

舞鶴工専

正〇高谷富也

神戸大学工学部

正 北村泰寿

同 工学部

正 桜井春輔

1. まえがき 従来より、アンカー荷重によるアースアンカーおよび周辺地盤の静的挙動に関する多くの研究がなされている。しかしながら、アンカーが動的荷重（たとえば、周期的な引き揚げ力、あるいは地震波などの入射波動）を受ける場合のアンカーの応答に関する研究は少ない。本研究では、三次元波動論に基づいて、周期的な引き揚げ力を受ける多段式支圧型アースアンカーの動的挙動および各アンカーの荷重分担率の解析を行う。

2. 解析方法 本研究では、多段式支圧型アースアンカーとして図-1に示すような二段式支圧型アンカーを考え、このアンカー支圧板は剛性をもたない完全たわみ性円盤と仮定する。すなわち、円形面上に等分布加振力が作用するものとし、周期的な引き揚げ力を受けるときの二段式支圧型アースアンカーの動的変位および各アンカーの荷重分担率を求める。この場合、図-2に示すように半無限弾性体内部の円形面上に分布する等分布加振力による変位解が必要となる。いま、半無限弾性体内部の円形等分布鉛直加振力による鉛直変位 $u_z(r, z)$ は次式で表わされる[1]。

$$u_z(r, z) = \frac{q_z r_0}{2\mu k_S} \int_0^\infty \frac{W(k)}{\beta F(k)} J_1(kr_0) J_0(kr) dk \quad (1)$$

ただし、

$$\begin{aligned} W(k) = & \alpha\beta \{ (2k^2 - k_S^2) e^{-\alpha H} - 2k^2 e^{-\beta H} \} \{ (2k^2 - k_S^2) e^{-\alpha z} - 2k^2 e^{-\beta z} \} \\ & + k^2 \{ (2k^2 - k_S^2) e^{-\beta H} - 2\alpha\beta e^{-\alpha H} \} \{ (2k^2 - k_S^2) e^{-\beta z} - 2\alpha\beta e^{-\alpha z} \} \\ & + F(k) \{ \alpha\beta e^{\pm\alpha(z-H)} - k^2 e^{\pm\beta(z-H)} \}, \quad k_p = \omega/V_p, \quad k_S = \omega/V_S, \\ F(k) = & (2k^2 - k_S^2)^2 - 4k^2\alpha\beta, \quad \alpha = \sqrt{k^2 - k_p^2}, \quad \beta = \sqrt{k^2 - k_S^2} \end{aligned}$$

また、 q_z は等分布加振力の振幅、 μ はせん断弾性係数、 r_0 は円盤の半径、 V_p, V_S はそれぞれ縦波および横波の伝播速度、 $J_0(\cdot), J_1(\cdot)$ はそれぞれ0次および1次のBessel関数である。なお、上式中の符号 $\pm$ は載荷面より上の部分と下の部分に対応していることを表わす。

次に、二段式支圧型アンカーの変位および各アンカーの荷重分担率の計算法について説明する。まず、図-1に示す各アンカー支圧板は摩擦力が働かない剛体ロッドで連結されており、荷重はアンカー支圧板のみに作用するものと仮定する。すなわち、各アンカー支圧板の中央変位は等しいとして次式の条件を設ける。

$$u_z(0, h) = u_z(0, h+S) \quad (2)$$

ここに、 h, S はそれぞれ第1アンカー支圧板の埋設深さおよび第1と第2アンカー支圧板との間隔である。

式(1)の円形等分布加振力による変位式を用いて、各アンカー支圧板位置の単位等分布加振力による支圧板の中央変位を重ね合わせる。このとき、式(2)の条件より、図-3に示すように、各アンカー支圧板の未知等分布加振力に関する連立一次方程式が得られる。さらに、次式のように各アンカーの等分布加振力の合力の和が引き揚げ加振力に等しくなるようにすれば、各アンカー支圧板に作用

