

(V-7) 一対比較による耐久性に関する構造物の重要度

東京電機大学 理工学部 学生員 洲鎌靖之
 東電設計(株) 耐震技術部 正員 松島 学
 東京電機大学 理工学部 正員 松井邦人
 早稲田大学 理工学部 正員 関 博

1 はじめに

構造物の重要度は、損傷時の社会的影響、損傷後の復旧の困難さ等から定められるものであり、その値を定量的に求めることは困難である。一方、構造物の管理者等の専門家は、定量的ではないにしても感覚的に構造物の重要度に対して、何らかの考えを持っているのが普通である。

本研究では、対象構造物をライフラインのコンクリート構造物に絞り、専門家に対して耐久性に関するアンケート調査を行い、一対比較を用いて構造物の重要度を調べたものである。

2 一対比較

一対比較は、耐久性の重要度の問題を対象構造物、評価項目の順番の関係でとらえて、階層構造物を作り上げる。そして、耐久性の優位度からみて評価項目に重みをつけ、次に評価項目からみて対象構造物の重要度を評価する手法である。具体的には、各評価項目 $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ がある時、その重要度を $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ とする。このとき、各評価項目の重要度の比についての一対比較値($W_i/W_j, i, j=1 \sim n$)を専門家に質問する。この解答に一貫性があれば、その結果から得られる重要度の比の行列と各ウエイト W_i ($\sum W_i=1.0$)の間には(1)式が成立する。

$$\begin{pmatrix} 1.0 & W_1/W_2 & W_1/W_3 & \dots & W_1/W_n \\ W_2/W_1 & 1.0 & W_2/W_3 & \dots & W_2/W_n \\ W_3/W_1 & W_3/W_2 & 1.0 & \dots & W_3/W_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_n/W_1 & W_n/W_2 & W_n/W_3 & \dots & 1.0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \vdots \\ W_n \end{pmatrix} = n \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \vdots \\ W_n \end{pmatrix} \quad (1)$$

式(1)を利用して、一対比較行列の固有値、固有ベクトルを求めることで、各 W_i の大きさを各階層構造ごとに求めるものである。そして、一対比較の精度が高くなるほど、最大の固有値は n に近くなる、これは、一般に、Consistency Index $C.I. = (\text{固有値} - 5) / (5 - 1)$ ならびに、Consistency Ratio $C.R. = C.I. / C.I^*$ が用いられる。ただし、 $C.I^*$ は全くランダムな一対比較行列から実験的に得られる $C.I.$ のことである。通常 $C.R.$ が $0.1 \sim 0.15$ 以下で有れば整合性があるとされている。

表1 対象構造物

区分	対象構造物
I	換気孔, ビット, 雑施設 (排水施設, 昇降施設)
II	洞道, 管路, マンホール
III	洞道, 管路, マンホール (基幹導入ルート)

表2 耐久性についての評価項目

	耐久性の項目	項目の意味
使用性	W_1 : 美観	遊離石灰の溶出、ひびわれ(軸方向・輪切りひびわれ)、漏水、コンクリートの部分損傷(コンクリートのはげ落ち、欠け)、さびの溶出等
	W_2 : 漏水	通路の滞水等
安全性	W_3 : コンクリートの劣化	コンクリートの変質、コンクリート成分の溶出等
	W_4 : ひびわれ	輪切りひびわれ(曲げ・せん断・ねじり)、軸方向のひびわれ(鉄筋腐食、付着・定着の劣化)等
	W_5 : 断面欠損	コンクリート(鉄筋腐食による剥離)、鉄筋(局部・全面腐食)等
	W_6 : 荷重変化	土圧の変化、地下水の変化等

3 一対比較の適用

一対比較は5人の技術者を相手にもとめた。表1に対象コンクリート構造物を、表2にその構造物の耐久性の因子の意味を示す。また、図1に耐久性に関する項目の階層構造を、表3に用いた比較値を示す。一対比較を行った結果の整合性が問題となる。本アンケート調査でも、各人の整合比は最大でも $C.R. = 0.147$ となり、十分な整合比があると判断された。

図2に各人のアンケート結果から求められた耐久性

の各因子の重要度を示す。同図には、各人の答えた値の幾何平均値と単純平均から求めた変動係数も表示す。図に見られるように重要な項目は、荷重変化および断面欠損であり、つぎに漏水、ひびわれであり、美観やコンクリートの劣化は問題がないとされている。しかし、重要な項目についての意見の一致度は低く、重要とされない項目の意見の一致度は高い。

