

§1. はしがき

構造物は耐用年数中の地震危険度はかりでなく、その施工期間中においても当然地震危険度を有する。この地震危険度は施工期間が数ヶ月から1・2年程度であることを考えれば、耐用年数中の地震危険度と比べればはるかに小さいものであろう。しかしながら、施工中の構造物の中には構造力学的に見ればきわめて不安定なものもある。このような場合には、中小の地震でも施工中の構造物にはかなりまつく、一部には工事に支障をきたすようなことがあるかも知れない。上記の観点から、本研究では施工中の構造物の安全性を検討する基礎的資料として、東京における施工期間中の地震危険度を計算する。

§2. 解析方法¹⁾

地震危険度の算定には静的信頼性解析法を用いる。すなわち、地震危険度 P_f は次式により定義される。

$$P_f = P_f(\alpha > \alpha_0 | T_u) \quad (1)$$

ここで、 T_u は施工期間、 α は現準となる地震の最大加速度値、 α_0 は施工期間中に起る地震の最大加速度である。(1)式は地震の生起過程をポアソン過程と仮定し、さらに施工期間 T_u を N_T 期間に分割し1期間には地震が1回以上は起まないとこの仮定をもうければ、次式のように表わせる。

$$P_f = \sum_{n=1}^{N_T} \left[N_T C_n (P')^n (1-P')^{N_T-n} \{1.0 - (1.0-P')^n\} \right] \quad (2)$$

ここで、 P は1期間中に地震の起る確率、 P' は1回の地震で $\alpha > \alpha_0$ の事象がおきる確率である。

§3. 使用データ

データとしては東京における過去72年間の震度別発生回数を使用するが²⁾、これらすべての記録回数を用いた場合(ケース1)および関東地震の起きた年とその余震の多い翌年の2年間を除いた場合(ケース2)について検討する。ケース2は関東地震のような大地震に遭遇すれば現存の建物も多数破壊することから、施工中の構造物が破壊しても問題とはならないであろうという考えによる。(表-1参照)なお、震度と最大加速度との関係は参考文献(3)によった。(表-2参照)

§4. 結果および考察

上記データより、 P および P' を推定する。結果は以下の通りである。ただし、 $P = P(\alpha > \alpha_0) = \int_{\alpha_0}^{\infty} P_z(\alpha) d\alpha$

$$\text{ケース1; } P_z(\alpha) = \frac{1}{270} e^{-\alpha/270}, \quad P' = 0.344 \text{ 回/1ヶ月} \quad (3)$$

$$\text{ケース2; } P_z(\alpha) = \frac{1}{23.9} e^{-\alpha/23.9}, \quad P' = 0.287 \text{ 回/1ヶ月} \quad (4)$$

代表的な α_0 に対する P の値を表-3に示す。 P および P' ともに、ケース2はケース1とくらべかなり小さくなっていることがわかる。

上記の数値を用いて地震危険度を算定する。結果を図-1に示す。図-1からは以下のことが考察できよう。

- (1) 最大加速度 α_0 を大きくすると、地震危険度 P_f は指数関数的に減少する。
- (2) 地震危険度は施工期間に比例して大きくなる。

具体的数値としては、施工期間 T_u を1年、地震危険度を1%とすれば、対応する最大加速度はケース1で155 gal、ケース2で130 gal程度である。また、この最大加速度は東京で将来75年間で期待される最大加速度300 galの約2分の1である。³⁾

5. 地震の群発性に関する検討

上記、解析では、地震の生起に対してその周期性あるいは群発性といったものは考慮に入られていない。ここで、地震の群発性は大地震直後の都市復興などと関連して検討しておくべき課題の一つとなろう。このことから、本研究では、地震の群発性を仮定した場合の地震危険度を概算し、上記地震危険度と比較検討する。

算定には、震度Ⅴ以上のデータを用い、地震の間隔が対数正規分布に従うものとして、群発性を考慮した地震危険度を求める。結果を図-2に示す。図-2からは施工期間を1年、最大加速度 X_0 を震度Ⅴ以上すなわち80 galとすると、地震の群発性を考慮した地震危険度は最後に震度Ⅴ以上の地震が起きたからの経過年数が2年以内ではケース1よりも大きく、1年以内ではケース1の3割増である。また、経過年数が7年以内ではケース2よりも大きい。

