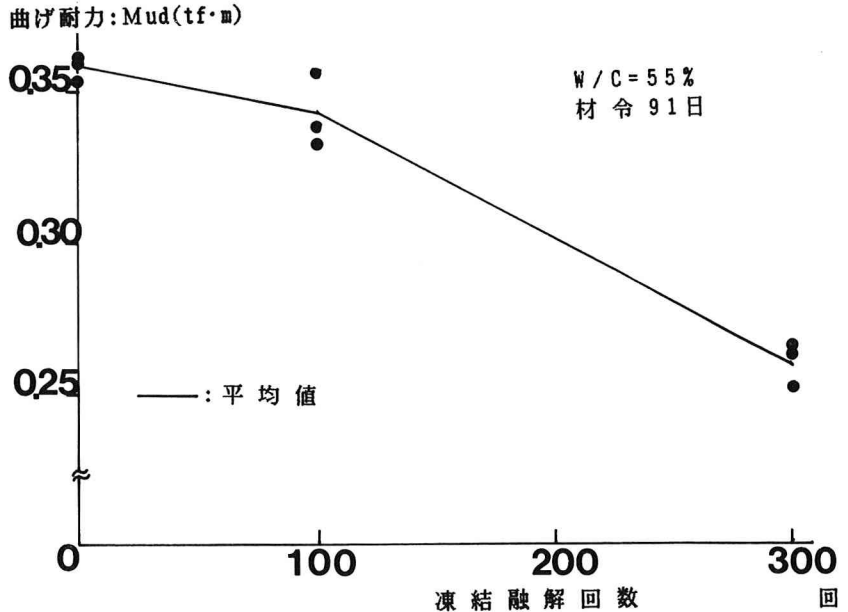


図-7 凍結融解回数と曲げ耐力の関係

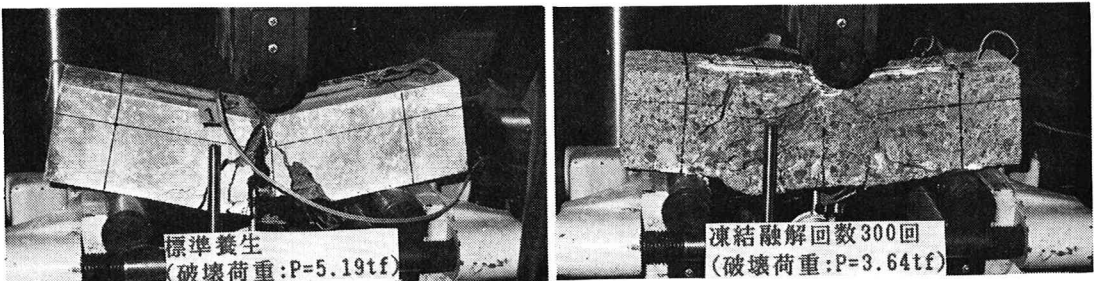


写真-1 供試体の破壊状況

4. 考察及び結論

4.1 考察

10x10x40cmのASTM C-666 の急速凍結融解試験が可能でかつ耐力試験が実施できるように作成したモデル供試体の変形特性は標準養生の荷重と変位曲線によるとほぼ一般的な単鉄筋部材の挙動を示している。

コンクリートの曲げ耐力が低下したのは、凍結融解による部材のコンクリート強度の低下、鉄筋とコンクリートの付着力の低下及び内部の微細なひび割れの発生によるものと思われる。また、凍結融解回数と超音波伝播速度の関係は凍結融解回数と曲げ耐力のの関係に近い。したがって、超音波伝播速度変化率はコンクリートの耐力低下をよく表す指標の一つであると考えられる。

なお、急速凍結融解試験では供試体中心部でも表層部と同じ凍結融解回数であるので耐力の低下が大きい傾向があるが、実構造物では表層に比べ内部の凍結融解回数が少ないため耐力の低下の割合は少ないと考えられる。また、寒冷地の実構造物では凍結融解作用と鉄筋の腐食による劣化作用が複合している。したがって、現在これらの点をさらに明らかにするための研究を行っている。

4.2 結論

コンクリート構造物の耐久性評価のためのモデル化実験を行った結果以下の事が明らかになった。

- 1) 10x10x40cmのASTM C-666 の急速凍結融解試験が可能でかつ耐力試験が実施できるように作成したモデル供試体の変形特性は標準養生の荷重と変位曲線によるとほぼ一般的な単鉄筋部材の挙動を示している。
- 2) 凍結融解回数の増加とともに曲げ耐力は低下する。
- 3) 凍結融解回数と曲げ耐力の関係は凍結融解回数と超音波伝播速度の関係にほぼ相関し、超音波伝播速度変化率はコンクリートの耐力低下をよく表す指標の一つであると考えられる。

最後に、本研究を実施するに当たって御指導と御協力を頂いた北見工業大学林正道学長に、また実験に際し協力を得た北見工業大学学生の伊藤君と川合君に感謝する。

なお、本研究には昭和62年度文部省科学研究費補助金奨励研究(A)の交付を受けている事を付記する。

参考資料

- 1) J. Pommersheim and J. Clifton: Prediction of concrete service-life, Materials and Structures, Vol. 18, No. 103, PP. 21-31, RILEM/Dunod, Jan./Feb. 1985
- 2) Larry W. Masters and Erik Brandt: Prediction of service life of building materials and components, Materials and Structures, Vol. 20, No. 115, PP. 55-77, RILEM/Dunod, Jan./Feb. 1987
- 3) 桜井宏, 鮎田耕一, 佐伯昇, 藤田嘉夫, 岡田包儀: 凍結融解と鉄筋腐食によるRC部材の劣化に関する研究, 寒地技術シンポジウム'87講演論文集, pp473-476, 1987年11月