

日本鋼管(株) (正) 荻藤 彰
 " " 三浦 勇七
 " " 〇若松 精次

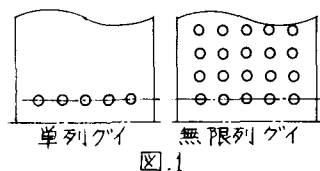
1. はじめに

日本鋼管(株)では、扇島第2高炉に群グイ基礎を採用している。その設計に際しての主な問題点は、群グイの水平方向抵抗の低減についてであった。この分野の研究は、理論解析や模型実験などにより試みられているが、まだ未解明な点も多いといえる。ここに報告する内容は、実際の設計の基礎データを得るために行なった数値解析についてであって、この解析は、土の非線形性を考慮した3次元の有限要素法を用いて、水平荷重を受ける群グイの水平抵抗の分担率、各グイの分担荷重などを求めたものである。

2. 解析手法と有限要素モデルについて

本解析では、手法および有限要素モデルについては、次のように考えている。(1)手法は、Duncan, Chang らによる非線形解析法である。これは Kondor らによって提唱された双曲線応力・ヒズミ関係から、土質材料を非線形弾性体として定式化されたものである。(参考文献)

(2)群グイを形成する各グイ列は、水平荷重に対して異なった挙動を示すが、グイ列が多い場合、その挙動は、図.1に示すように単列グイと無限列グイに分けて考えることができる。有限要素モデルは、この2種類の群グイをモデル化している。(3)グイ本数(N)は、1, 3, 5本の3種類とし、グイ間隔(R)はグイ径の2.5, 3.0, 3.5倍とする。以上の各ケースについて解析した。(4)グイ要素は、鉄管グイ(φ914.4×t16.0)と等価な曲げ剛性をもつ直方体に置換している。(5)グイとフーチングはピン結合であるとし、各グイ頭部は、フーチングの剛性を評価して両端ピンの大断面の梁部材で連結している。(6)グイ頭に作用させる水平荷重(H)は最大60トンとし、20, 40, 60トンの3ステップで行なった。



(4)グイ要素は、鉄管グイ(φ914.4×t16.0)と等価な曲げ剛性をもつ直方体に置換している。(5)グイとフーチングはピン結合であるとし、各グイ頭部は、フーチングの剛性を評価して両端ピンの大断面の梁部材で連結している。(6)グイ頭に作用させる水平荷重(H)は最大60トンとし、20, 40, 60トンの3ステップで行なった。

3. 地盤について

建設地点の土質調査試験結果から、モデル地盤を砂層2層、粘土層2層の4層地盤とした。地盤の応力とヒズミの関係は、次式による。(参考文献)

$$E_t = K \cdot P_a \left(\frac{\sigma_3}{P_a} \right)^n \left\{ 1 - \frac{R_f(1-\sin\phi)(\sigma_1 - \sigma_3)}{2C \cos\phi + 2\sigma_3 \sin\phi} \right\}^2 \quad \dots(1)$$

$$\nu_t = \frac{G - F \cdot \log(\sigma_3/P_a)}{\left\{ 1 - \frac{d(\sigma_1 - \sigma_3)}{E_t} \right\}^2} \quad \dots(2)$$

$$E_{ur} = K_{ur} \cdot P_a \left(\frac{\sigma_3}{P_a} \right)^n \quad \dots(3)$$

層	層厚(m)	K	K _{ur}	ν	R _f	C (%P _a)	φ	G	F	d	ν (%P _a)
1 砂層	5.0	330	495	0.5	0.8	—	30°	0.45	0	0	0.9
2 砂層	10.5	440	660	0.5	0.8	—	35°	0.45	0	0	0.9
3 粘土層	14.5	80	120	0.5	0.7	4.5	—	0.48	0	0	0.65
4 粘土層	28.0	110	165	0.5	0.7	11.0	—	0.48	0	0	0.65

表1 地盤の諸定数

E_t, ν_t および E_{ur} は、接線弾性係数、接線ポアソン比および再除荷時弾性係数、 K, ν および R_f は、応力とヒズミの関係を表わすための係数、 G, F および d はポアソン比を表わすための係数、 P_a は応力と同じ単位で表わされた大気圧、 σ_1 と σ_3 は最大主応力と最小主応力、 C と ϕ は粘着力と内部摩擦角である。解析に用いた地盤の諸定数を表1に示す。

4. 解析結果と考察

(1) 水平荷重とグイ頭変位の関係 (図2)

