

1. はじめに

凍結融解劣化は、一般に表層に近い部分から破壊していく現象と考えられている[1]。しかし、部材の内部の劣化状況を十分に検討した研究事例は少ない。もし、部材の凍結融解劣化範囲を明らかにするための指標があれば、その補修において、有意義な見解が得られる。そこで、水が供給される表層からの距離に視点をおいて、実験室内供試体レベルでの観測値の場所的な把握をし、凍結融解の劣化分布について考察する。また、実際のコンクリート構造物を調査する場合、コアを採取する方法等が考えられるが、そのサンプルは小数に限定されることが一般に予想される。かつ、コンクリート圧縮強度は変動係数が大きい指標のため、力学的な判断には難解なものがある。そこで、観測値をファジィ推論及びニューラルネットワークの数的処理より、凍害劣化基準値として統合化する評価法の数値実験を展開検討するものである。

2. 実験概要

供試体は早強セメントを用い、 $W/C=0.55$ 、 $S/C=2.28$ 、 $4\#4\#16\text{cm}$ のモルタルを作成した。実験計画及びサンプル数を表-1に示す。また、実験行程及び観測項目を表-2に示す。特に、防水条件は図-1の縦線でハッチした浸水面（ $4\times 4\text{cm}$ ：1面）を除いて、他面すべてにコーティングを実施したものである。また、浸水面から順にA～D部とした。与えた凍結融解作用は材齢14日から水中凍結水中融解方式にて開始し、表-2の各材齢にて、供試体をブロック4分割し、単位質量、圧縮強度をそれぞれ観測した。

3. 結果及び考察

図-2に各シリーズの圧縮強度、単位質量の観測値の平均値の比較を95%信頼区間とともに示す。防水条件が無い供試体は、両端部と中央部の2ブロックを1つにまとめ、外部と内部として扱った。上段の圧縮強度の結果について、防水条件が有る場合の劣化は、表層部と内部に二極化しており、塩水浸漬以外はB部で最も劣化が小さい。また、D部の劣化は防水された閉鎖空間ほど、移動水圧が集中し劣化進行するためと考える。一方、塩水浸漬の場合は最も劣化の小さいピークがC部に移る。下段の単位質量の結果については、AEモルタルの場合、体積膨張が小さいため、単位質量の変化が表れにくい。塩分浸漬の影響がC部まで及んでいることは圧縮強度の結果と同意する。本条件下では、『凍害劣化が進行することにより、ブレンモルタルの場合、圧縮強度及び単位質量は相関を持って小さくなる』という知識が得られる。

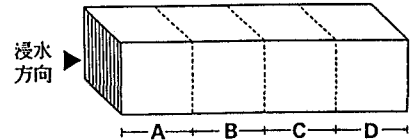


図-1 実験供試体各部と浸水面の方向

表-1 実験計画の概要

要因	水準 \ シリーズ	I	II	III	IV	V	VI
対象モルタル	ブレンモルタル AEモルタル	○	○	○		○	○
防水条件	有り 無し		○	○	○	○	○
養生状態	水中養生 30%塩水浸漬	○	○	○	○	○	○
凍結融解条件	有り 無し	○	○		○	○	○
サンプル数	供試体単位 評価ブロック単位	16 32	16 16	9 18	15 15	16 16	10 20

(実施したもの ○)

表-2 実験行程の概要

材齢1日	脱型	単位質量測定
2日	プライマー塗布	
3日	ライニング材塗布	
7日	養生状態の開始	
14日	養生状態の終了	単位質量測定
14日	凍結融解劣化開始	
凍結融解終了サイクル数時	供試体のブロック分割化	単位質量測定 圧縮強度測定
凍結融解終了サイクル数と材齢		
ブレン	材齢21日	40サイクル
AE	材齢56日	210サイクル

表-3 $G\times G_y$ と劣化基準 G_z の対応

単位質量	2.190	2.155	2.120	2.085	2.050	2.015	1.980
圧縮強度	530	470	410	350	290	230	170
グレード	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
基準値	0.875	0.750	0.625	0.500	0.375	0.250	0.125

