

Ⅲ-A456

大型函渠の設計に用いる地盤反力係数の設定

日本技術開発 正会員 ○林 勝巳*

日本技術開発 正会員 尾儀一郎*

日本技術開発 正会員 李 騰雁**

1. はじめに

直接基礎である構造物の設計において、地盤反力係数の設定は、一般に道路橋示方書に示されている簡易な式¹⁾を用いている。道路橋示方書に示された式は、30cmの平板載荷試験から得られた地盤反力係数に対し、寸法効果を考慮して載荷幅に応じて $(-3/4)$ 乗則式を適用して低減している。しかし、この手法はある程度の基礎寸法までは妥当であるが、良好な砂質地盤に支持された大きな規模の直接基礎に対して適用すると、実態より小さな地盤反力係数を与えてしまう可能性があることが知られている^{2) 5)}。本稿では、横断方向幅100mを有する6径間連続RCラーメン形式の函渠構造上に、建築物が偏載して載荷される特殊構造物の設計に用いた地盤反力係数の設定手法について報告を行う。地盤反力係数の設定には100mに及ぶPS検層を実施して深さ方向の地盤評価を行い、二次元非線形有限要素法を用いた段階的載荷による沈下解析により地盤反力係数と載荷幅の関係を求め、当該地盤及び構造物に適した地盤反力係数を定めることにより経済的な設計を行った。

2. 解析条件

載荷幅の大きい基礎については、浅い位置での変形係数よりも深い位置での変形係数が、地盤の深さ方向の変化を考慮に入れた換算変形係数¹⁾に与える影響が大きいことが把握できたため、深部に及ぶ地盤調査、PS検層（100m）を実施し、その調査結果を解析モデルに反映させた。

上載荷重に対応したひずみ分布の把握及び荷重増分に応じた函渠の変化量（沈下量）を把握することが重要と考え、非線形有限要素法を用いて沈下解析を行った。解析コードはTDAPⅢとし、函体底面以深を有限要素にモデル化し、函体側面の土砂重量及び函体自重を分布荷重として作用させた初期応力解析を行い、次に建築上載荷重を段階的に増加させる沈下解析を行った。

解析は、二次元平面ひずみモデルと軸対象3次元モデルを用いて、それぞれ数値解析を行った。図-1に二次元平面ひずみモデルを示す。解析モデルの規模（幅）は函渠横断方向幅の約7倍、深さ方向は約100mとした。軸対象モデルの場合には、上載荷重分布の軸を中心とする円形と仮定した。

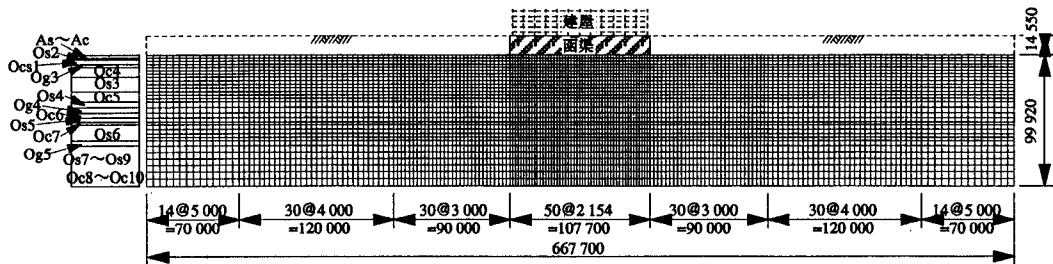


図-1 解析モデル（二次元平面ひずみモデル）

キーワード：直接基礎，地盤反力係数，寸法効果，有限要素法

* 〒531-0072 大阪市北区豊崎5-6-10（商業ビル）TEL 06-6359-5341 FAX 06-6359-5298

** 〒164-8601 東京都中野区本町5-33-11（中野清水ビル）TEL 03-5385-8514 FAX 03-5385-8525

3. 解析結果及び考察

載荷幅が地盤反力係数に与える影響を検討するために、載荷幅 4.3m～107m 間の5ケースについて解析を行った。二つの解析モデルによる地盤反力係数と載荷幅の関係を図-2に示す。同図から載荷幅の増加に伴って地盤反力係数が減少する傾向がみられ、特に載荷幅 30mまでは地盤反力係数の減少が激しく、30mを越えると少しずつ減少する傾向があったことがわかる。

