

耐久指数項目の経済性を考慮した耐久性ポイントの確保について

信州大学大学院 学生員 ○長崎 宏昭
信州大学社会開発工学科 正会員 小山 健

1. はじめに

土木学会コンクリート委員会では耐久性を考慮したコンクリート構造物の設計、すなわち耐久設計の指針を作成し「コンクリート構造物の耐久設計指針（案）」として公表している。これには、耐久設計の概念、耐久性に対する検討の方法および環境指数や耐久指数の概念等について提示しており、コンクリート構造物の耐久性を検討するためのガイドラインの性格を有している。しかしながらこの指針（案）には、環境指数や耐久指数の細部について今後とも検討すべき余地が残されている。

本研究は、耐久設計を行う場合の耐久性ポイントの確保について、耐久指数の各テクノロジー項目ごとの経済性を考慮することにより、一般的にどの項目がより耐久性に影響を及し、重点的に管理すべきかを明らかにしようとするものである。

2. 「コンクリート構造物の耐久設計指針（案）」について¹⁾

「コンクリート構造物の耐久設計指針（案）」に基づくコンクリート構造物の耐久性に対する検討は、部材各部において、耐久指数 T_p が環境指数 S_p 以上であることを確かめることにより行う。

$$T_p \geq S_p \quad (1)$$

ここで、環境指数 S_p は建造される構造物に作用する環境条件および構造物に要求されるメンテナンスフリーの期間より定義される指数で、50年間メンテナンスフリーな構造物（耐久的であるとする）の環境指数 S_p を 100 と設定している。耐久指数 T_p は構造物の設計詳細、使用材料および施工条件の具体的な内容から、構造物の建造前の設計時および施工計画制作時に算定される指数と定義され、コンクリート構造物固有の耐久性能 30 に種々の耐久性ポイントを累加して算定される。耐久性ポイントとは、耐久指数 T_p の算定に際して構造物の耐久性におよぼす個々の要因の影響を各テクノロジー項目ごとに定量化した値である。

3. 研究概要

本研究はより良い耐久設計を行うために、耐久性ポイントの各テクノロジー項目に費用を導入し、耐久設計における重要度を評価しようとする試みである。ここで費用とは、耐久設計において各テクノロジー項目を採用した場合にかかる費用を表している。今回の計算では特に施工段階での耐久設計に注目し、施工に関する項目であるコンクリート工に関する耐久性ポイント $T_p(6,j)$ と鉄筋工・型枠工・支保工に関する耐久性ポイント $T_p(7,j)$ の各テクノロジー項目に費用を導入し、これらの各テクノロジー項目の耐久設計における重要度の評価を試みる。各テクノロジー項目の費用は、一般化のため一日のコンクリート打設量を 50m^3 としたうえで一日にかかる費用を基準として仮定した²⁾³⁾。なお、現段階では正確に評価することが困難な項目もあることから、表-1、表-2のように費用に関して仮定した値をパラメータとして用いることにより定性的な面を重視して計算を行う。

次に、最善の場合と最悪の場合の二通りの制約条件と目的関数を定める。

$$\text{最善の場合} \quad T_p \geq 100 \quad (2a)$$

$$\Sigma \text{COST}_n \rightarrow \text{Min} \quad (2b)$$

$$\text{最悪の場合} \quad T_p \leq 100 \quad (3a)$$

$$\Sigma \text{COST}_n \rightarrow \text{Max} \quad (3b)$$

表-1 耐久性ポイント $T_P(6,j)$ と COST

X	小項目	$T_P(6,j)$	COST
施工主任技術者			
X_1	特A	2.5	6.5
X_2	A	1.5	4.7
X_3	B	5	3.8
X_4	C	-1.0	3.0
受入れ			
X_5	受入れ場所に元請技術者を常駐させない場合	-5	0
X_6	製造工場における各パッチの材料の計量印字記録によって配合を現場到着時点で直ちに確認する場合	5	4
運搬・打込み・締固め			
X_7	工事指揮者が打込み場所に常駐しない場合	-5	0
X_8	工場で型枠振動機による締固めを行う場合	1.0	2.6
X_9	現場で型枠振動機と内部振動機を併用する場合	5	1.7
X_{10}	内部振動機により通常の締固めを行う場合	0	9
X_{11}	内部振動機による通常の締固めを行わない場合	-2.5	0
表面仕上げ・養生			
X_{12}	皮膜養生剤を使用する場合	5	1.5
X_{13}	通常の表面仕上げを行う場合	0	1.2
X_{14}	はり、柱等でタンピングを行わない場合	-5	0
X_{15}	表面積の大きいスラブ部材等でタンピングを行わない場合	-1.5	0

