

V-196 寒冷地各種環境下の非線形解析によるコンクリートの劣化予測

北見工業大学工学部 正 員 桜井 宏
 北見工業大学工学部 正 員 鮎田耕一
 岩田建設 正 員 田中 純
 北見工業大学大学院 学 生 員 ○ 西村貴志

1. はじめに

寒冷地各種環境下のコンクリート構造物は、劣化の外的要因である気象条件及び環境条件や内的要因である水セメント比の影響によって凍害や塩害等の劣化作用を受ける。また、コンクリートの耐凍害性を検討する促進試験方法としては、従来、ASTM C 666法等の急速水中凍結融解試験が一般的である。実構造物が受ける凍結融解は気中凍結融解で、急速水中凍結融解試験と実構造物のコンクリート部材等の耐力等の性能との関係や海水中における劣化についての検討は十分に行われていない。本研究は、非線形解析を用いてRCモデル化供試体での促進及び曝露試験結果から非線形解析によるコンクリートの劣化予測を検討することを目的とする。

2. 方法

2. 1 実験方法

コンクリートの配合は、水セメント比45%, 55%, 65%, 単位水量 152Kg/m^3 とする。打込み時における目標空気量及び目標スランプをそれぞれ $4.5 \pm 0.5\%$ 及び $8.0 \pm 1.0\text{cm}$ とした。供試体の形状及び寸法を図-1に示す。

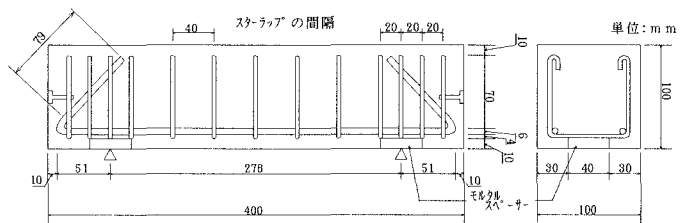


図-1 供試体の形状及び寸法

2. 2 解析方法

耐力への影響が大きい超音波伝播速度変化率の測定結果を解析した^{1) 2)}。モデルは筆者等が開発した以下の非線形指数関数モデル³⁾を仮定し、最適な係数A, B, Cを最小自乗誤差により求めた。

$$U = A * CYC * (\exp(-C * CYC)) + B \quad \dots \text{式(1)}$$

ここで、U:超音波伝播速度変化率、CYC:凍結融解回数、A, B, C:係数

なお、係数Bを初期値である100%と固定せずに、解析によって推定される係数としたのは、初期値も変動する測定値の1つと考えて、ばらつきを考慮したためである。

3. 検討結果及び考察

図-2に水セメント比と係数Aの関係を示す。水セメント比が大きくなると、係数の絶対値が大きくなる。従って、内的要因の影響を受ける傾向が認められる。

図-3に各種環境要因と係数Cの推定値を示す。係数Cは、環境要因による違いがみられ劣化の外的要因の影響を受ける傾向が認められる。係数Cは気中凍融に対し、曝露ではやや増加し、水中では減少し、海水中では最も小さい値を示している。

次に、非線形解析で劣化予測した曲線と超音波伝播速度変化率の関係を示す。図-4に気中凍結融解試験、図-5に曝露試験、図-6に水中凍結融解試験（淡水）を示した。環境要因別のモデル曲線の比較を図-7に示した。気中凍結融解に関しては、モデル曲線の形状がはっきりと上に凸であることが認められる。その他の環境要因では上に凸の傾向が小さい。実構造物では材令によるコンクリート強度の増加があり、気中凍結融解の条件により近く、上に凸の非線形モデル曲線で適切に予測できるものと思われる。

