

Ⅲ - A228

弾塑性有限要素法を用いた支持力設計法の検討(4)

東急建設技術研究所 正会員 大河内保彦

1. はじめに

筆者は、矩形基礎の支持力問題の設計に、弾塑性有限要素法を適用可能かどうか、根入れの無い基礎について検討を行なった¹⁾。その結果、 ϕ 材についての解析結果は、矩形基礎の極限支持力が帯基礎の場合よりも大きく、道路橋示方書などの設計基準とは逆の結果となった。今回は、20 節点減退積分要素(20nb)に加え、8 節点選択減退積分要素(8nb)を用いた解析を行なった。また、c 材について矩形基礎の解析を実施したので報告する。

2. 検討方法

密度および変形係数は、すべてのケースで従来と同一とした。用いた値を表-1 に示す。

1) 8 節点選択減退積分要素

8 節点選択減退積分要素の定式化は、参考文献²⁾に示した。予備解析として行なった帯基礎の解析結果を図-1 に示す。この際の強度定数は $\phi = 32^\circ$ 、 $\phi = 0^\circ$ である。解析領域は $10 \times 10 \times 1\text{m}$ とし、320 要素とした。図中の解析ケースを表-2 に示す。この結果、20 節点要素を用いて同一の分割とした場合と比較して約 15% 大きな極限支持力となった。

しかし、自由度的には 20 節点要素を用いて 80 要素とした場合と同様であり、この結果と比較すると、10% 程度小さな支持力となっている。この結果から、8 節点選択減退積分要素は、20 節点減退積分要素を使用した解析と比較して、やや大きな支持力となるものの、自由度を低く押さえる事ができる利点があるため、今回の解析にも用いる事とした。

2) 矩形基礎解析ケース

矩形基礎は、前回¹⁾と同じ解析領域、基礎寸法とした。これを表-2 に示す。

強度定数は、以下の 3 種類について行なった。

(1) $c=0\text{kPa}$ 、 $\phi=32^\circ$ 、 $\phi=0^\circ$ とし、8 節点選択減退積分要素を用いた場合

(2) $c=49\text{kPa}$ 、 $\phi=0^\circ$ 、 $\phi=0^\circ$

この結果を、道路橋の本来の支持力式の不要な項を除去して、次の式として計算した値と比較した。

表-1 検討に用いたデータ(共通)

項目	値
地盤単位体積重量 γ (kN/m ³)	15.68
変形係数 E (MPa)	9.8

表-2 8 節点選択減退積分との比較ケース

CASE	要素数	使用要素
8nb320r	320	8 節点立体(選択減退積分)
20nb80r	80	20 節点立体(減退積分)
20nb320r	320	20 節点立体(減退積分)

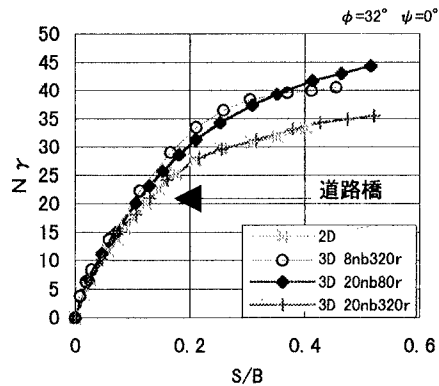


図-1 8節点減退積分要素の結果

表-2 三次元解析ケース

CASE	フーチング寸法	解析領域
A	$2 \times 2\text{m}$	$10 \times 10 \times 10\text{m}$
B	$4 \times 2\text{m}$	$10 \times 10 \times 10\text{m}$
C	$4 \times 2\text{m}$	$20 \times 10 \times 10\text{m}$

キーワード: 支持力、三次元弾塑性有限要素法、浅い基礎

〒229-11 相模原市田名字曾根下 3062-1 Tel 0427-63-9511 Fax 0427-63-9503 e-mail (okochi@etd.tokyu-cnst.co.jp)

$$q = \frac{Q_u}{A} \left(\alpha c N_c + \frac{1}{2} \beta \gamma B N_\gamma \right) \quad \text{---(1)}$$

