

1 階壁に開口を持つ布基礎の構造特性に関する研究

その1 鉛直荷重が作用する布基礎の挙動

正会員 伊東利枝*1 同 真島正人*1
同 高田 徹*1 同 若命善雄*1

小規模建物 布基礎 開口部
曲げモーメント せん断力 解析

1. はじめに

1 階壁に開口を持つ布基礎の長期鉛直荷重に対する設計では、基礎底面から長期設計接地圧に等しい上向きの等分布荷重を与え、開口端部は両端固定、開口中央部は両端ピンを想定し、安全性を確保するため、応力の大きい方を設計用応力として用いるのが一般的である¹⁾。しかし、この方法は基礎 - 地盤の相互作用を考慮したものではない。つまり、基礎剛性は有限であるので開口部の存在する基礎下の地反力は、その両側の非開口部の基礎下地反力より小さくなり、必然的に基礎に発生する応力は上記値より減少する。発生応力は、荷重条件、基礎の構造特性、地盤の変形特性により異なる。

本研究は、基礎の合理化の一環として、開口を持つ布基礎の挙動を明らかにすることを目的としたものである。その1では、鉛直荷重のみが作用する基礎を対象として実施した、基礎 - 地盤の相互作用を考慮した応力 - 変形解析の結果について報告する。

2. 解析概要

(1) 解析対象 図1に示す開口部を持つ建物の1構面とその下部の布基礎(直接基礎)を解析対象とした。

(2) 解析方法 解析には、地盤を弾性体と仮定したSteinbrennerの解²⁾と格子モデルを組合せた方法を用い、基礎沈下量、基礎下の地反力、基礎の曲げモーメントとせん断力を求めた。解析の概念図を図2に示す。布基礎は梁要素によってモデル化し、長手方向36(40)分割、短手方向を4分割して各梁要素の断面剛性を評価した。荷重は基礎梁上の節点に集中荷重として載荷した。

(3) 解析条件(解析パラメータ) 解析では、基礎幅、基礎剛性、荷重、地盤ヤング率、基礎両端部の拘束条件をパラメータとした。表1に解析条件を、表2に荷重条

表1 解析パラメータ

| 基礎幅 | 基礎長 | 開口長 | 基礎設計荷重 | 基礎重量 | 建物重量 | 地盤ヤング率 | 基礎ヤング率 | 基礎端部拘束条件 |
|--------|------|------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| Fb(cm) | L(m) | l(m) | W(kN/m ²) | Wf(kN/m ²) | Wb(kN/m ²) | Eg(kN/m ²) | Ef(kN/m ²) | |
| 48 | 9.2 | 3.22 | 50 | 7.7 | 42.3 | 1000 | 2.1E+07 | ピン |
| 60 | 10.8 | 3.6 | 50 | 6.9 | 43.1 | 2500 | | 固定 |

表2 荷重条件と梁剛性条件の詳細

| 荷重名称 | 荷重条件 |
|-------|-----------------------------------|
| 均等荷重 | 非開口部にW、開口部Wfを載荷 |
| 集中荷重 | に加え、Wb × Fb × 1/2を開口部両端に集中荷重として載荷 |
| 剛性名称 | 剛性条件 |
| 均等剛性 | 非開口部、開口部共に実断面の梁剛性 |
| 剛性10倍 | 非開口部の剛性を考慮し、非開口部の基礎梁剛性を実断面の10倍に設定 |

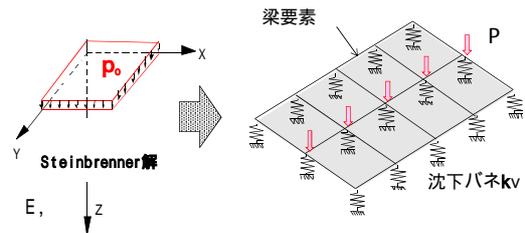


図2 解析手法と概念図

件、梁剛性条件の詳細を示す。また、地盤は厚さ7mの均一弾性体とした。

3. 解析結果

図3、図4に基礎幅Fb=48cm、Fb=60cmに対応した基礎長手方向の曲げモーメントM、せん断力Q、沈下量S、地反力分布pの解析結果を示す(中央線から1/2を表示)。

