

不規則外力による多自由度系の応答 (その1)

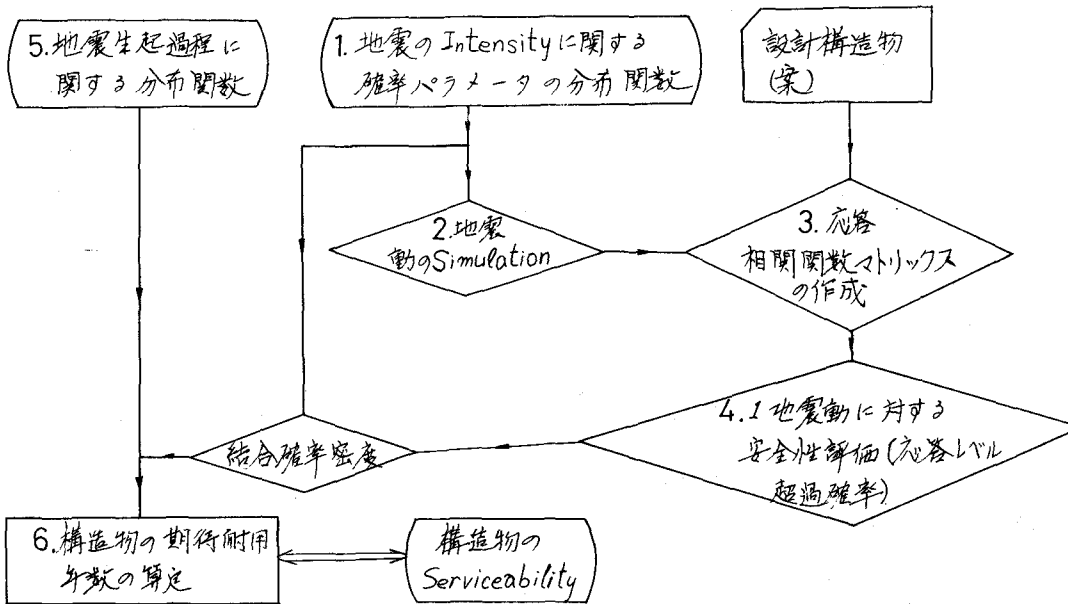
京都大学 工学部 山田善一
京都大学 工学部 竹宮崇和

§1. まえがき

土木構造物に作用する地震外力は、極めて不規則に震動する性質のものであるので、耐震設計の概念は、不規則振動論を導入して始めて適正なるものとなるであろう。今回は、先ず、地震現象のシミュレーションから、耐震安全性に関する確率応答スペクトルを作成した。今後、これらの結果を多自由度系構造物に応用していくつもりである。

§2. 解析法

地震のシミュレーションから耐震安全性に関する確率応答スペクトルの作成に当って、採る解析手順をフロー・チャートで表示すると以下のようになる。



2.における地震動のシミュレーションは、1.の確率パラメータを固定しているが、構造物建設地の地震特性を考慮しに形での非定常確率過程としている。すなわち、地震加速度入力と

$$f(t) = \chi(\alpha_1, \alpha_2, t) g(\alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, t)$$

とし、確定関数は

$$\chi(\alpha_1, \alpha_2, t) = (e^{-\alpha_1 t} - e^{-\alpha_2 t}) H(t)$$

Gauss分布に従う定常確率過程関数は

$$E\{g(t)g(t+\tau)\} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(\omega) e^{i\omega\tau} d\omega$$

と仮定している。 $\Phi(\omega)$ は地震の地盤上ごうパワースペクトル密度である。4.の安全性評価は Threshold Crossingの問題として、応答レベル超過確率を算出し、構造物の破壊をfirst occurrence time problemとしている。かゝる一連過程の地震動についでの結果は、更に

5. 地震発生過程に関する分布関数と合わせて、長期間の構造物耐震安全性評価を行なわなければならない。そこで、この不連続過程を Poisson 分布と仮定して、構造物の総合的破壊確率・寿命分布・期待耐用年数の算出を試みた。

