

構造物に作用する荷重の三次元的効果に関する考察

(株)CRCソリューションズ 正会員 野口 利雄
 (株)CRCソリューションズ 泉 和伸

1. はじめに

荷重が構造物の奥行き方向に対し部分的に作用する場合、奥行きを考慮しない二次元解析では載荷部分とその近傍の断面力が正確に評価できない。図-1に例を示す。今回は三次元 FEM 解析を用い、載荷領域に発生する断面力値と載荷領域外側の断面力が減少する領域の長さについて考察する。

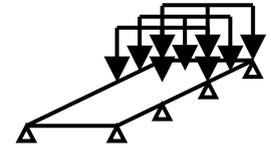


図-1 構造物と荷重

2. 解析モデルとケース

解析モデルは基本形とした二次元の梁モデルを面外方向に押し出して三次元 FEM モデルを作成した。構造物の諸元は弾性係数 $E=2.5 \times 10^7 \text{kN/m}^2$ 、ポアソン比 $\nu=0.2$ 、部材厚 $t=0.5\text{m}$ とする。

図-2 に解析モデルを示す。寸法条件は $5 \times 50\text{m}$ と $10 \times 100\text{m}$ の 2 パターンである。荷重条件は幅全部、幅全部で方向が 45° 、幅半分の 3 パターンである。拘束条件は単純梁、両端固定梁、片持ち梁の 3 パターンである。

表-1 にこれらを組み合わせた解析ケースを示す。ケース 2 以外は対称性を考慮した $1/2$ モデルを用いる。荷重載荷長さを a 、構造物の幅を b とする。

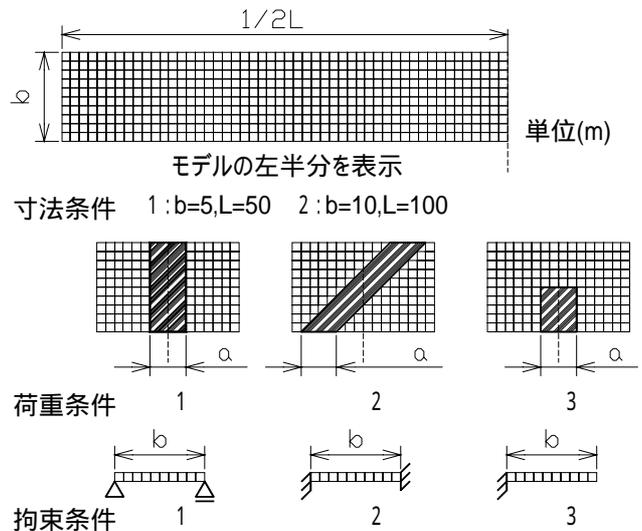


図-2 解析モデル

3. 解析手法

図-3 に解析手法と着目領域を示す。ステップ 1 からステップ 25 までの荷重載荷長さ a をそれぞれ、 $a=L/25 \cdot \text{ステップ数}$ として分布荷重を与える。荷重値は 10kN/m^2 である。前述 a 、 b に加え、載荷部分外側の断面力が減少して 0 になるとみなせる位置までの領域（以後変化領域と呼ぶ）の長さを c とする。構造物全体に荷重が作用するステップ 25 での値が二次元解析値と一致するので、各ステップとステップ 25 との値を対比し評価を行う。断面力評価位置は、単純梁は中央部、その他は固定端部とする。

表-1 解析ケース

ケース	寸法条件	荷重条件	拘束条件
1	5×50	幅全部	単純梁
2	5×50	幅全部 45°	単純梁
3	5×50	幅半分	単純梁
4	10×100	幅全部	単純梁
5	5×50	幅全部	固定梁
6	5×50	幅全部	片持梁

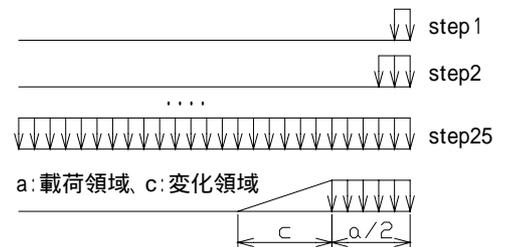


図-3 解析手法と着目領域

4. 解析結果

図-4 に曲げモーメントに着目した解析結果のうち、ステップ 1,5 の値を示す。凡例の $c1s1$ はケース 1 ステップ 1 の意味であ

キーワード：構造物、三次元、設計、有限要素法、荷重

連絡先：〒136-8581 東京都江東区南砂 2-7-5 (株)CRCソリューションズ建設情報部

TEL 03-5634-5785 FAX 03-5634-7337

る。横軸は中心位置からの距離 d を L で除し無次元化してある。図上の Md は各ステップでの曲げモーメントを、 Ms_{25} はステップ 25 での曲げモーメントを示す。ケース 1,2,3 相互の差は小さい。ケース 4 はケース 1 に対し差が 1% 以下のため表示を省略する。ケース 5,6 はケース 1 に対し明確な差が生じている。

図-5 に拘束条件に着目した場合の構造物中心位置における Md/Ms_{25} の値を示す。各ケースとも a/b の減少に伴い Md/Ms_{25} の値も減少する。

