

ファジー多基準分析法による UCAS 工法の有用性に対する総合評価

九州大学 学生会員 ○井上 武
九州大学大学院 フェロー 太田 俊昭
九州大学大学院 学生会員 Djameludin Rudy
九州大学大学院 学生会員 佐溝 圭太郎

1.はじめに

現在、社会の中で進行している IT 化の流れや、21 世紀の上位概念のキーワードとして挙げられる環境・循環型社会、安全で信頼出来る社会などにもとまう建設業の変化に対応するため、コンクリート工法として、我々がもっとも合理的と考える UCAS 工法（Unresin Carbon-fibers Assembly System for construction）の有用性を検証するため、従来の鉄筋コンクリート構造（RC 構造）および硬化型連続炭素繊維補強構造（CFRP 構造）との比較検討を試みる。

すなわち、工法に関連したアンケートによる一対比較を行って重要度を決定し、これを基にファジー多基準分析法を用いて、他のコンクリート補強構造との総合的な比較評価を行った。

2.調査概要

コンクリート補強構造の総合評価に対し、まず独立性を考慮して評価項目の抽出を行い、この評価項目を関連度に基づき階層化（図-1）した。次に各項目の各階層ごとの重要度を決定するためにアンケートを行い、これにより重要度を決定した。このときアンケートの対象は、メーカーおよびコンサルタントの技術者 91 名とした。重要度の算定には一対比較法を用いて行った。一対比較法とは、各階層の評価項目を 2 つずつ取りだし優劣好悪を比較し適当な点数評価をするもので、今回のように計算を行う際の値が決定しにくいときは一対比較点数表を用いる。

そして、求めた重要度と 7 段階の言語変数（Ex：Excellent、GEx、G：Good、FG、F：Fair、BF、B：Bad）による評点表（表-1）から多基準分析法を用いた相対評価による優劣性を求めた。ここで多基準分析法とは本来、評価候補に対する評価項目を総合評価し優劣順をつけるものであるが、今回の工法の評価のように評点にあいまいさがある場合には、言語変数をメンバーシップ関数（図-2）により表し、ファジー拡張演算による多基準分析を行う。

