

ライフライン地震被害率の数量化における問題点について

熊本大学工学部 正員 秋吉 卓
 熊本大学工学部 学生員 ○久保 聡
 熊本大学工学部 国分寺 政治
 熊本大学工学部 永野 睦弘

1. まえがき ライフラインの地震対策のために、重要因子を網羅して訂正から簡潔な予測手法の研究が望まれている。埋設管については、1978年の宮城県沖地震ではほぼ完全な被害資料が得られたので、これの回帰による予測式も一部発表された。¹⁾しかし単一の地震では、震度等の要因が生かしく、かつ不完全ではあるが重要な過去の被害資料を無視することになり、大きな問題がある。そこで、本研究では、水道・ガス管について被害要因の調査が片寄っているもの同志を同一母集団として別個に数量化による回帰を行い、これらの回帰式を最終的に結合する手法を提案した。

2. 被害率予測式の導き方 表-1には過去の震度V以上の地震による水道・ガス管の被害率 R_f (個所/km) を要因ごとに、反応表としてその一部を示したものである。表より、宮城県沖地震は全要因に反応があるが、震度・地盤・液状化といった要因に差が大きい。この資料のみでは全要因の回帰が難しい。一方、過去の地震では管種・管径による調査が行っているものもある。そこで表のように、震度・地盤・液状化の要因がそろっているものを Group 1 という母集団、管種・管径の要因がそろっているものを Group 2 という母集団とし、表中の黒丸がそれぞれである。

そこで、Group 1, 2の埋設管被害率 (個所/km) の予測式を各々 $R_f^{(1)}$, $R_f^{(2)}$ として、

$$R_f^{(1)} = W_1^{X_1} \cdot W_2^{X_2} \cdots W_r^{X_r} \quad (1)$$

$$R_f^{(2)} = W_{r+1}^{X_{r+1}} \cdot W_{r+2}^{X_{r+2}} \cdots W_s^{X_s} \quad (2)$$

と仮定する。ただし、 W_i はカテゴリー数、 r , $(s-r+1)$ は各々 Group 1, 2のカテゴリー総数、 X_i は反応したとき1でその他のとき0をとる。

表-1. 水道・ガス管の地震被害反応表

震度/V	Group 1					Group 2								備考			
	管種	管径	埋設	管種	管径	管種	管径	埋設	管種	管径	埋設	管種	管径		埋設		
4.77	○																
4.45	○																
4.45	○																
4.2	○																
4.26	○																
4	○																
4	○																
4	○																
4.17	○																
4.13	○																
4.06	○																
3.15	○																
4	○																
4.18	○																
4.13	○																
4	○																
4	○																
4	○																
4	○																
4.57	●																
4.48	●																
3.15	●																
3.24	●																
4.06	●																
4	●																
4.17	●																
4.44	●																
4.18	●																
4	●																
4.21	●																
4.09	●																
4.24	●																
4.05	●																
4.23	●																
4.79	●																
4.42	●																
4.09	●																
4.44	●																
4.05	●																
4.21	●																
4.51	●																

3.113	●																
3.151	●																
4.313	●																
3.364	●																
4.024	●																
4.554	●																
4.994	●																
4.023	●																
4.451	●																
4.46	●																
4.32	●																
2.57	●																
1.75	●																
4.02	●																
2.12	●																
2.24	●																
4.44	●																
4	●																
4.09	●																
4.02	●																
3.55	●																
4.04	●																
4.03	●																
4.44	●																
4.08	●																
2.30	●																
1.64	●																

さらに、全要因を考慮する被害率予測式 R_f を次式で仮定する。

$$R_f = [R_f^{(\alpha_1)}]^{(\alpha_1)} [R_f^{(\alpha_2)}]^{(\alpha_2)} \quad \text{--- (3)}$$

3. 適用例と問題点

ここでは、水道管(81例)とガス管(33例)とを統合して、2 Groupに分けた。図-1, 2は各々 Group 1, 2 での実被害率 R_f と推定被害率 R_f' の相関図であるが、重相関係数 R_1, R_2 の値からも分かるように、Group 1 (要因: 震度・地盤・液状化)による回帰は良いが、Group 2 (要因: 管種・管径)によるものはあまり良くない。