要素数は 800 要素、節点数はそれぞれ 1089(8nb)、4037(20nb) である。図-2 に要素分割図を示す。8 節点の減退積分要素についてのみ、6400 要素、7497 節点についても計算を実施した。計算は、CRAY Y-MP/2E を使用した。

3. 検討結果

1) $c=0\text{kPa}$ 、 $\phi=32^\circ$ 、 $\psi=0^\circ$ とし、8 節点選択減退積分要素を用いた場合

図-3 に解析結果を示す。傾向は前回と同様であり、道路橋における正方形基礎の $\beta=0.6$ 、矩形基礎($L/B=0.5$)の 0.8 と比較すると、逆の傾向を示している。この傾向は 8 節点要素でも同様であり、計算上、正方形基礎で $\beta=1.15$ 程度に相当する。

2) $c=49\text{kPa}$ 、 $\phi=0^\circ$ 、 $\psi=0^\circ$ の場合

図-4 に、解析結果を示した。この場合は、 α は、基準と同様に 1 以上となっている。基準では正方形基礎の場合 $\alpha=1.3$ 、矩形基礎で 1.15 である。解析結果では正方形基礎で $\alpha=1.6$ 、矩形基礎で 1.4~1.55 程度であり、傾向的には道路橋と一致している。

また、正方形と矩形の比率は(約 90%)は道路橋と解析で、ほぼ同様であった。

5. まとめ(設計への適用性)

c 材と ϕ 材について、三次元弾塑性有限要素法を用い、支持力設計への適用性を検討した。この結果、次の事がわかった。

1) 8 節点減退積分要素はやや極限支持力が大きめに出る傾向がある。

2) 極限支持力値は、 ϕ 材では、道路橋と逆の傾向を示すが、c 材では同様の傾向を示す。極限支持力そのものはかなり大きめの値となる。

6. 参考文献

- 1) 大河内:弾塑性有限要素法を用いた支持力設計法の検討(3),第 31 回地盤工学研究発表会,1996
- 2) 大河内:弾塑性有限要素法による模型支持力実験解析への選択減退積分要素の利用,第 50 回土木学会年次学術講演会,1995

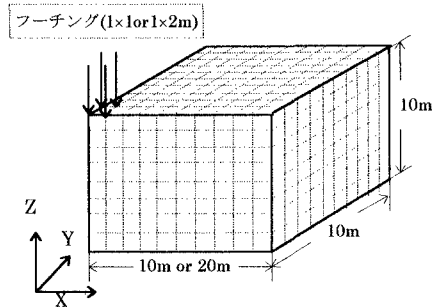


図-2 要素分割図

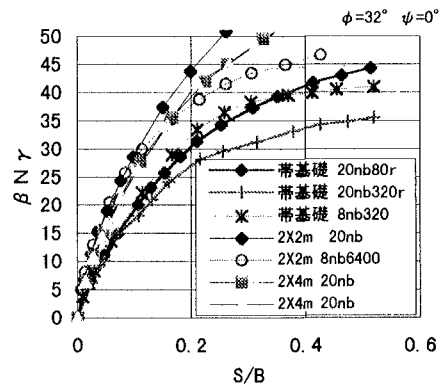


図-3 三次元解析結果(ϕ 材)

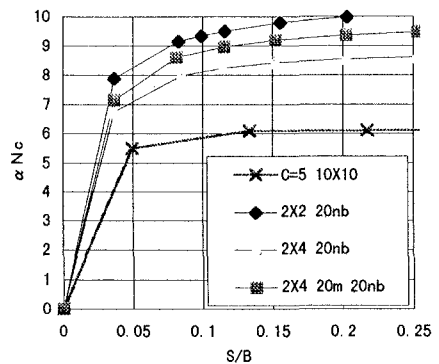


図-4 三次元解析(c材)