表-2 耐久性ポイント $T_P(7,j)$ と COST

X	小項目	$T_P(7,j)$	COST
鉄筋の加工			
X_{16}	加工形状を確認する原寸の定規を用いる場合	5	3
鉄筋の組立			
X_{17}	スベーサの種類	0	1.4
X_{18}	モルタル・セラミック等	-5	5
X_{19}	プラスチック	-1.0	7
X_{20}	スベーサの数不足	-1.0	0
X_{21}	結束線		
X_{22}	防錆した結束線を用いる場合	5	7
	全ての結束線をかぶりより内側へ折り曲げる場合	5	5
型枠工			
X_{23}	型枠締付け材の金属部分がかぶりコンクリート内に残っている場合	-1.0	0
X_{24}	コーン穴後うめ材の種類		
X_{25}	プラスチック材	-5	7
X_{26}	モルタル	0	1.5
X_{27}	無収縮モルタル・モルタル製プレキャスト	5	2.3
	コーン		
X_{27}	防錆したインサートを用いる場合	5	1.5
支保工			
X_{28}	工場または制作ヤードで繰り返し使用する支保工	5	6.0
X_{29}	上記以外の支保工	0	6.0

ここで、 $COST_n$ は各テクノロジー項目の費用を表している。式(2a)及び式(2b)を満たす、また式(3a)及び式(3b)を満たすテクノロジー項目の最適な選択をそれぞれ計算する。最善の場合に選択された項目は重要度が高く、最悪の場合に選択された項目は重要度が低いと考える。さらに、 $COST_n$ を変化させ感度分析を行うことによって各テクノロジー項目の耐久設計における重要度を評価する。

4. 計算結果及びまとめ

ここでは、耐久性ポイント $T_P(6,j)$ 、 $T_P(7,j)$ 以外の耐久性ポイントの合計を80とした場合の各テクノロジー項目の選択回数の結果を図-1に示す。最善の場合に選択された項目はプラスに、最悪の場合に選択された項目はマイナスに考える。図-1よりプラスチックスベーサの使用や繰り返し使用する支保工等の項目が総合的にみて重要度が高いといえる。

以上より、コンクリート構造物の耐久設計において、式(1)を満たさない場合、施工段階では上記の項目を重点的に見直すことが経済性を考慮した耐久性ポイントの確保に有利であるといえる。ただし、これはごく一般的な場合であるため、より最適な耐久設計を行うためには個々のコンクリート構造物の実際の設計条件で計算することが望ましい。

参考文献

- 1)土木学会：コンクリート構造物の耐久設計指針（案）
- 2)土木工事積算研究会：建設省土木工事積算基準
- 3)経済調査会：積算資料1996.6

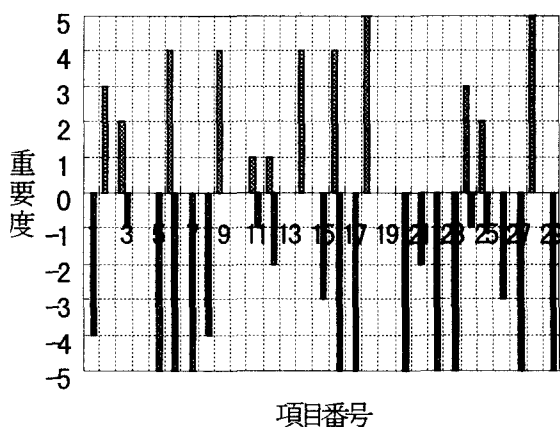


図-1 最善の場合と最悪の場合の重要度