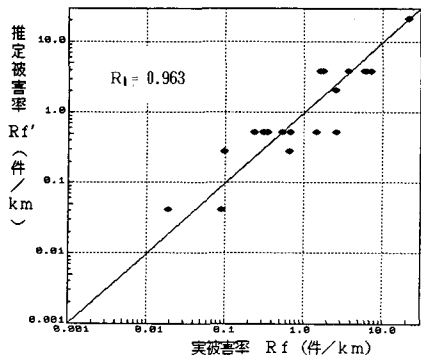


図-1. Group1 に対する被害率の相関

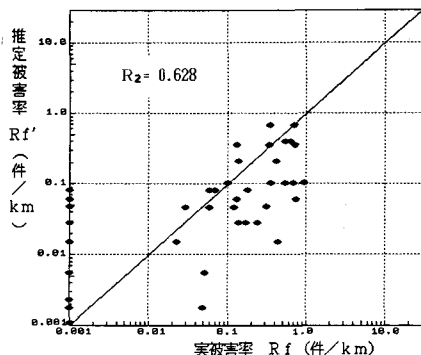


図-2. Group2 に対する被害率の相関

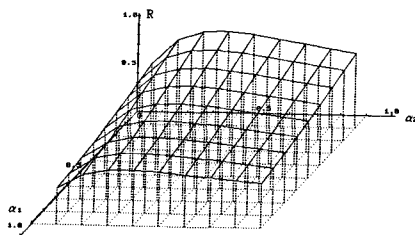


図-3. ウェイト α_1, α_2 の重相関係数 R への寄与

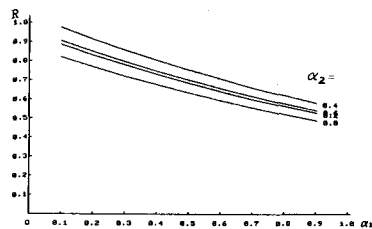


図-4. α_2 一定に対する $R - \alpha_1$ 関係

そこで被害要因がそろっている宮城県沖地震に対する(3)式の予測式のウェイト α_1, α_2 と重相関係数 R との関係を図3に示した。さらに、この図の断面図を図4, 5, 6, 8に示しているが

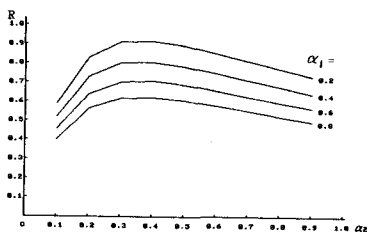


図-5. α_1 一定に対する $R - \alpha_2$ 関係

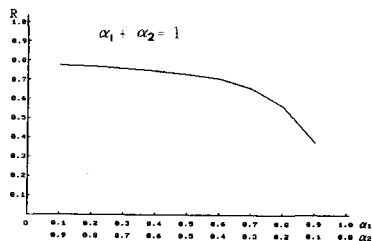


図-6. 百分率 α_1, α_2 に対する R

宮城県沖地震の Group 1 の要因が無変化のため、 R_f' の重相関係数 R を高める(予測誤差を抑える)ためには、 α_1 を小さくすればよいという当然の結果が得られる。結局 α_1 のとり方は、工学的判断が必要となる。

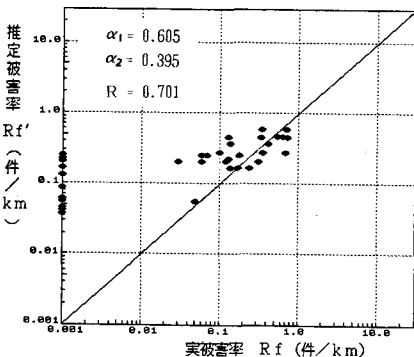


図-7. $\alpha_1 = R_1 / (R_1 + R_2), \alpha_2 = R_2 / (R_1 + R_2)$ に対する被害率の相関

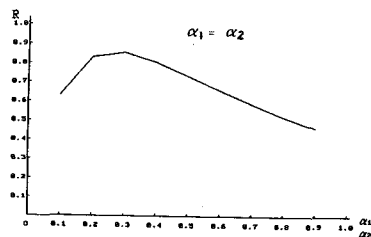


図-8. 等ウェイト ($\alpha_1 = \alpha_2$) に対する R

詳細は講演時にゆずる。
参考文献

1) 岩崎他: 工学会第39回年次学術講演会概要集, 第1部, pp. 839-840