

1. はじめに

荷重によって地盤内に発生する応力を評価したり、構造物の沈下を推定する目的で弾性論が利用されているが、通常は、等方性と仮定した弾性論が用いられ、地盤の異方性を考慮していないことが多い。しかし、異方性を考慮すると、地盤内に発生する応力や地表面の変位が、等方性の仮定の場合よりも荷重の近くの方で大きくなったり、反対に荷重の影響が遠くまで及んだりする。このような異方性による効果は、砂などの場合では応力の集中性として、過圧密粘土などの場合では応力の分散性として現れる。

このことに対し、諸戸は、平面ひずみ状態における直交異方性弾性地盤の応力式を導いている¹⁾。この中で、弾性定数全てを決定できない場合に利用できる実用的な近似解として、水平方向のヤング率 E_h と鉛直方向のヤング率 E_v の弾性係数比 $n = E_h/E_v$ だけを用いた応力式も表現されている。

そこで、本論は、この応力式を用いて、種々の荷重によって発生する鉛直応力 σ_z とその影響係数 I_p 、および最大せん断応力 τ_{max} の具体的な数値を求め、これらの地盤内分布に及ぼす異方性による影響を検討したものである。

2. 等分布帯荷重 q を受ける時の鉛直応力 σ_z の分布

図1、2、3に、それぞれ $n=0.25$ 、1、4の場合について、荷重幅 $2b$ なる等分布帯荷重を受ける時の鉛直応力 σ_z の、深さ $Z/b=0.25, 0.5, 0.75, 1$ における地盤内応力分布を描いた。いずれの図でも、深くなるにつれ応力の水平方向の分散が見られ、荷重幅 $2b$ の中央下に発生している最大応力は徐々に低下している。異方性として求めた図1、3を等方性の場合の図2と比較すると、 $n < 1$ の場合は、水平方向へは応力が広がらず、これに伴って最大値の深さ方向での低減は小さくなっている。これに対し、 $n > 1$ の場合は、逆に応力は水平方向への分散を見せ、深さ方向での応力減衰が激しい。例えば、 σ_z が $0.5q$ 以上となる深さは、異方性の影響を受け、等方性に対し $n=4$ では75%までで浅くなるが、 $n=0.25$ では、150%まで広がり、荷重の影響が50%深いところまで届いている。

3. 鉛直線荷重による鉛直応力 σ_z の影響係数 I_p の分布

この I_p は、鉛直線荷重 P を受ける時の地盤内鉛直応力 σ_z から、 $I_p = \sigma_z Z/P$ として計算される無次元化された応力を弾

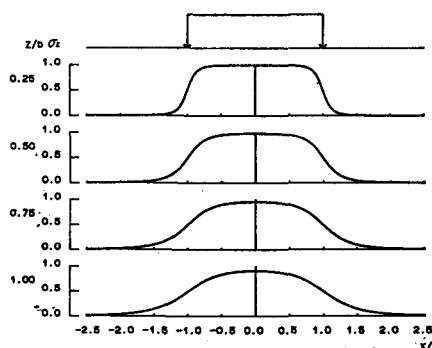


図1 σ_z/q の分布 ($n=0.25$)

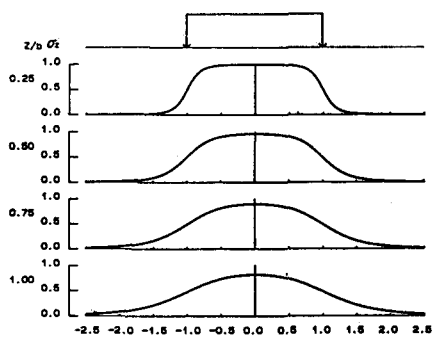


図2 σ_z/q の分布 ($n=1$)

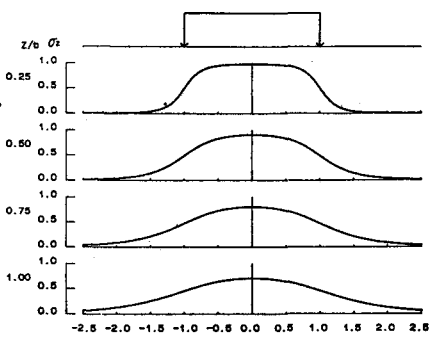


図3 σ_z/q の分布 ($n=4$)