次に、載荷幅 30cmの時の地盤反力係数 (K_0) で正規化した正規化地盤反力係数 (K/K_0) の有限要素法による解析結果と道路橋示方書による式の結果を整理すると、正規化地盤反力係数と載荷幅の関係は図-3のようになった。平面ひずみモデルの結果は道路橋示方書の ($-1/2$) 乗則式に近いことに対して、軸対象モデルでは ($-3/4$) 乗則式に近い傾向を示した。同図において載荷幅 100m付近では、軸対象モデルと ($-3/4$) 乗則式が近くで交差する傾向から、地盤反力係数の設定には ($-3/4$) 乗則を適用することにした。また上載荷重載荷時の函渠直下の地盤に発生する地盤のせん断ひずみのレベルが 10^{-6} オーダーでかなり小さく、鉛直方向ひずみの最大値が 3×10^{-4} であることからPS検層結果を用いて地盤の変形係数を算出することにした。この結果、当初想定していた地盤反力係数より大きな地盤反力係数を設定することとなり、建築建物荷重が偏載されている本例では、部材厚・鉄筋量を大幅に低減することができた。

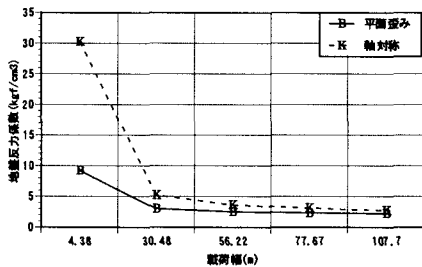


図-2 地盤反力係数と載荷幅の関係

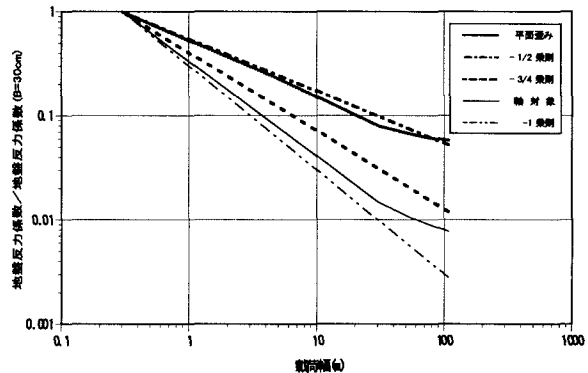


図-3 正規化地盤反力係数と載荷幅の関係

4. あとがき

本事例では結果的に、地盤反力係数の設定には ($-3/4$) 乗則式を適用したが、その適用についてはPS検層結果を用いて深さ方向の変形係数の評価を行ったため、大きな地盤反力係数を得ることになった。大型構造物の設計に用いる地盤反力係数の求め方については、現時点で明確な指針がまだない。地盤材料の変形係数に圧力・ひずみ依存性があること、地盤反力係数は基礎幅が大きくなると、地盤反力係数に対するその影響が深部の地盤に及ぶこと、また基礎地盤の剛性がひずみの大きさに依存すること等地盤反力係数の設定には、多くの要因が複雑に影響されることになる。したがって、本事例のように偏載荷重をうけるような大型構造物を設計する場合には、地盤反力係数の取り扱いについては慎重に行う必要がある。

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編, (平成8年12月), 8章, 社団法人 日本道路協会
- 2) 地盤調査法(平成7年9月), 第8編. 第2章, 社団法人 地盤工学会
- 3) 龍岡, 小高ら: 原位置載荷試験と実基礎の即時沈下, 基礎工, 1996.5
- 4) 桑原, 菊池, 木村: 地盤材料の小ひずみでの非線形特性と地盤変形問題への適用, 土と基礎, 1998.1
- 5) 増田, 木村: 地盤材料の小ひずみでの非線形特性と地盤変形問題への適用, 土と基礎, 1998.2