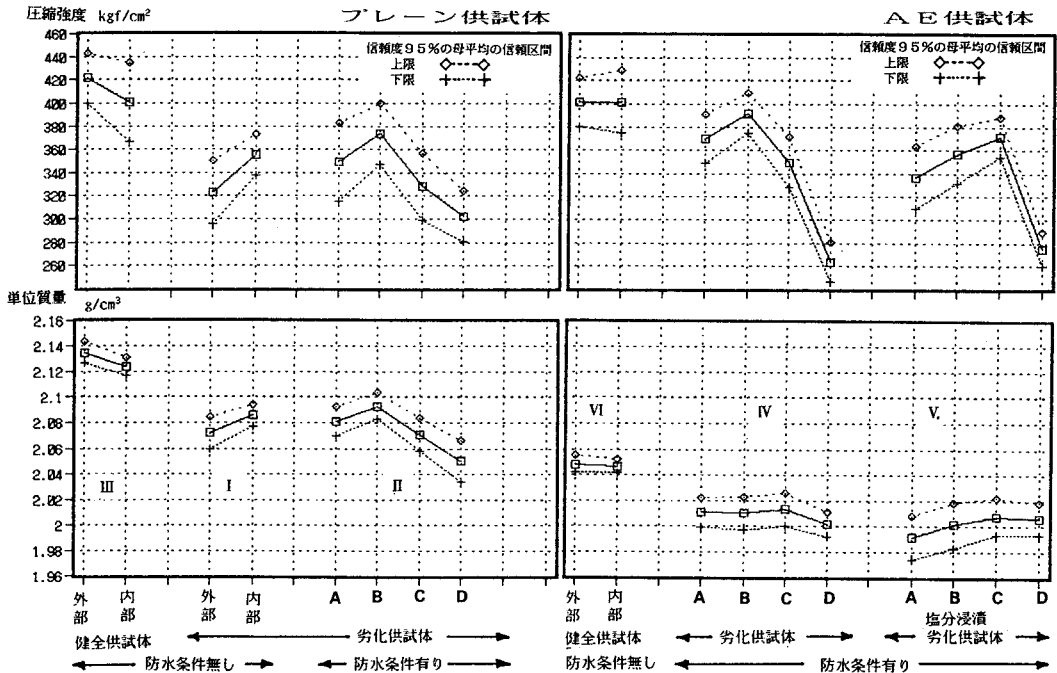


図-2 ブロック分割化供試体の凍結融解劣化状況の比較

4. 観測値の想定数値実験とファジィ推論〔2〕

表-3に観測値の代表値(G_x , G_y)を設定し、それを平均値とした正規乱数を、標準偏差2水準(単位質量0.01, 0.05g/cm³、圧縮強度30, 60kgf/cm²)で2サンプルずつ発生させ、想定データとした。今、前述で得た知識をファジィif-thenルールで表現することによって、観測値を統合し、凍害劣化基準値 G_z として確信度とともに得る。その確信度をニューラルネットワークで向上させ、観測結果と推論結果の比較を図-3に示す。また、想定4ケース別に設定値と各結果を順位相関係数で比較すると、図-4に示すように、ニューロ推論ではそれぞれの標準偏差にあまり左右されず結果を算出できる可能性がある。

〔参考文献〕

- 1) 長谷川寿夫・藤原忠司著：凍害、技報堂、1988。
- 2) 高科 豊：浸水面からのモルタル凍結融解劣化分布の実験的検討、コンクリート工学年次論文報告集、vol16, 1994。(投稿中)

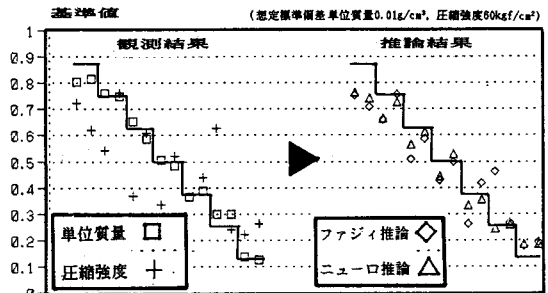


図-3 想定観測結果と推論結果の比較

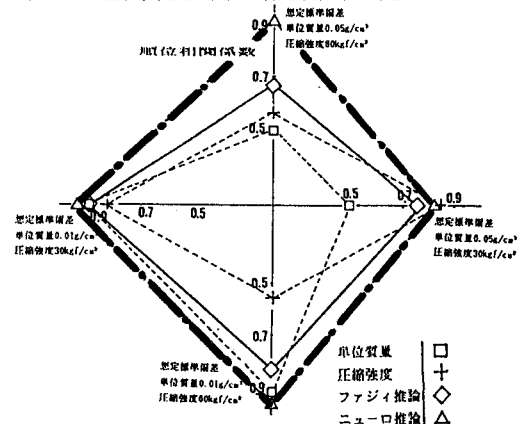


図-4 想定ケース別結果の設定値との相関