性係数比 n と X/Z で表現できる利点がある。ここで、 X, Z はそれぞれ荷点を原点とした水平方向、鉛直方向の座標である。異方性と等方性の鉛直線荷重による鉛直応力 σ_z の影響係数を比較したものが図4である。この図によれば、およそ $X/Z=0.5$ を境にして、 n の値による I_p の傾向が異なっている。 X/Z が 0.5 までは n の値が小さくなるにつれ、 I_p は増大するが、これを越えると逆に n の減少とともに I_p は減少する。この結果、図5に示すA、Bの2つの領域で異方性による影響が異なっており、 $n < 1$ より小さいと等方性と比べて、A領域で大きい応力を示し、B領域では小さい応力となる。これに対して、 $n > 1$ ではA、B領域でそれぞれ $n < 1$ とは逆の影響が発生することがわかる。

4. 等分布荷重 q を受ける時の最大せん断応力 τ_{max} の圧力球根

等分布荷重 q を受ける時の最大せん断応力 τ_{max} の圧力球根を $n=0.25, 1, 4$ について、それぞれ図6、7、8に示した。等方性の場合には図7に示されるように、地中内における最大せん断応力の最大値は $0.318q$ で、その等圧線は荷重幅 $2b$ を直径とする半円を描いているが、 $n < 1$ では、この大きな値の領域が荷重幅の中央に集中し、深さ $Z=b$ において、最大値を示す。この最大値は、 $n=0.25$ では等方性に比べ20%増の $0.381q$ と高い値を示す。逆に $n > 1$ では、この最大となる領域は荷重幅の左右に分離され、これに伴って、地中内での最大値は減少している。最大せん断応力の等値線領域の形を比較してみると、 n が大きくなるにつれ、鉛直方向への広がりから水平方向への広がりに変化している。

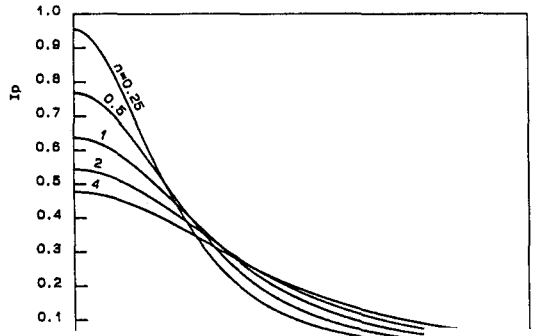


図4 鉛直応力の影響係数 I_p

5. おわりに

本計算から、異方性を考慮することによって、地盤内応力分布は弾性係数比 n によって大きく変化し、 $n < 1$ では鉛直方向に、 $n > 1$ では水平方向にそれぞれ強く伝達されることが示された。このため、地盤によっては、等方性の仮定から求められる値を上回る応力が発生したり、荷重の影響が水平あるいは鉛直方向に、遠くまで及ぶことを考慮する必要がある。その際、この計算によってまとめられた図、表は有効的に利用できるものと考えている。

<参考文献>

- 1) 諸戸靖史：平面ひずみ直交異方性弾性地盤の応力と変位式、土と基礎、32-11(322)、1984

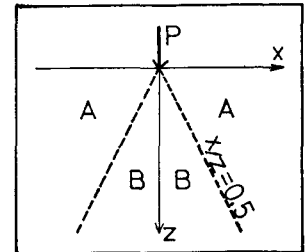


図5 異方性効果の異なる領域

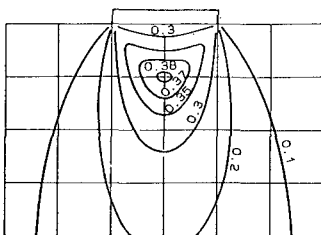


図6 τ_{max}/q の分布 ($n=0.25$)

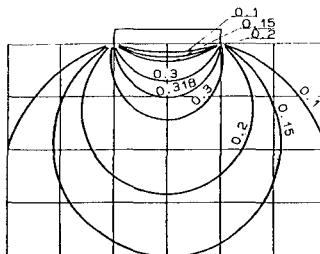


図7 τ_{max}/q の分布 ($n=1$)

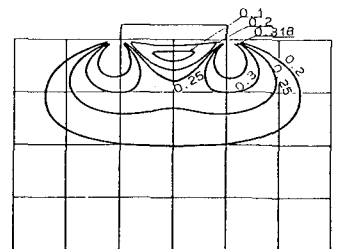


図8 τ_{max}/q の分布 ($n=4$)