

熊本大学工学部 正員 秋吉 卓
熊本大学工学部 学生員 〇水迫光辰

1. まえがき 基礎構造物は例外なく地盤に支持されているが、地震時にはその周辺へ地盤の挙動に大きな影響を受けることが指摘されてきたが、多くの研究が微小振動の範囲に入る地盤の割れや滑り等の破壊を許さない範囲での取扱いを行ってきたが、これらの成果と実被害との対応が釈然としないところがある。そこで筆者らは要素間の引張破壊が容易に取扱いえるRBSモデル¹⁾を用いて、地盤地盤と基礎構造物の相互作用についての解析結果の一部を発表したが、²⁾その後得られた結果を追加してここに報告する。この結果は主として、根入れと入力レベルによる基礎構造物の複素剛性およびその周波数応答関数の変動という形で整理されている。

2. 解析手法 地盤と構造物の破壊がFig.1のようにモデル化される。この系全体の運動方程式は次式のように書き表わされる。³⁾

$$[M]\{\ddot{x}\} + [K]\{x\} = \{F\}_x \quad \dots (1)$$

$$- [M]\{\ddot{z}\} + [L]\{x_{bsL}\} + [R]\{x_{bsR}\} \quad \dots (\text{基礎入力の場合})$$

ここに、 $\{x_{bsL}\}$ 、 $\{x_{bsR}\}$ は各々左方・右方の境界が定常振動を行なっている変位であり、次式で与えられる。

$$\{x_{bsL}\} = (-\omega^2 [M]_L + [K]_L)^{-1} [M]_L \{\omega^2 z_o\} \quad \dots (2)$$

$$\{x_{bsR}\} = (-\omega^2 [M]_R + [K]_R)^{-1} [M]_R \{\omega^2 z_o\}$$

ここで、(1)の $[R]$ 、 $[L]$ はLysmerの伝播性境界を表わす境界マトリクスであり、各節Bは境界の状態を表わすものとする。(1)より得られる応答変位を用いて、基礎の重心点における複素剛性を求める関係式は

$$\begin{bmatrix} K_{xx} & K_{xp} \\ K_{px} & K_{pp} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \\ \phi_1 & \phi_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F & 0 \\ FA & M \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

これより、次の複素剛性を定義する。⁶⁾

$$\left. \begin{aligned} K_s &= K_{xx} - K_{xp} K_{pp} / K_{pp} = K_{s0} (k_1 + i a_0 C_1) \\ K_p &= K_{pp} - K_{xp} K_{px} / K_{xx} = K_{p0} (k_2 + i a_0 C_2) \end{aligned} \right\} \quad \dots (4)$$

3. 数値計算結果 Fig.2の要素間の引張 k_t 、 k_s の破壊基準としてFig.3のモール・クーロンの基準を用い、せん断応力 τ はバイリニア・ヒステリシス特性を持つものとし、これを等価線型化している。Fig.4は無次元振動数 a_0 が0, 0.25 (地盤のせん断1次固有振動数は $a_0^0 = 0.20$)に対する比較的軟かい地盤のひび割れ発生模様の一部を示したものである。一般に基礎前面の土を上方に押し上げる下り振動が主生じることが分かる。Fig.5は基礎の根入れと加振力とによる地盤の破壊が生じ、従って剛性が急速に低下する限界を示した図であり、当然根入れが深いほど安全である。その他の考察は講演時にゆずる。

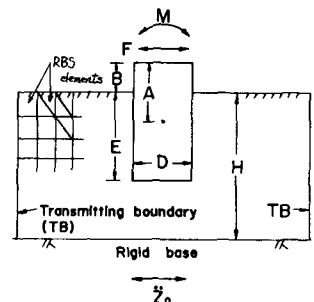


FIG.1 SOIL STRATUM AND SUBSTRUCTURE MODEL

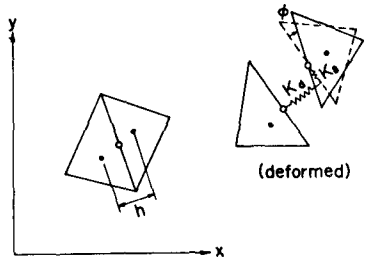


FIG.2 RBS MODEL ELEMENTS

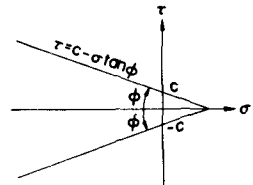


FIG.3 MOHR-COULOMB CRITERION

参考文献 1) 川村忠孝：生野ビル・エタート、コース39；生産技術研究奨励会、1978.10, 2) 秋吉卓：第34回土木学会年次学術講演会講演要旨集、I, pp.390-391, 3) 川村忠孝：地盤工学における有限要素解析、培風館、1978, 4) Lysmer, J. et al.; J. of EM Div., ASCE, Vol. 95, No. EM4, Aug., 1969, pp.859-877, 5) Lysmer, J. et al.; J. of EM Div., ASCE, Vol. 98, No. EM1, Feb., 1972, pp.93-105, 6) Kausel, E. et al.; J. of EM Div., ASCE, Vol. 101, No. EM6, Dec., 1975, pp.771-785, 7) 土岐 他：土木学会論文報告集、第21号, 1977.1, pp.29-40, 8) Velatso, A. S. et al.; J. of SM-F Div., ASCE, Vol. 97, No. SM9, Sep. 1971, pp.1227-1248

