

水平荷重を受ける直接基礎の極限支持力に関する実験的研究

長谷川研究室
01112073 武知 利記

1. はじめに

現在、日本建築学会では基礎構造設計指針¹⁾の改訂が進められている。その中で、地震時の極限支持力は過小評価であることが多くの設計者から指摘されている。そこで、本報では水平震度が 0.2 程度の中小地震の場合について、地震時における極限支持力を模型実験により検証した。

2. 現行指針の問題点

文献 1)によれば、地震時における直接基礎の極限支持力 R_u は、地盤の圧縮強度を q_u 、直接基礎の接地面積を A とすると、

$$R_u = i \times q_u \times A \quad (1)$$

ここに、 i は地震時における極限支持力の低減係数で、傾斜荷重角度を θ (°)、砂の内部摩擦角を ϕ (°) とすれば、現行指針では下式で与えられる。

$$i = (1 - \theta / \phi)^2 \quad (2)$$

$\phi = 40^\circ$ とし、中小地震に相当する水平震度を $K = 0.2$ として試算すると、 $\theta = \tan^{-1}K$ から地震時の低減係数は $i = 0.514$ となる(後述の図 2 参照)。これは中小地震であっても、極限支持力を常時の約 1/2 で評価することになるから、明らかに過小評価といえる。本報では、この点を実験的に検証した。

3. 模型実験

実験概要を図 1 に、実験状況を写真 1 と写真 2 に示す。実験にあたり、模型地盤は相対密度が $D_r > 90\%$ となるよう、豊浦砂を多重ふるいによる空中落下法で剛体土槽に撒き出した。模型基礎は、高さの異なる基礎 A (100×100×40mm, 質量 1941g)、基礎 B (100×100×120mm, 4050g) の 2 種類を用いた。載荷方法は、鉛直荷重を電動ジャッキにより、水平荷重をベロフラムシリンダーによる空気圧とした。

実験は、まず基礎 A で鉛直載荷のみを行い、これより常時の極限支持力 $Q_u (= q_u \times A)$ を計測した。つぎに、水平震度 $K (= H/V)$ を 0.1~0.3 の範囲に定め、初

期鉛直荷重 V と震度 K に応じた水平荷重 H を同時に載荷し、この状態から鉛直荷重のみを増加させて、地震時の極限支持力 R_u を計測した。

4. 実験結果と考察

実験結果の一覧を表 1 に示す。表中の記号の意味は脚注に示す通りで、図 1 の a) と b) に補足の図を掲載した。同表に基づいて、水平震度 K に対する極限支持力の低減率を描くと図 2 のようになる。これは、表 1 中の R_u/Q_u を実験での低減率としてプロットしたもので、これと比較するため、(2)式で示した現行指針の低減係数 i を併せて示した。これより、水平震度 K が 0.1~0.3 の範囲であれば、極限支持力は常時とほぼ同等、もしくは一部に若干の低下は見られるが、現行指針のように大きくは低下しないことが分かる。

図 2 を基礎 A と B の比較で見ると、転倒モーメントの大きい基礎 B の方が、極限支持力は低下の傾向にある。そこで図 3 には、転倒モーメント M を偏心率 $\eta (= e/(b/2))$ に換算し、これに対する極限支持力の低減率 R_u/Q_u をプロットした。偏心率 η が大きくなると、基礎端部で支持力が増大するため、極限支持力は低下の傾向を示すが、実験結果の平均値は 0.93 であるから、中小地震であれば平均的には常時とほぼ同等と言える。

5. まとめ

地震時における直接基礎の極限支持力を模型実験により検証した。その結果、水平震度が 0.2 程度の中小地震であれば、極限支持力は現行指針のように大きく低下することがなく、現行指針では過小評価になることが確認された。

【謝辞】

実験にあたり、清水建設(株)技術研究所の施設を利用して頂きました。関係各位の皆様へ感謝します。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会編：建築基礎構造設計指針，丸善，105-122，1988.