(1) 曲げモーメント分布 いずれのケースも開口部では凸型の分布となるが、非開口部では、「均等荷重」が凹型の分布になるのに対して、「集中荷重」は右肩上がりの

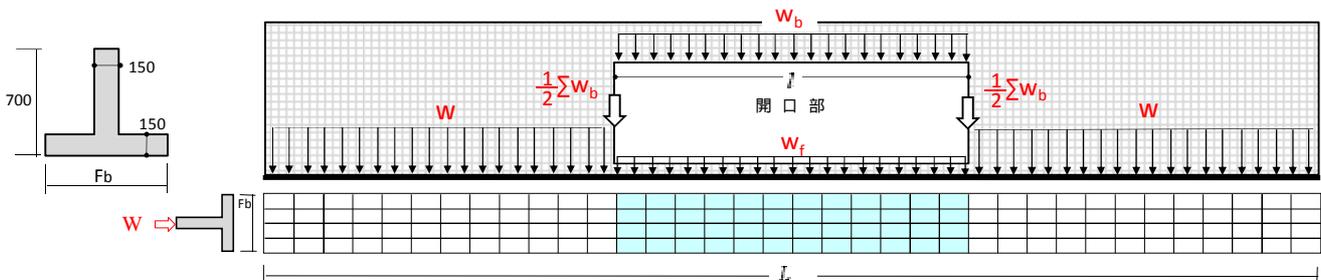


図1 解析対象とした建物 基礎

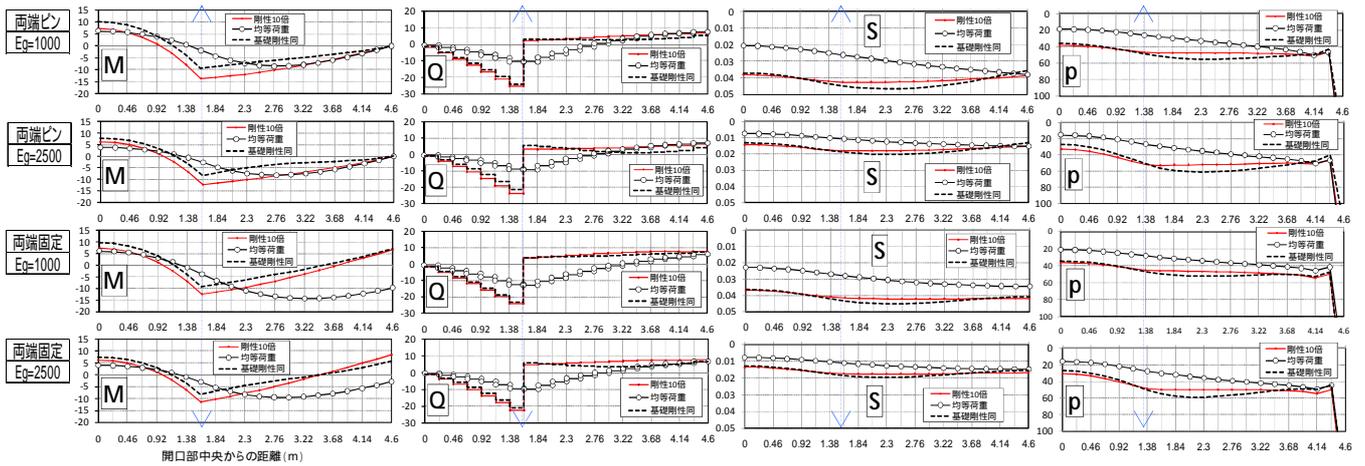


図3 Fb=48 cmの解析結果

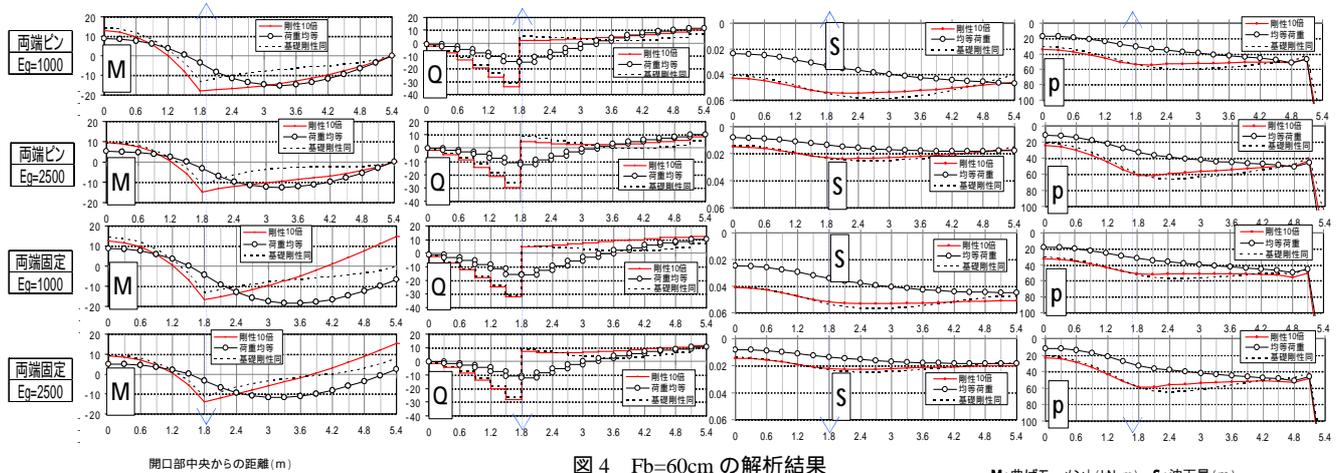


図4 Fb=60cmの解析結果

M: 曲げモーメント(kN・m) S: 沈下量(m)
Q: せん断力(kN) p: 地盤反力(kN/m²)

分布となる。また、「均等荷重」が滑らかな分布となるのに対して、「集中荷重」は開口部の境界で鋭角に変化する。Mの最大値は、「均等荷重」が非開口部のほぼ中央となるのに対して、「集中荷重」では開口部の境界部となる。開口部に着目すると、中央部では「集中荷重」が「均等荷重」を若干上回る程度であるが、境界部では「集中荷重」が大幅に上回っており、この位置の値が最大となる。また、梁剛性の違いに着目すると、非開口部の剛性を基礎剛性の10倍とした場合の方が、均等剛性より大きな値となる。

(2) せん断力分布 「均等荷重」は開口部の境界を頂点とする凹型の分布になるのに対して、「集中荷重」は開口部では右肩下がりとなるが、非開口部ではほぼフラットな分布となる。開口部に着目すると、中央部の値には、荷重条件の違いは認められないものの、境界部では、「集中荷重」が「均等荷重」を大幅に上回る。

(3) 沈下分布 「均等荷重」は右肩下がりの分布となるが、「集中荷重」は開口部のやや外側を頂点(最大値)とする凹型の分布となる。

(4) 地反力分布 最外端を除くと、「均等荷重」は右肩

