B-61

テーパー付き滑り基礎構造建物の応答性状に関する研究 その3 加振実験の再現性確認のための時刻歴応答解析 Study on Seismic Response of the Sliding-Foundation-Buildings with Tapered Specimen Part3. The Reproducibility of Shaking Table Test

○原田耕成¹, 高村皓輝¹, 沖野貴久¹, 北嶋圭二², 中西三和², 安達洋³ *Yasuaki Harada¹, Koki Takamura, Takahisa Okino¹, Keiji Kitajima², Mitsukazu Nakanishi², Hiromi Adachi³

Abstract: This paper describes the reproducibility of shaking table test

1. はじめに

前報にてテーパー付き滑り基礎構造建物の地震応答低 減効果および残留変位抑制効果を実験的に確認した.本 報では滑り基礎構造建物(2質点系スウェイモデル)の時刻 歴応答解析を行い,実験結果の再現性を確認する.また, テーパー基礎構造のモデル化について検討する.

2. 固定基礎およびフラット基礎構造の解析

2.1 解析概要

Table1 に、固定基礎(FX-B)とフラット基礎(FL-B)の解析 モデル諸元を示す. 解析モデルの特性値は実験結果と比 較をするために試験体に合わせ、基礎板(M1)と上屋(M2) の質量はともに 18kg(質量比は 1:1)とした.フラット基 礎モデルは、摩擦係数μ=0.15 で基礎板が滑るように、建 物全重量[(M1+M2)g]の15%の耐力で降伏する完全弾塑性 型(初期剛性 660N/mm)の履歴特性を有するばねを基礎板 と地盤間に設定した. Fig.1 に FX-B の実験結果 2.00Hz 加

Analysis Mode Table 1

弾塑性ばねを設定した.減衰は上屋のみに減衰定数 0.01%の剛性比例型として設定した.応答解析は、ニュー マーク β 法を用い β =0.25, 積分時間間隔 /t=0.001 sec と した.入力加振波は実験で計測した定常波3波と非定常 波3波の地盤加速度を用いた.

2.2 解析結果

Fig.3, 4 に上屋の加速度波形およ a) 固定基礎の比較 び基礎板と上屋間の層間変位波形の実験結果と解析結果 を示す.加速度波形,層間変位波形ともに解析結果は実験 結果を良好に模擬できており、解析により固定基礎時の 再現性が確認できた.

b) フラット基礎の比較 Table2,3に上屋の最大加速度 および最大層間変位の実験結果と解析結果を示す.最大 値比(解析結果を実験結果で除したもの)は加速度, 層間変 位ともに1程度であり、最大値は概ね一致したことが確 認できた.



1:日大理工・院(前)・海建 2:日大理工・教員・海建 3:日大名誉教授

Fig.5, 6 に上屋の加速度波形および層間変位波形の実 験結果と解析結果を示す.加速度波形,層間変位波形とも に解析結果は実験結果を良好に模擬し、フラット基礎の 加振実験の再現性が確認できた. Fig.3, 5 および Fig.4, 6 の固定基礎とフラット基礎の比較より、解析においても 滑り基礎構造(フラット基礎)の応答低減効果が確認でき た.

3. テーパー基礎構造の解析

3.1 テーパー基礎構造のモデル化

Table4 にテーパー基礎の解析モデル諸元, Fig.7 にテー パー基礎概念図, Fig.8 に振り子の復元力概要, Fig.9 に基 礎板の復元力特性を示す. テーパーによる復元力は基礎 板の復元力特性に二次剛性を設定することで再現する.

二次剛性を決めるためにテーパー基礎滑り面を Fig.7 のように内接する円弧に置き換える.赤の実線で示した 円弧より円の方程式(1)式を用いて半径 r を求める.

$$(x-a)^{2}+(y-b)^{2}=r^{2}$$
 ····(1)
r:振り子の半径[mm]

テーパー基礎の復元力Fは、Fig.8の振り子の復元力で ある mg・sinθの x 方向成分とし,(2)式で表すことが出来る.

> $F = mg \cdot sin\theta \cdot cos\theta$ ···(2) F: 復元力[N] m: 基礎板+上屋の質量[kg] $g: 重力加速度[m/sec²] \theta: 中心角[rad]$

θが十分小さいため,以下が成り立つ

$$x' = x \qquad \theta \cdot r = x' \qquad \therefore \ \theta = x/r$$

 $sin\theta = \theta$ $cos\theta = 1$ x':円弧の長さ[mm] x:振り子の水平方向の距離[mm] よって(2)式は(3)式となる.

$$F = mg \cdot x/r \cdot 1 = mg/r \cdot x \qquad \cdots (3)$$

$$\therefore K2 = mg/r$$

一方,振り子周期と単振動の周期より剛性は(4)式によっ

$$T = 2\pi\sqrt{r/g} = 2\pi\sqrt{m/K2} \qquad \cdots (4)$$

$$\therefore K2 = mg/r$$

$$T : \exists \# [sec]$$

(3), (4)式ともに剛性は mg/r となり、この値をテーパーに よる二次剛性 K2 と設定した.

3.2 解析結果

Fig.10 に上屋剛体(TP)の基礎板の応答加速度に質量を 乗じた水平荷重 P と地盤と基礎板間の相対変位 δ の P- δ 関係を示す.設定した二次剛性は実験結果と概ね一致し ていることが確認できる. Fig.11, 12 に上屋剛体(TP)およ び上屋振動(TP-B)の時刻歴波形を示す.二次剛性を設定 したテーパー基礎の解析結果は実験結果を概ね模擬し, テーパー基礎の加振実験の再現性が確認できた. Fig.13 に 上屋振動モデルの基礎板の残留変位(解析結果)を示す. テ ーパー基礎の残留変位はフラット基礎に比べ低減できて いる. このことから, 解析でもテーパー基礎の残留変位抑 制効果が確認できた.

4. まとめ

以上, 滑り基礎構造建物の時刻歴応答解析から得られ た知見を以下にまとめる.

- 解析結果と実験結果との比較を行った結果、実験結 果の再現性が確認できた.
- テーパー基礎モデルは、基礎板の復元力に二次剛性 を設定することでテーパーによる復元力を再現でき、 解析でも残留変位抑制効果が確認できた。

40

30

FL-B

TP-B

【参考文献】その1にまとめて示す.

(a, b) = (0, r)