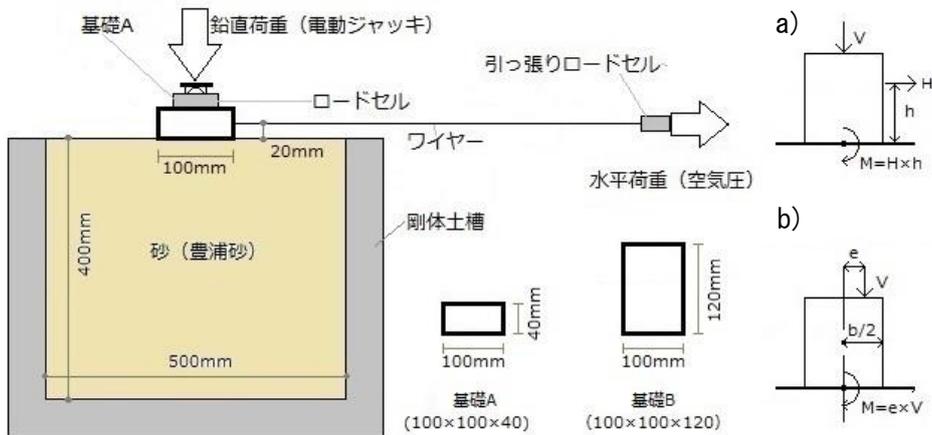


図 1：模型実験の概要



写真 1：模型実験の状況

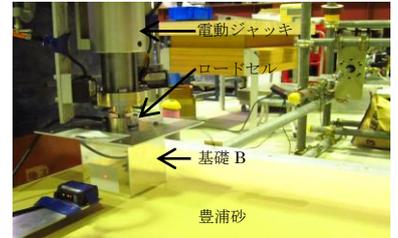


写真 2：模型基礎の载荷状況

表 1：実験結果の一覧

ケース名	基礎模型	h (mm)	V (N)	H (N)	K	Qu (N)	Ru (N)	Ru/Qu	M (N・cm)	e (mm)	η
A0	A	20	800	0	0	2952	2952	1.00	—	—	—
A1	A	20	800	168	0.21	—	2772	0.94	336	4.2	0.08
A2	A	20	1600	168	0.11	—	3205	1.09	336	2.1	0.04
A3	A	20	1600	320	0.20	—	3165	1.07	640	4.0	0.08
A4	A	20	1600	320	0.20	—	2852	0.97	640	4.0	0.08
B1	B	100	800	160	0.20	—	2105	0.71	1600	20.0	0.40
B2	B	100	800	240	0.30	—	3079	1.04	2400	30.0	0.60
B3	B	100	800	161	0.20	—	2745	0.93	1610	20.1	0.40
B4	B	100	400	80	0.20	—	2492	0.84	800	20.0	0.40
B5	B	100	1600	321	0.20	—	2305	0.78	3210	20.1	0.40

h：载荷高さ，V：初期鉛直荷重，H：水平荷重，K：水平震度（ $=H/V$ ）， Q_u ：極限支持力， R_u ：水平荷重時の極限支持力， M ：転倒モーメント（ $=H \times h$ ）， e ：偏心量（ $=M/V=K \times h$ ）， η ：偏心率（ $=e/(b/2)$ ）

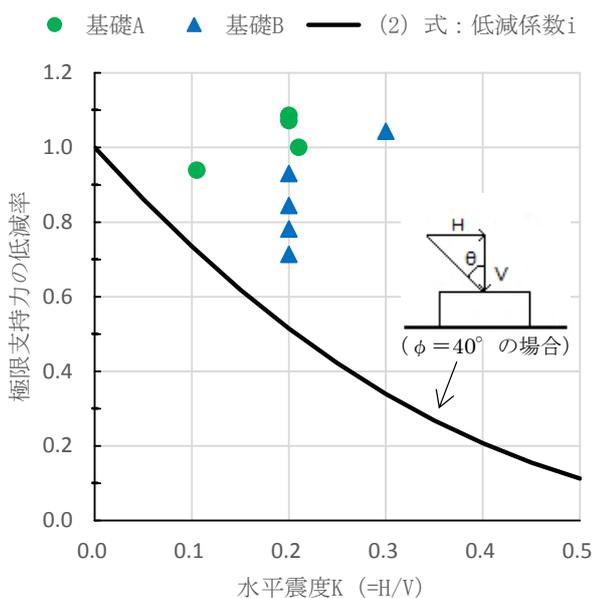


図 2：水平震度に対する極限支持力の低減率

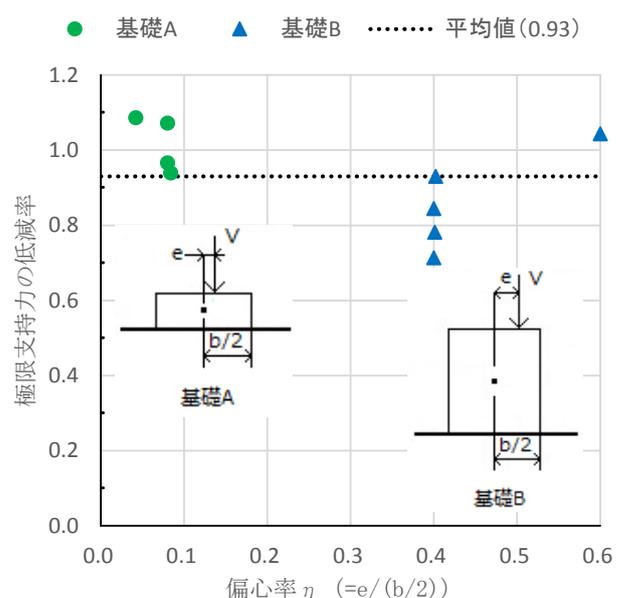


図 3：偏心率に対する極限支持力の低減率