

電力中央研究所 堀見 哲, 堤 一

## 1. まえがき

構造物を支える地盤を複素ばねでモデル化する方法は古くから採用されている。地盤を等方等質弾性体として取り扱うHalf-Space Theoryから、複素ばね係数の振動数依存性が示されており、他方、実験事実として土材料の力学諸係数はせん断ひずみ量により著しい非線型性を示すことがわかっているため、複素ばね係数が地盤ひずみの影響を受けることも容易に想像できる。本報告は、地盤のモデル化を行なうために現位置で実施した起振実験結果について、上述の二点（ひずみ依存性、振動数依存性）に着目し検討した結果について述べたものである。なお、本報告では、複素ばね係数をばね係数・減衰係数で表現し、表示には単位面積当りのばね係数、減衰係数を用いている。

## 2. 実験方法および解析法

盛土（盛土厚13m,  $V_s = 325 \text{ m/sec}$ ）上に設けられた接地面積の異なる2種のコンクリート製ブロック（表-1）上面に起振機を設置し水平加振実験を実施した。地盤のばね係数（水平ばね係数 $K_H$ 、回転ばね係数 $K_R$ ）、減衰係数（水平減衰係数 $C_H$ 、回転減衰係数 $C_R$ ）は各振動数でのブロック挙動を用いて次式より求めた。

$$K_H = \frac{m_0 r \cos \phi + M U_0}{U_0 - S \theta_0} \omega^2, \quad K_R = \frac{m_0 r (l + s) \cos \phi + I_0 \theta_0 + M S U_0}{\theta_0} \omega^2$$

$$C_H = \frac{m_0 r \sin \phi}{U_0 - S \theta_0} \omega, \quad C_R = \frac{m_0 r (l + s) \sin \phi}{\theta_0} \omega$$

ここに $U_0$ : ブロック

7. 重心水平変位,

 $\theta_0$ : 回転角,  $\phi$ : 位位相差,  $\omega$ : 円振動数,  $m_0 r$ : 偏心モ-メント,  $S$ : 重

心・地盤ばね作用点

間距離,  $l$ : 重心

・加振力作用点間距

離,  $M$ : ブロック質量,  $I_0$ : ブロック

7. 重心軸回り慣性二

-メント

表示には次式で定義さ

れた形で用いる。

$$k_H = K_H / A,$$

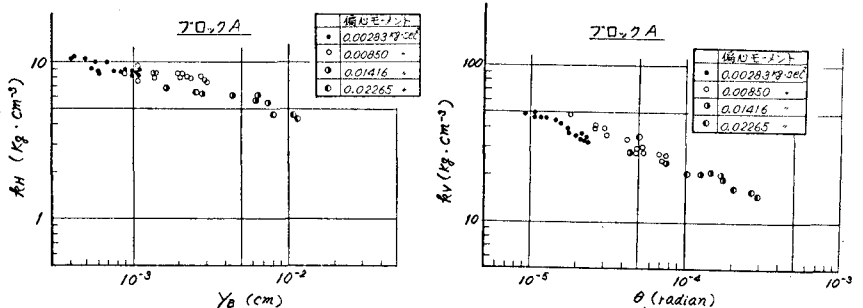
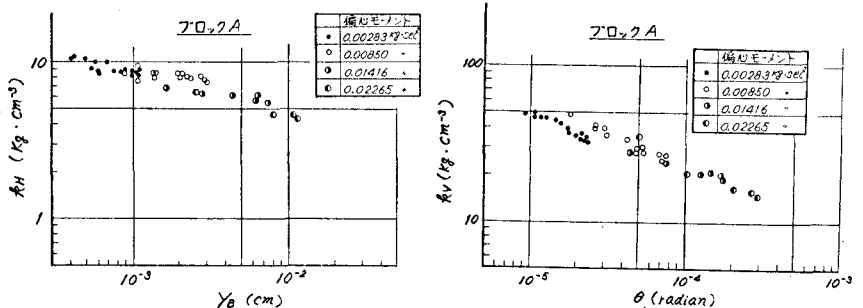
$$k_R = K_R / J,$$

$$c_H = C_H / A,$$

$$c_R = C_R / J,$$

ここに $A$ : 接地面積,

図-1 ブロック水平応答変位の位相遅れ角～振動数関係

図-2  $k_H \sim \gamma_B$ ,  $k_R \sim \theta$  関係 (ブロックAの場合)

丁：接地面中立軸回り断面二次モーメント

### 3. 結果および考察

図1にはフロック7上面水平応答変位の位相遅れ～加振振動数関係が示されている。この図よりBL-Aは偏心モーメント（すなわち加振力）により非線形を示すが、BL-Bはこの程度の加振力変化では線形応答を示すことがわかる。図2にはBL-Aの $\delta_H \sim \gamma_B$ ,  $\delta_H \sim \theta$  関係（ $\gamma_B$ : 底面水平変位,  $\theta$ : 回転角）が示されている。図3には同一振動数で地盤変形量のみが異なる場合の例が示されている。