下がりの分布を示し、最外端が最大となるが、「集中荷重」は開口部で凸型、非開口部ではほぼフラットかやや右肩上がりの分布となる。

4. 通常の設計値との比較

表3に解析による開口部M、Qの最大値と通常の開口部基礎の設計に用いる端部固定、端部ピンの場合の最大曲げモーメント M_{max} 、 M_o 、および、最大せん断力 Q_{max} を対比して示す。M、Qの最大値は、「均等荷重」より「集中荷重」の方が大きくなるが、解析結果は、 M_o は勿論、 M_{max} と Q_{max} に対しても大幅に下回っており、基礎-地盤の相互作用した検討を行えば、合理化の可能性があると明らかとなった。

表3 解析と通常設計とのM、Qの比較

| 基礎幅 (cm) | 解析結果 | | | | 通常の開口部の設計 | | |
|-------------|------------|-----------|------------|-----------|--------------------|----------------|-------------------|
| | 均等荷重 | | 集中荷重 | | M_{max} (kNm) | M_o (kNm) | Q_{max} (kN) |
| | M (kNm) | Q (kN) | M (kNm) | Q (kN) | | | |
| Fb=48 | 6.1 | 12.9 | 13.8 | 25.5 | 20.7 | 31.1 | 48.3 |
| Fb=60 | 8.8 | 16.1 | 18.1 | 34.2 | 32.4 | 48.6 | 54.0 |

参考文献

- 1) 日本建築学会編：小規模建築物基礎設計指針、2008
- 2) Terzaghi：Theoretical Soil Mechanics, John Wiley & Sons, Inc., 1943