

I-471

フーチング上に接地された剛体の滑動

東京電機大学 学生員 ○小坂 郁

正会員 井浦 雅史

正会員 松井 邦人

1 はじめに

強震時にフーチング上の物体が滑動をおこすことがある、ということが知られている。滑動量は、入力加速度の最大値、入力波形、フーチングと物体の摩擦係数、フーチングを含む基盤の固有周期に関連すると考えられている。ここでは、それ等の影響因子をパラメータとして動的解析を行い、滑動量を求めた。そして滑動量とパラメータの関係について考察を行った。

2 解析モデル

解析モデルは図-1に示す通りである。非滑動時には、剛体①と剛体②(フーチング)は一体として運動する。滑動時には、クーロン摩擦が剛体①と②の間に生じ、剛体①は、剛体②の上を摩擦力の抵抗を受けながら滑動する。また問題を簡単にするため、動的摩擦係数と静的摩擦係数は等しいものとする。このとき、非滑動時及び滑動時の運動方程式は次のように表せる。

非滑動時

$$\ddot{u} + 2h_0\omega_0\dot{u} + \omega_0^2 u = -\ddot{z}(t) \quad (1)$$

$$u = u_F + u_B$$

ここで

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m_0}}, \quad h_0 = \frac{c}{2\sqrt{k m_0}}, \quad m_0 = m_1 + m_2$$

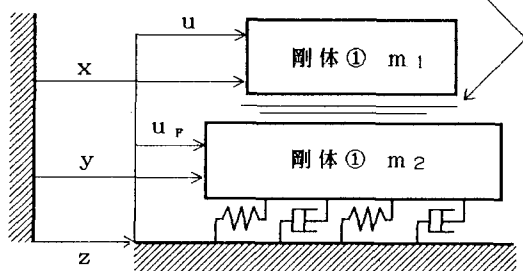
滑走面、摩擦係数： μ ばね定数： k 減衰係数： c

図-1 解析モデル

また u_B は、剛体①と②の相対変位であり、非滑動時は一定。

滑動時

剛体①

$$x = s\mu g \quad (2)$$

剛体②

$$\ddot{u}_F + 2h_1\omega_2\dot{u}_F + \omega_2^2 u_F = -\ddot{z}(t) - s\frac{1-\gamma^2}{\gamma^2}\mu g \quad (3)$$

ここで

$$s = \text{sgn}(y-x), \quad \gamma^2 = m_2/m_0$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{m_2}} = \frac{1}{\gamma}\omega_0, \quad h_1 = \frac{c}{2\sqrt{k m_2}} = \frac{1}{\gamma}h_0$$

尚、滑動が生じる条件は

$$|x| \geq \mu g \quad (4)$$

滑動が停止する条件は

$$x = y \quad (5)$$

今回は実地震波の外力として、El Centro波、八戸波、宮城沖波、Taft波を用いて解析を行った。

3 解析結果と考察

図-2は、Taft波の最大値を $A_{\max}=400\text{gals}$ として計算した結果である。ただし $\gamma^2=0.5$, $T_0=2\pi/\omega_0=0.8$ $h_0=0.1$, $\mu=0.3$ 。

図-3から図-6に結果の一部を示す。

図-3より、 μ の値が小さい程、剛体①と②の相対変位が大きくなっていることが分かる。これは、 μ が大きい程、滑動が生じたとき、摩擦力が剛体①と②の相対変位を抑える方向に作用するためである。

図-4より γ^2 が u_B に及ぼす影響は明かでない。しかし入力波の卓越周期付近で、 u_B が大きく生じている。

図-5は、 $A_{\max}$ が大きい程 u_B が大きくなることを示している。このことは μ が小さい程、 u_B が大きくなることと対応している。

図-6より、宮城沖波は他の地震波と比べ大きな u_B の値を示している。またEl Centro波とTaft波では、類似した結果が得られている。八戸波は、宮城沖波とEl Centro波の結果の中間の u_B を生じている。

