

V-167

ファジィ理論に基づいたコンクリート構造物の劣化診断の適用

早稲田大学 理工学部 正員 関 博
 東京電機大学 理工学部 正員 松井邦人
 東電設計(株) 技術開発本部 正員 松島 学

東京電機大学 理工学部 学生員 洲鎌靖之
 東電設計(株) 第二土木本部 正員 金子雄一

1. はじめに

本研究は、対象構造物を栈橋のRCスラブとし、その劣化診断にファジィ理論を適用したものである。劣化診断では、その等級の境界が明確でないこと、その評価が個人により異なることから、劣化レベルの評価は技術者の主観的な感覚や経験により左右されるものとなっている。ファジィ理論は、このような主観的な表現を定量的に表すことが出来る新しい手法である。本研究では、2つの例題を通してファジィ理論の適用の可能性について検討した。

2. ファジィ理論による構造物の劣化診断

対象構造物の目視観察による結果が、 X_{1k} :鉄筋の腐食 $\rightarrow$ Ⅱ, X_{2k} :ひびわれ $\rightarrow$ Ⅲ, X_{3k} :剝離 $\rightarrow$ Ⅱと得られた場合をCase Iとする。 $X_{1k} \rightarrow$ Ⅱ, $X_{2k} \rightarrow$ Ⅱ, $X_{3k} \rightarrow$ Ⅱの場合をCase IIとする。図1. a, b, cにCase Iの場合の各帰属度関数を示す。図1. dにCase Iの場合の得られた対象構造物の劣化の帰属度関数を示す。図2. eにCase IIの場合の同帰属度関数を示す。これらの図から、Case IIのように各分類項目のレベルが同じように評価したもの比べて、Case Iのように異なったレベルの値を選択した場合は、その構造物に対する劣化評価が、ばらついているのがわかる。

次に、各分類項目の判定結果から各劣化レベルの期待値を求める。本研究では、この評価尺度として λ -ファジィ測度¹⁾を用いた。ただし、 $\lambda=0$ と仮定した。このことより λ -ファジィ測度は確率測度と同じくなり加法定理が成り立つ。よって、各劣化レベルの帰属度関数 $\mu_{zj}(c_n)$ と $\mu_R(c_n)$ よりファジィ測度を求め、ファジィ積分することで各劣化レベルjのファジィ期待値 $FI(j)$ を求めた。Case Iの場合について図3. a, b, c, dに各劣化レベルⅡ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴのファジィ積分の演算過程を示す。同図で g は、対象構造物の劣化の帰属度関数 $\mu_R(c_i)$ から得られたファジィ測度である。 $\mu_{zj}(c_n)$ は各劣化レベルの帰属度関数である。さらに、

同図にはファジィ積分値も示してある。その結果、図4. a, b (Case I と Case II) のように各劣化レベルのファジィ期待値は求められる。この図より、Case I では、劣化レベルⅡおよびⅢに属するファ

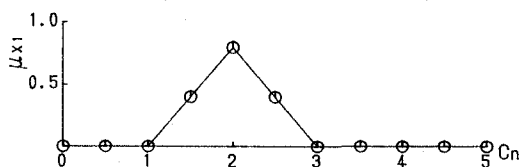
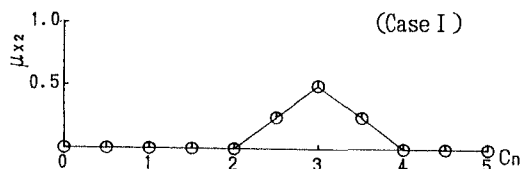
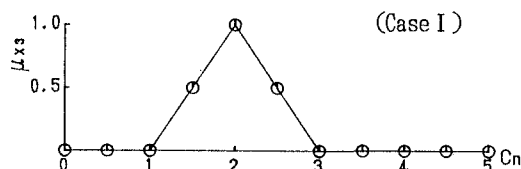
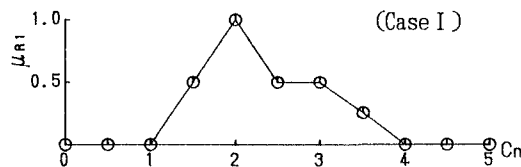
図1. a X_{11} の選択された帰属度関数図1. b X_{21} の選択された帰属度関数図1. c X_{31} の選択された帰属度関数