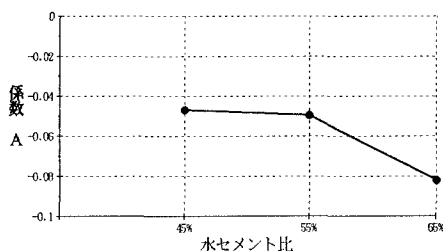


図-2 係数(A)の推定値と水セメント比の関係

●: W/C=45% ×: W/C=55% ▲: W/C=65%

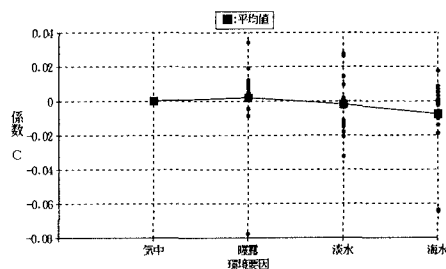


図-3 環境要因と係数(C)の関係

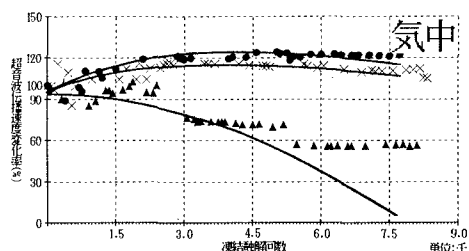


図-4 超音波伝播速度変化率の非線形解析結果(気中)

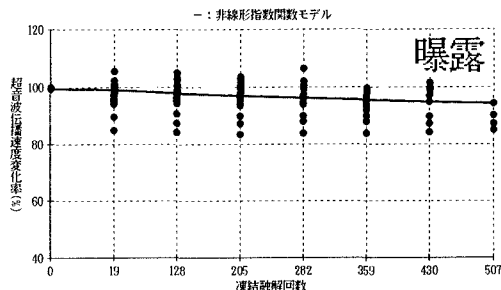


図-5 超音波伝播速度変化率の非線形解析結果(曝露)

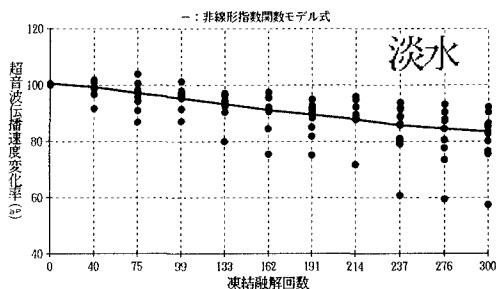


図-6 超音波伝播速度変化率の非線形解析結果(淡水)

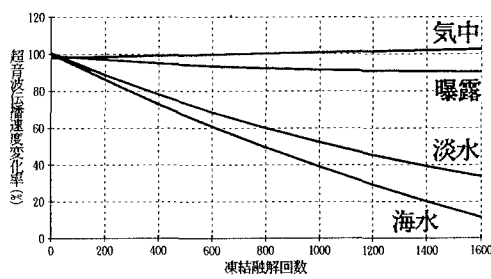


図-7 環境要因別のモデル曲線の比較

4. まとめ

寒冷地各種環境下のコンクリートの各種実験と非線形解析による劣化予測を検討した結果を以下に示す。

- ①非線形指数関数モデル式(式(1))は、RCモデル化供試体を用いた凍結融解試験の超音波伝播速度変化率の結果に対してよく適合した。式中の係数Aは内的要因の影響を受け、係数Cは外的要因の影響を受ける。
- ②水セメント比などの内的要因、環境要因などの外的要因を考慮した非線形指数関数モデルを用いると、材令によるコンクリート強度の増加を考慮できる上に凸の適確な劣化予測が可能である。

《謝辞》本研究にあたり北海道大学佐伯昇教授、藤田嘉夫前北見工業大学客員教授のご指導を受けた。また、北見工業大学岡田、猪狩技官の御協力を受けた。解析において北海道大学及び東京大学大型計算機センターの御協力を受けHITACを使用した。文部省科学研究補助金(H6年度、一般C、0665041)の交付を受けた。ここに感謝する。

【参考文献】

- 1) 桜井宏, 鮎田耕一, 岡田包儀, 田中純: コンクリートの耐凍害性の気中凍結融解試験による検討, 土木学会北海道支部論文報告集第51号, 平成7年2月, pp. 388-391
- 2) 桜井宏, 鮎田耕一, 岡田包儀, 田中純: 凍結融解8000回の気中凍結融解試験と指数関数モデルによるRCの耐凍害性評価, 第50回土木学会年次学術講演会講演概要集V, 平成7年9月, pp. 268-269
- 3) H. SAKURAI, K. AUTA, K. OKADA, J. TANAKA: Study of 8000 cycles Freezing and Thawing Tests in Air by RC Model Specimen Using Non-linear Exponential Function Models, 1995年9月