最大加速度 X_0 (gal)	P	
	ケース1	ケース2
50	0.157	0.123
75	0.0622	0.0434
100	0.0246	0.0152
125	0.00976	0.00535
150	0.00387	0.00188

表-3 1回の地震で $(x > X_0)$ なる確率 P_F

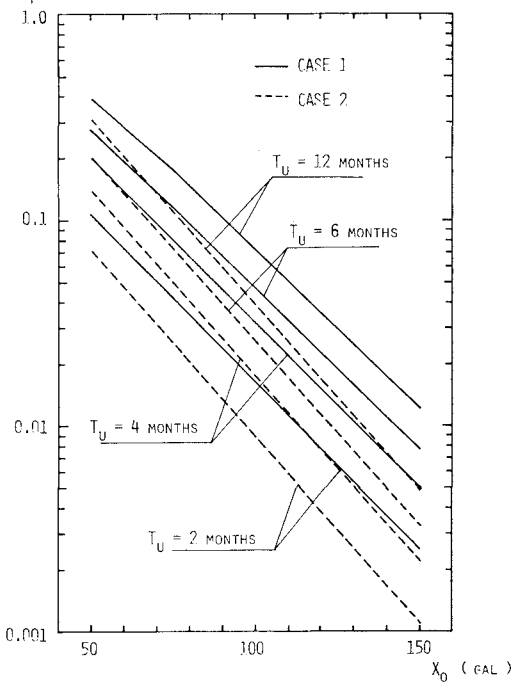


図-1 施工中の地震危険度(東京)

年数	震度階							合計
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
72年間 (1828-1970)	3650	800	249	37	10	1	0	4747
70年間 (1923, 24年以降)	2314	614	207	29	5	0	0	3169

表-1 東京における過去72年間の有感地震回数
(解析には震度Ⅲ以上を使用)

震度階	相当する加速度(gal)	平均加速度(gal)
Ⅲ	8.0 ~ 25.0	16.5
Ⅳ	25.0 ~ 80.0	52.5
Ⅴ	80.0 ~ 250.0	165
Ⅵ	250.0 ~ 400.0	325.0

表-2 震度階と加速度との関係

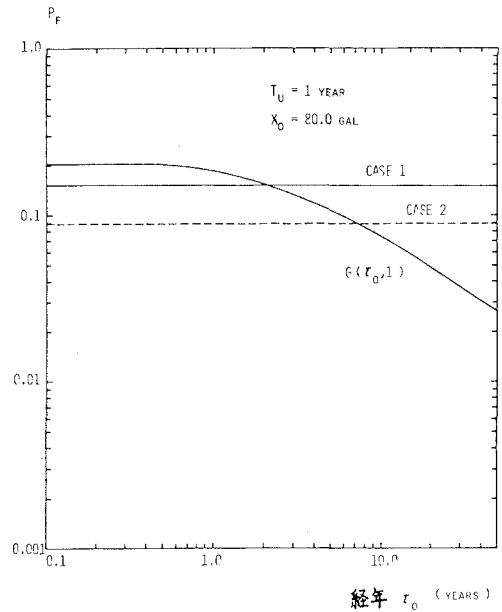


図-2 群発性を考慮した地震危険度

<参考文献>(1)石井;地震外力に対する構造物の信頼性オーダ-解析,地震,第2輯,第28巻,第4号,(1975),pp.483~486,(2)気象庁観測部地震課;東京有感地震資料,1885年-1970年,(1971),(3)河角編;地震災害,(1973),オーム社,(4)後藤,亀田;地震時における最大地動の確率論的研究,土木学会論文報告集,No.159,(1968),pp.1~12,(5)宇佐美,又香;東京が震度Ⅴ以上の地震に襲われる確率,Bull. Earthq. Res. Inst., Vol.48(1970),pp311~320.