§3. 解析結果

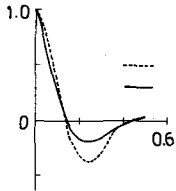


Fig. 1 Auto-correlation function of $g(t)$

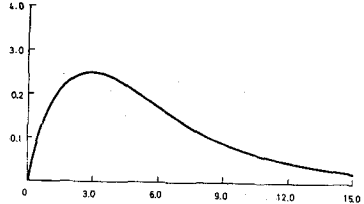


Fig. 2 Deterministic function, $\psi(t)$

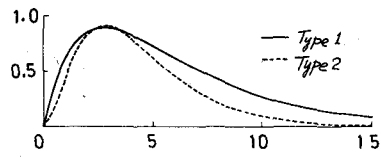


Fig. 3-1 Standard deviation of input acceleration

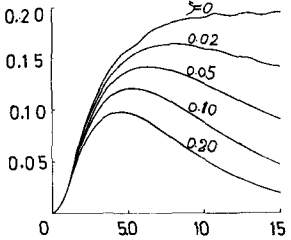


Fig. 3-2 Standard deviation of displacement

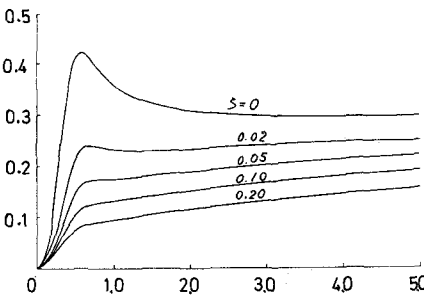


Fig. 4-2 Velocity spectra

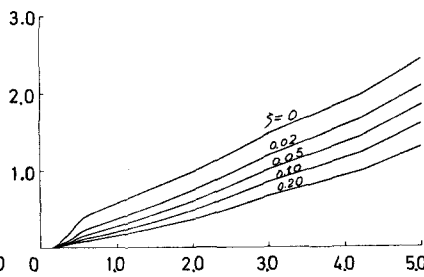


Fig. 4-1 Deformation spectra

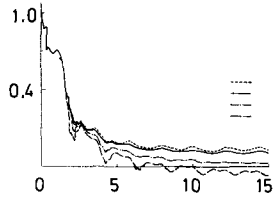


Fig. 3-3 Covariance

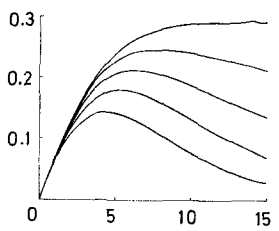


Fig. 3-4 Standard deviation of velocity

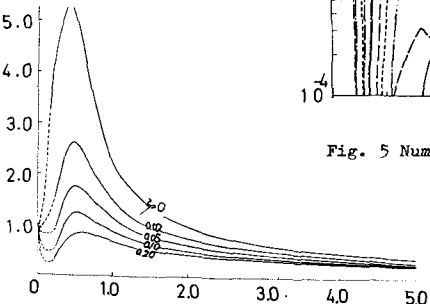


Fig. 4-3 Acceleration spectra

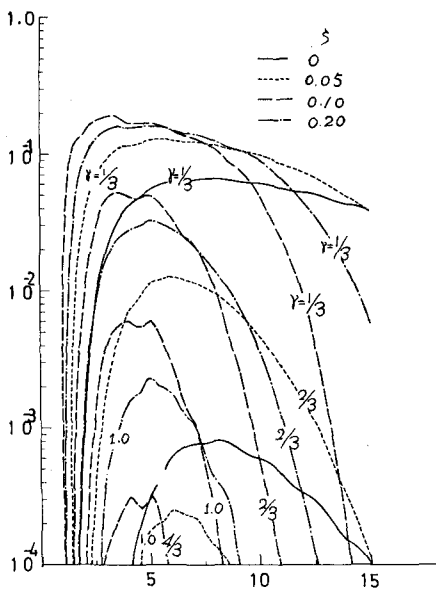


Fig. 5 Number of threshold crossing

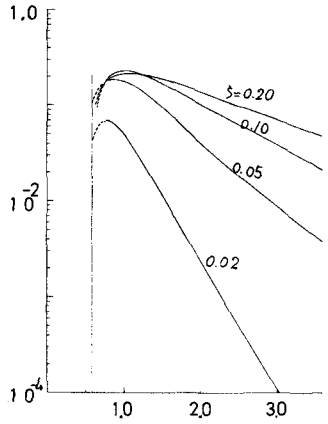


Fig. 6 Maximum probability of deformation response to the stationary asymptote