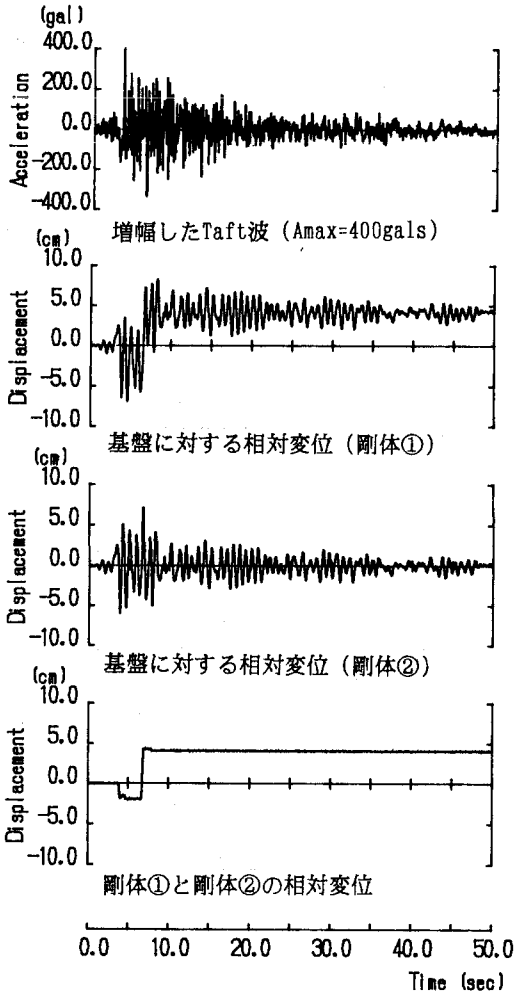


図-2 時刻歴解析の一例

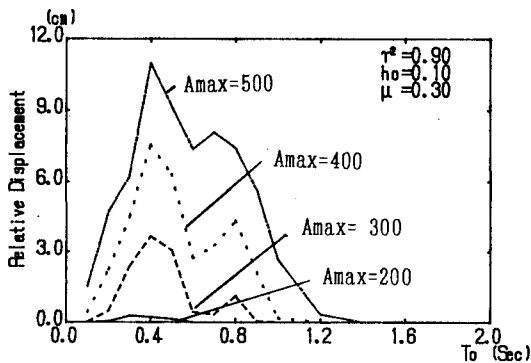


図-5 剛体①と剛体②の相対変位に及ぼすAmaxの影響

地震波の周波数が、 u_B に与える影響も大きいと考えられる。

4 おわりに

単純なモデルを用いた応答解析を行っており、実構造物との対応付けは難しい。しかしフーチング上に設置される剛体が、地震時に運動する量は比較的小さいものと推定される。

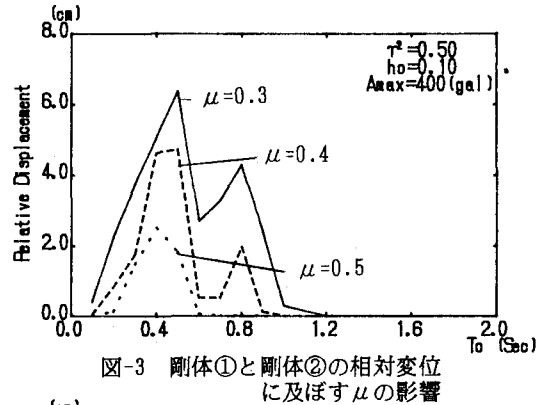


図-3 剛体①と剛体②の相対変位に及ぼす μ の影響

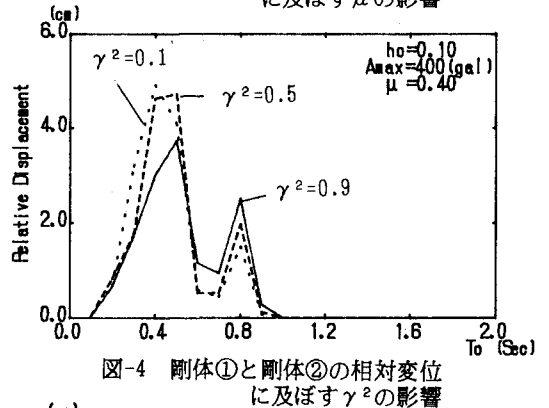


図-4 剛体①と剛体②の相対変位に及ぼす γ^2 の影響

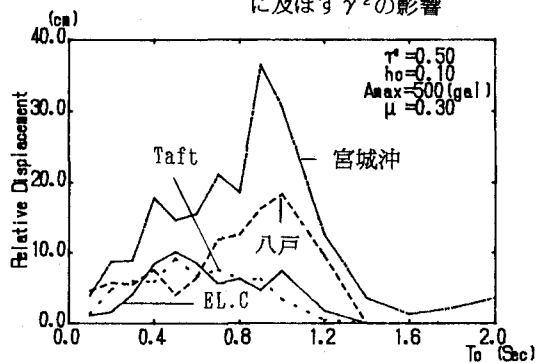


図-6 剛体①と剛体②の相対変位に及ぼす地震波の影響