図3に、図2にと同様に各人のアンケート結果から求められた対象コンクリート構造物の重要度を示す。同図に見られるように、幾何平均による値は、I=0.0823、II=0.2808、III=0.6381となっており、重要度Iの構造物を1.0とするならば、Iでは $\kappa=1.0$ 、IIでは $\kappa=3.41$ 、IIIでは $\kappa=7.75$ の重要度の重みとなる。

表3 重要度分類

比較値	意 味
1	両者の項目が同じくらい重要
3	前の項目の方が後の方より若干重要
5	前の項目の方が後の方より重要
7	前の項目の方が後の方よりかなり重要
9	前の項目の方が後の方より絶対に重要
2, 4, 6, 8	補間的に用いる
上の数値の逆数	後の項目から前の項目を見た場合

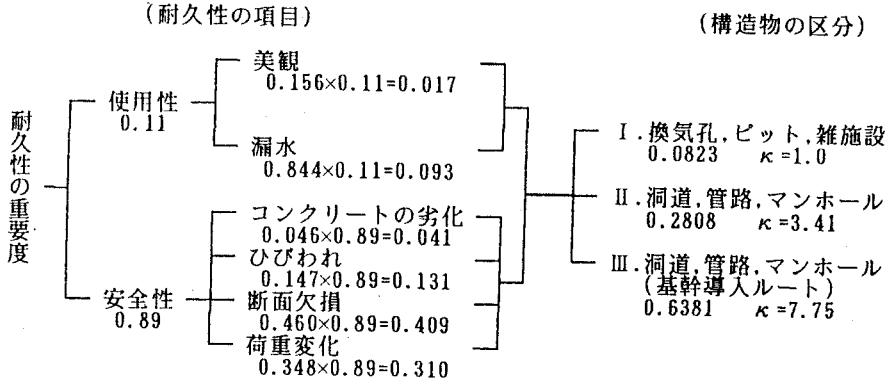


図1 構造物の重要度係数 κ の値

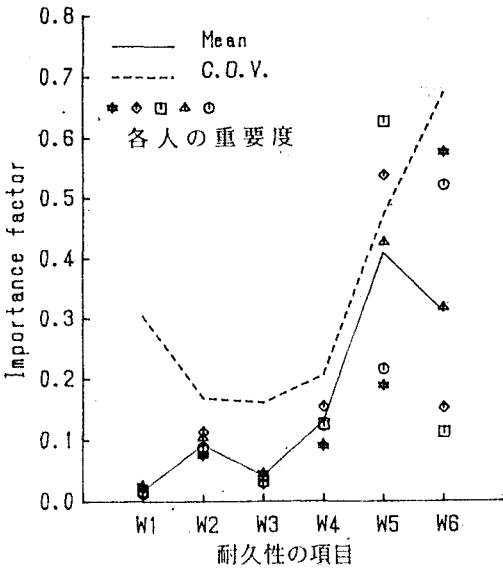


図2 耐久性に関する各項目の重要度

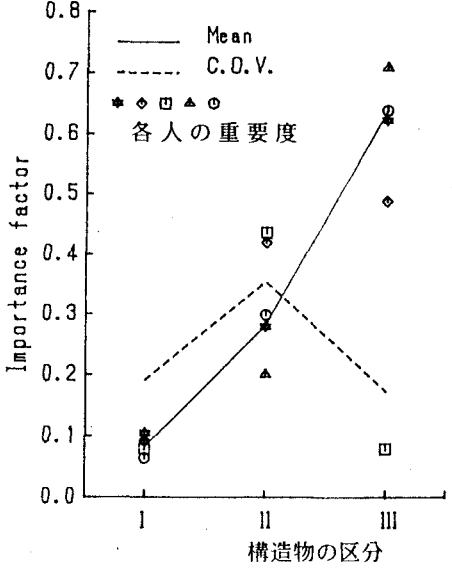


図3 各構造物の重要度

謝辞: アンケート調査を行うにあたり、アンケートに御協力頂いた専門家の方々に感謝いたします。
参考文献: 刀根薫: ゲーム感覚意思決定法, 日科技連, 1986, 1.