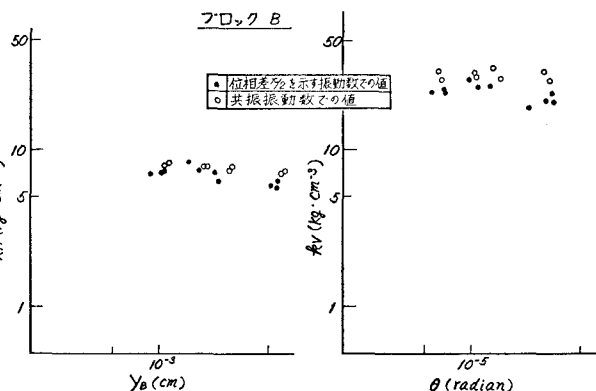


図-3  $\delta_H \sim \gamma_B$ ,  $\delta_H \sim \theta$  関係 (ブロックBの場合)

これはBL-Bの場合、加振力（すなわち地盤変形量）が変化しても共振振動数が変化しない実験結果を用いたものである。BL-Aの振動数変化は $\sim 20\%$ は無次元振動数（ $= \frac{r \cdot \omega}{V_s}$ ,  $r$ : 等価半径を採用,  $V_s$ : S波速さ,  $\omega$ : 円振動数）0.18～0.31に相当し、BL-Bの振動数変化は $\sim 25\%$ は0.37～0.78に相当する。この点と図1～3を考慮すれば、BL-Aから求めた地盤諸係数に認められる特性は地盤ひずみの影響によるものであり、BL-Bから求めた地盤諸係数に認められる特性は加振振動数の影響によるものと断定できる。

図4には、BL-Aで求めた $G_H$ ,  $G_V$ と変形量（ $\gamma_B$ ,  $\theta$ ）の関係が、図5には、BL-Bから求めた $\delta_H$ ,  $\delta_V$ ,  $G_H$ ,  $G_V$ と振動数の関係が示されている。図4から $G_H$ ,  $G_V$ についても $\delta_H$ ,  $\delta_V$ の場合と同様ひずみ依存性が認められるが詳細な検討は今後のデータの集積を待ちたい。図5から加振力の異なる実験が同一の値を示していること、そこに認められる $\delta_H$ ,  $\delta_V$ ,  $G_H$ ,  $G_V \sim f$  関係は、理論の示す傾向に一致していることがわかる。すなわち、明確な振動数依存性が認められる。

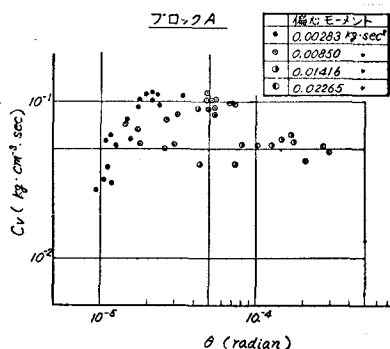
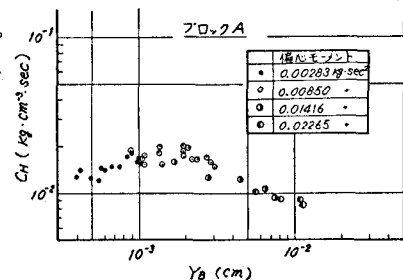


図-4.  $G_H \sim \gamma_B$ ,  $G_V \sim \theta$  関係 (ブロックAの場合)

### 4. 結論

地盤のモデル化にあたっては、諸係数を地盤ひずみ依存性で表示するか、振動数依存性で表示するかは構造物の振動特性を考慮して決定する必要がある。また、フロックの起振実験が逐次減衰の検討に使用できることがわかった。

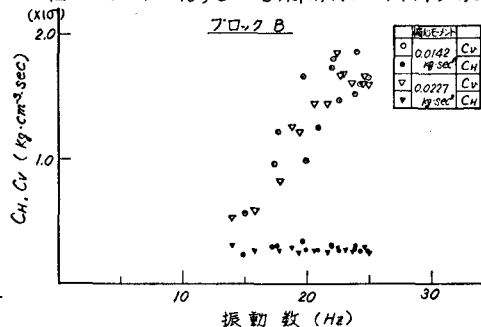
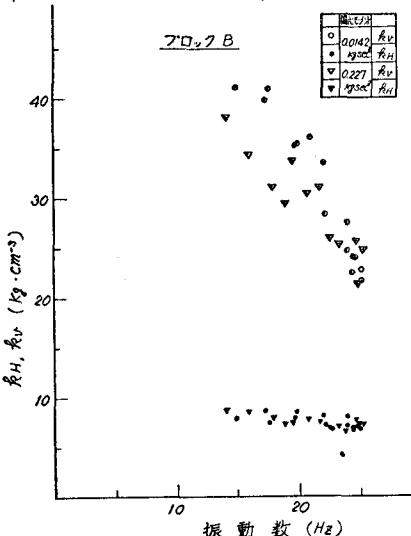


図-5  $\delta_H, \delta_V, G_H, G_V \sim$  振動数関係 (ブロックBの場合)

文献：塩見，堤：剛体の起振実験から得られた地盤ばね特性について，第11回工機工学研究発表会 pp. 857～860