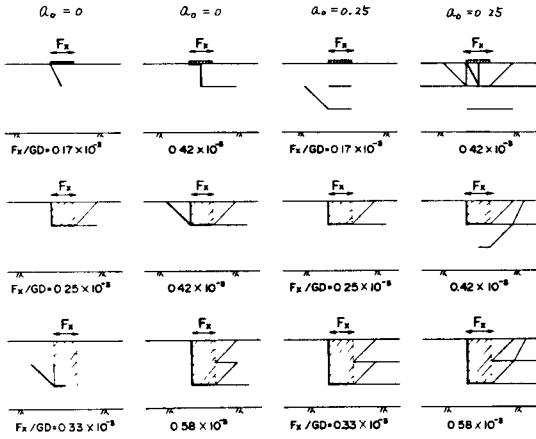


FIG 4 ILLUSTRATION OF CRACKS OR SLIPS OF GROUND FOR LATERAL AND ROTATIONAL EXCITATIONS

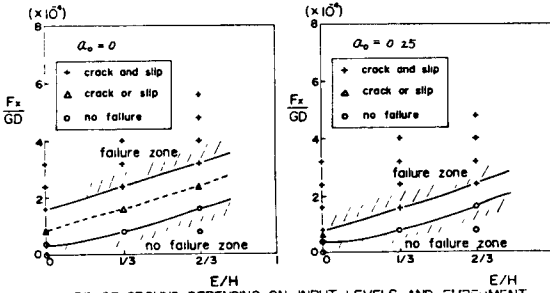


FIG 5 FAILURE OF GROUND DEPENDING ON INPUT LEVELS AND EMBEUMENT

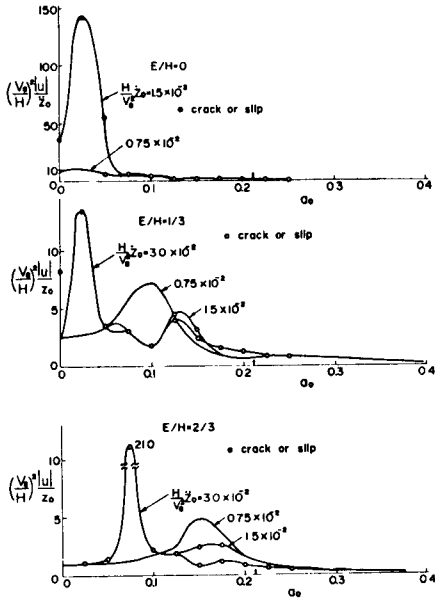


FIG 9 FREQUENCY RESPONSE FUNCTIONS OF SUBSTRUCTURES DEPENDING ON INPUT LEVELS

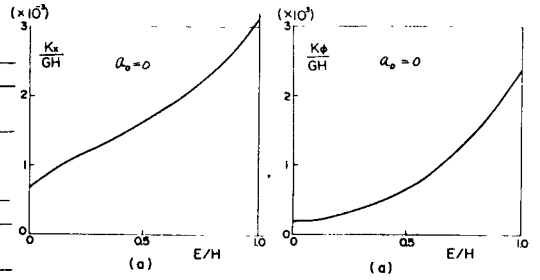


FIG 6 DYNAMIC EFFECT OF STIFFNESS COEFFICIENTS \$K_x\$ (SWAYING; \$H/B=25\$)

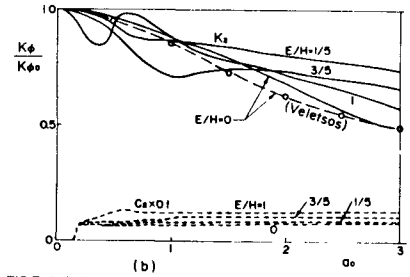


FIG 7 DYNAMIC EFFECT OF STIFFNESS COEFFICIENTS \$K_\phi\$ (ROCKING; \$H/B=25\$)

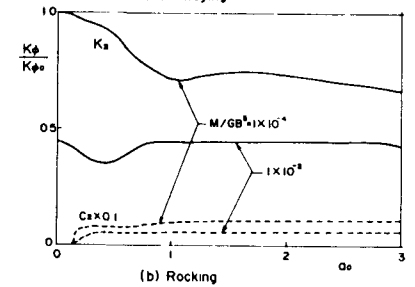
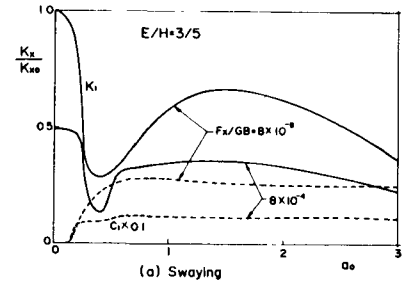


FIG 8 DEGRADING STIFFNESS WITH INCREASING INPUT LEVELS