3.調査結果と考察

補強工法の評価項目に対する重要度とファジー演

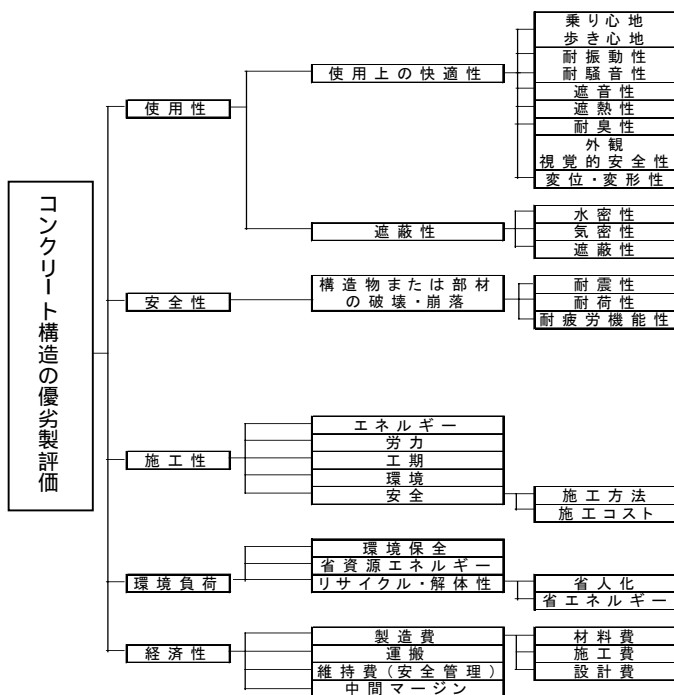


図-1：評価階層図

表-1：言語変数による評価

第一階層	第二階層	第三階層	言語変数による評価
項目	項目	項目	RC構造
補強工法の評価	使用性	使用上の快適性	RC構造
		乗り心地	F
		歩き心地	F
		耐振動性	BF
		耐騒音性	FQ
		遮音性	F
		遮熱性	F
		耐臭性	F
		外観	F
		視覚的安全性	F
		変位・変形性	FG
	遮蔽性	水密性	F
		気密性	F
		遮蔽性	F
		耐震性	F
		耐荷重性	FQ
	安全性	構造物または部材の破壊・崩落	FQ
		耐震性	F
		耐荷重性	F
		耐疲労機能性	F
		耐疲労機能性	F
	施工性	エネルギー	FQ
		労力	BF
		工期	FQ
		環境	F
		安全	BF
	環境負荷	環境保全	FQ
		省資源エネルギーリサイクル・解体性	FQ
		省人化	F
		省エネルギー	F
		省エネルギー	F
	経済性	製造費	BF
		運搬	F
		維持費（安全管理）	F
		中間マージン	F
		中間マージン	F
補強工法の評価	使用性	使用上の快適性	CFRP構造
		乗り心地	F
		歩き心地	F
		耐振動性	BF
		耐騒音性	FQ
		遮音性	F
		遮熱性	F
		耐臭性	F
		外観	F
		視覚的安全性	F
		変位・変形性	FG
	遮蔽性	水密性	F
		気密性	F
		遮蔽性	F
		耐震性	F
		耐荷重性	FQ
	安全性	構造物または部材の破壊・崩落	FQ
		耐震性	F
		耐荷重性	F
		耐疲労機能性	F
		耐疲労機能性	F
	施工性	エネルギー	FQ
		労力	BF
		工期	FQ
		環境	F
		安全	BF
	環境負荷	環境保全	FQ
		省資源エネルギーリサイクル・解体性	FQ
		省人化	F
		省エネルギー	F
		省エネルギー	F
	経済性	製造費	BF
		運搬	F
		維持費（安全管理）	F
		中間マージン	F
		中間マージン	F
補強工法の評価	使用性	使用上の快適性	UCAS工法
		乗り心地	F
		歩き心地	F
		耐振動性	GEx
		耐騒音性	F
		遮音性	F
		遮熱性	FG
		耐臭性	F
		外観	F
		視覚的安全性	F
		変位・変形性	G
	遮蔽性	水密性	F
		気密性	F
		遮蔽性	F
		耐震性	F
		耐荷重性	FQ
	安全性	構造物または部材の破壊・崩落	FQ
		耐震性	F
		耐荷重性	F
		耐疲労機能性	F
		耐疲労機能性	F
	施工性	エネルギー	FQ
		労力	BF
		工期	FQ
		環境	F
		安全	BF
	環境負荷	環境保全	FQ
		省資源エネルギーリサイクル・解体性	FQ
		省人化	F
		省エネルギー	F
		省エネルギー	F
	経済性	製造費	BF
		運搬	F
		維持費（安全管理）	F
		中間マージン	F
		中間マージン	F

キーワード：UCAS 工法、一対比較法、ファジー多基準分析法

連絡先：〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 : 092-642-3309 FAX:092-642-3309

算による多基準分析の結果を表-2 および図-3 に示す。表-2 から、第一階層の使用性は 0.142 の重要度であり、安全性は 0.394、施工性は 0.108、環境負荷は 0.234、経済性は 0.124 である。このことから、相対的には安全性や環境負荷が重要であり、施工性がもっとも軽視されていることがわかる。また、下位層でも安全性に関する項目はいずれも高く、上位階層の重要度が低い施工性や経済性においても安全な施工方法、安全管理の費用が高い重要度を示した。また、使用性に関する重要度は全体的に低かった。

図-3 の結果では、UCAS 工法、RC 構造、CFRP 構造の順で補強工法として優れている。UCAS 工法の優秀さは主に環境保全、経済性に関して他の工法より圧倒的に優れていること、軽量のため運搬性に優れること、同じ理由で施工の容易さがあり、強度の面や耐蝕性において優れているため安全性・信頼性や耐久性に優れていることがあげられる。