変位は、単列グイ、無限列グイともに任意の水平荷重に対して、荷重作用方向のグイ本数が多くなるほど、グ

イ間隔が小さくなるほど大きい値を示す。無限列グイと単列グイの変位の比は、荷重作用方向のグイ本数が多いほど、グイ間隔が小さくなるほど大きくなる。

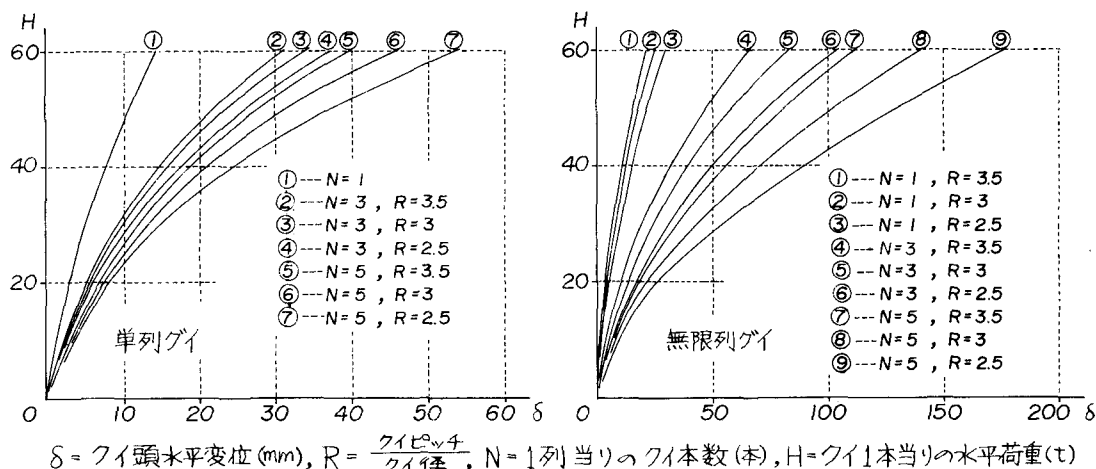


図2 水平荷重-グイ頭変位

(2) 群グイ中の各グイの分担荷重 (図3, $R=3.0$ のケースを示す。)

群グイ中の各グイが、分担する荷重(S)と作用荷重(H)との比(B)は最前面グイでは1以上となり、 H の増加に伴ない S は著しく増加する。中間グイの B は、単列グイでは、ほぼ等しいが、無限列グイでは、最前

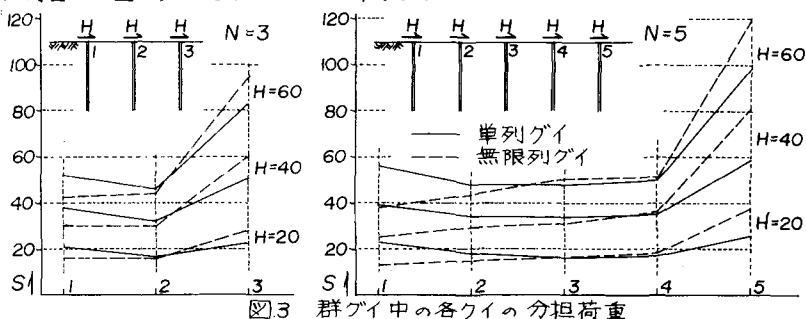


図3

群グイ中の各グイの分担荷重

面グイに近いグイほど大きくなる傾向にあり、 H が大きく、 N が多くなるほど著しい。

(3) 群グイの水平抵抗の分担率 (図4)

群グイに作用する水平荷重と単列1本グイに作用する水平荷重との比を、群グイの水平抵抗の分担率と呼ぶ。この解析では、グイ頭変位が10および20mmの場合について求めた。分担率は荷重作用方向および、その直角方向のグイと地盤の相互の影響を受けることがわかる。また分担率は、 N が多くなるにつれて、一定値に収束する傾向を示す。

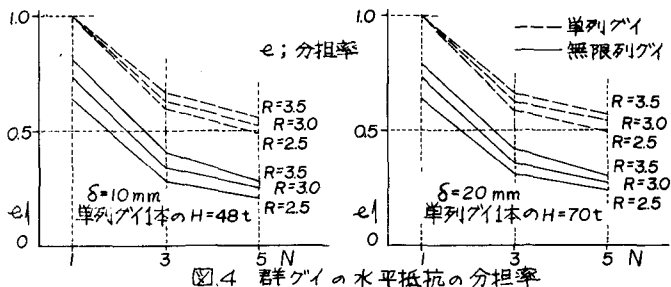


図4 群グイの水平抵抗の分担率

5. むすび

以上、この解析からは次の事がいえる。(1) 水平荷重の分担は最前面グイおよび、それに近いグイに於て、著しく大きくなる。(2) グイ本数が多い場合の分担率は単列グイでの0.5、無限列グイでの0.25程度となる。

本解析では、地盤の諸定数の決め方などに、検討を要する点もあり、直ちにこの結果を適用するには、問題もあるが、実設計では、以上のデータを参考に処理している。

参考文献 Duncan & Chang "Nonlinear Analysis of Stress and Strain in Soils." ASCE Vol.96 No. SM5 (1970)