図1. d 対象構造物の劣化の帰属度関数

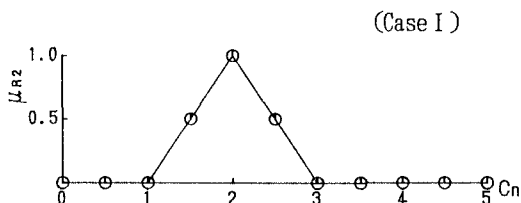


図1. e 対象構造物の劣化の帰属度関数

(Case II)

ジ期待値がほぼ同程度であることが示されている。しかし、劣化レベルⅠおよびⅣの可能性が全くないわけではないことを意味している。それに対してCaseⅡでは、劣化レベルⅡが卓越しており、劣化レベルⅠ、Ⅲの可能性もあることを示している。このように、判断にばらつきがあると、ファジィ期待値の結果に影響を与え、人間の感覚と合うものである。

3. まとめ

本研究では、技術者の経験や主観にもとづく構造物の劣化診断にファジィ理論を適用した。その結果から得られた知見を以降にまとめる。

(1) 構造物の劣化診断に対して、①分類項目の判

断区分、②分類項目の重要度係数および③構造物の劣化のファジィ期待値の設定の各段階において、ファジィ理論を用いることにより、その診断過程を定量的に表現できる。

(2) ファジィ理論を用いることにより、構造物の劣化を求める思考過程を数値化でき、主観的な評価を定量的に表すことができる。

(3) ファジィ理論を用いた診断結果は、各劣化レベルのファジィ期待値の分布として与えるため、情報量の多い解となっている。

参考文献：1). 菅野道夫, Fuzzy測度とFuzzy積分, 計測自動制御学会論文集, 第8巻, 第2号, pp. 218~pp. 226, 1972

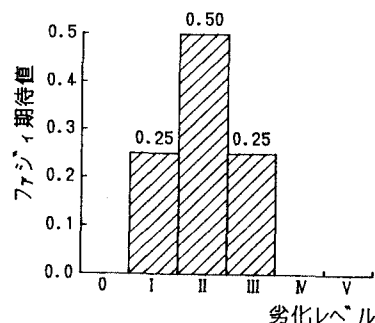
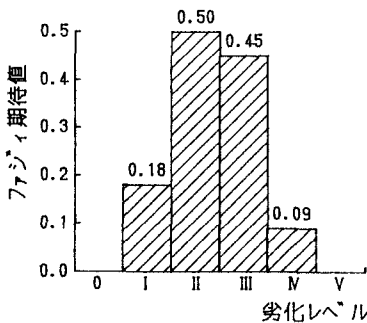
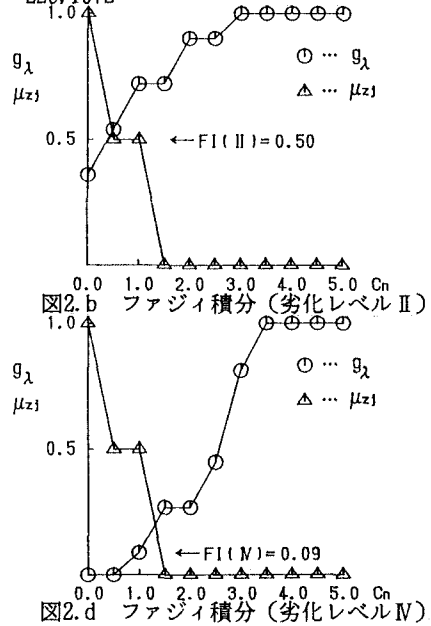
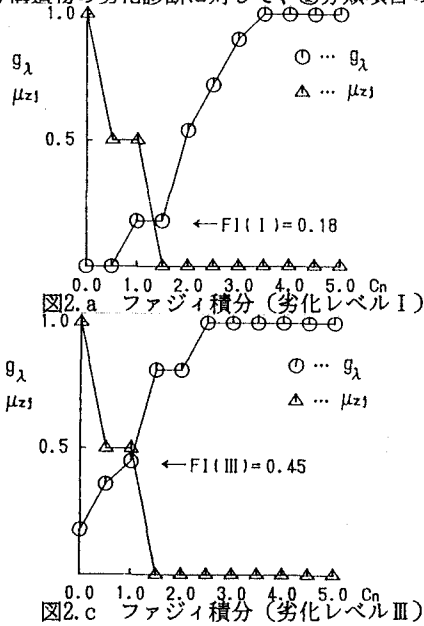


図3.1 各劣化レベルのファジィ期待値 (Case I) 図3.2 各劣化レベルのファジィ期待値 (Case II)