欠点としては、炭素長繊維が炭素繊維の集まりであるため、目に見えないたるみや燃りにより理想の強度を発揮できず、設計における信頼性が欠けることがある。

4.まとめ

今回のコンクリート補強工法の評価により、次の結論を得た。

1) 安全性、環境負荷に関わる項目が大きな重要度を持っている。また、上位階層で重要度が低い施工性においても安全な施工法の重要度は高く、安全性の関心の高さを表している。

2) 補強工法においては、UCAS 工法、RC 構造、CFRP 構造の順で優れている。この評価において支配的な評価項目は力学的安全性と環境保全の各項目である。

3) コンクリート補強工法では環境保全、経済性に優れ、力学的、施工的および使用時における安全性との高いものが望まれている。

以上が今回のアンケート調査の結果であるが、今回の調査にはいくつかの課題が残る。これは、今回はあくまでコンクリート構造として考えたもので、部材レベルでの評価をしていないことでありまた、言語評点作成の際のアンケートにおける項目の説明の不十分さなどである。

参考文献

- 1) 福田治朗：OR 入門、多賀出版、(1990)
- 2) 寺野、浅居、菅野 供編：ファジィシステム入門、オーム社、(1987)

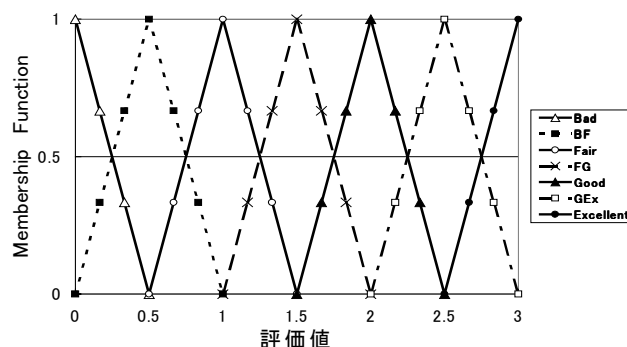


図-2：メンバーシップ関数

表-2：一対比較法による重要度の計算結果

	第一階層		第二階層		第三階層	
	評価項目	重要度	評価項目	重要度	評価項目	重要度
補強工法の評価	使用性	0.142	使用上の快適性	0.085	乗心地	0.010
					歩心地	0.022
					耐振動性	0.015
					耐騒音性	0.009
					遮音性	0.013
	安全性	0.394	構造物または人体の破壊・崩落	0.394	耐震性	0.131
					耐火性	0.131
					耐疲労性	0.131
					遮断性	0.017
					気密性	0.011
	施工性	0.108	エネルギー	0.015	遮断性	0.014
					水密性	0.017
					気密性	0.011
					遮断性	0.014
					遮断性	0.014
	環境負荷	0.234	環境保全	0.117	遮断性	0.014
					遮断性	0.014
					遮断性	0.014
					遮断性	0.014
					遮断性	0.014
	経済性	0.124	製造費	0.039	遮断性	0.014
					遮断性	0.014
					遮断性	0.014
					遮断性	0.014
					遮断性	0.014

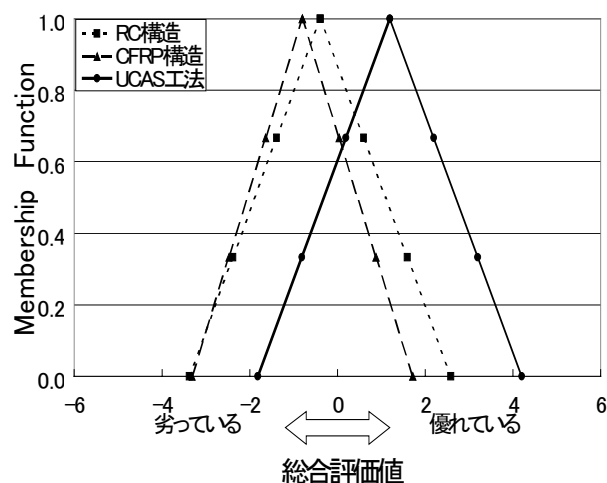


図-3：工法の評価