図-6 に拘束条件に着目した場合の領域 c の長さを示す。 Md/Ms_{25} の値は 0 に漸近するため、便宜上 5% および 1% の位置までを考慮した。図中では添字_5 と_1 で表す。ケース 5,1,6 の順に c/b 値が大きくなる。

5. まとめ

今回の検討で得られた所見を以下にまとめる。

- (1) 拘束条件による差は明らかに認められる。
- (2) 寸法条件による差はほぼ 0 である。また荷重条件による差は小さい。
- (3) Md/Ms_{25} 値が 0.95 以上になる a/b の値はケース 1,5,6 でそれぞれ、2.8,1.6,4.0 である。

今回の検討は梁を面外方向に押し出した帯状構造物に限定したものであるが、土木構造物の基本的な形状における荷重の載荷領域に関する三次元的効果についてある程度定量化した結果を得ることができた。本結果が設計・検討時の参考になれば幸いである。

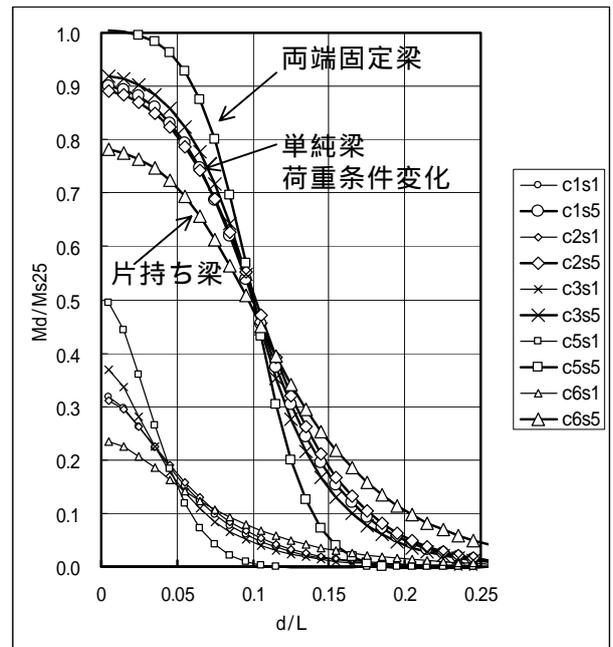


図-4 解析結果

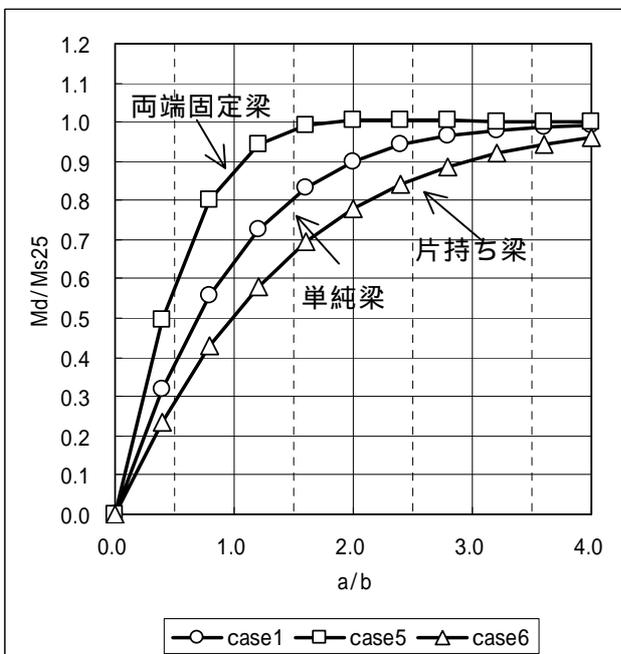


図-5 構造物中心位置の曲げモーメント比

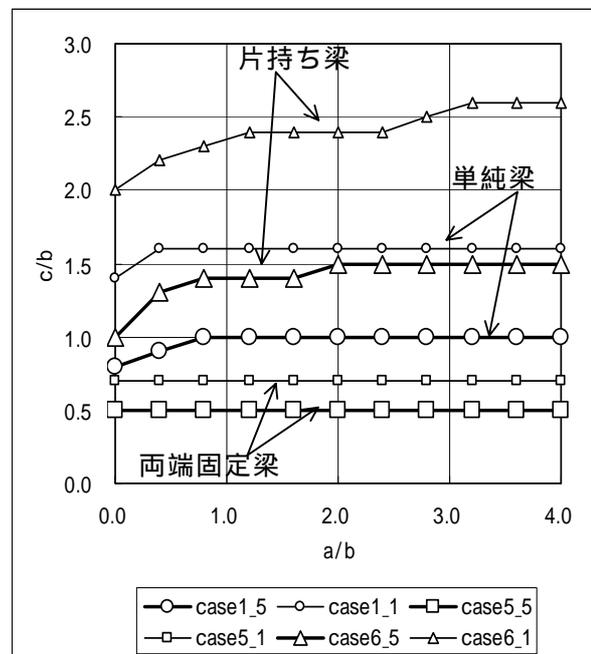


図-6 変化領域の長さ

[参考文献] : 1) 野口利雄,高橋修: 地下構造物の三次元設計時における土圧の評価に関する考察,土木学会第 57 回年次学術講演会,pp187-188,2002