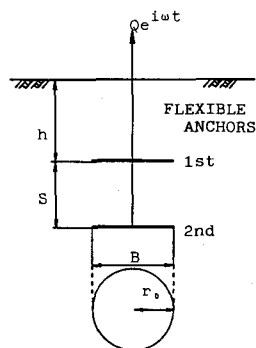


図-1 二段式支圧型アンカー

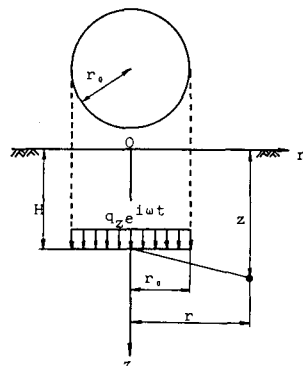


図-2 座標系

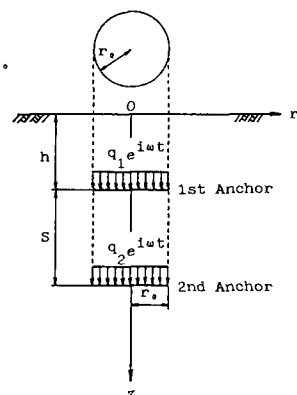


図-3 解析モデル

する等分布加振力の大きさが得られる。

$$Q = (q_1 + q_2) \pi r^2 \quad (3)$$

ここに、 Q は引き揚げ加振力の振幅、 q_1 、 q_2 はそれぞれ第1および第2アンカー支圧板に作用する等分布加振力の振幅である。

3. 数値計算結果とその考察 本研究では、二段式支圧型アンカーの変位を次式に示す無次元係数項の絶対値と偏角で図示する。

$$u_z = \frac{Q e^{i\omega t}}{E_s B} \sqrt{F_1^2 + F_2^2} e^{-i\phi_F} \quad (4)$$

ここに、 B はアンカーの直径($=2r_0$)、 E_s は地盤の弾性係数である。また、 F_1 、 F_2 はそれぞれアンカー変位の実部と虚部、 ϕ_F は偏角($=\tan^{-1}(F_2/F_1)$)である。なお、計算条件はポアソン比 $\nu=1/3$ 、無次元加振振動数 $\omega B/V_s=0.0$ (静的解)、1.0、2.0とした。また、 $S/B=1, 3, 5$ とし、 $h/B=0 \sim 10$ とした。

図-4は、二段式支圧型アンカーの中央変位と埋設深さの関係を示したものである。また、同図には、第1アンカーの荷重分担率も図示した。これらの図より、アンカーの中央変位は加振振動数に関係なく、埋設深さと共に減少し、深さが $h/B=3 \sim 5$ 以上においてはほぼ一定の値になっている。一方、 $S/B=3$ と5の場合のアンカーの中央変位にもあまり差が生じていないことが分かる。また、第1アンカーの荷重分担率は、 $h/B=3 \sim 5$ 近くでほぼ0.5となっている。これらより、 $h/B=3 \sim 5$ 近くでアンカーの埋設深さがアンカーの変位に与える影響が小さくなり、一種の『限界深さ』が存在することが考えられる。また、第1と第2アンカー支圧板の間隔幅についても $S/B=3 \sim 5$ 近くに限界となる間隔幅が存在するものと思われる。したがって、アンカーの埋設深さを $h/B=3 \sim 5$ 以上、あるいはアンカー支圧板間の間隔幅を $S/B=3 \sim 5$ 以上にしてもアンカーの中央変位に及ぼす影響は少なく、変位の減少は期待できないものと考えられる。

4. あとがき 本研究は、周期的な引き揚げ力を受ける多段式支圧型アースアンカーとして、弾性地盤に埋設された二段式支圧型アンカーの動的挙動の解析を行った。その結果、静的な場合[2]と同様に『限界深さ』が存在することが明らかとなった。また、多段式支圧型アンカーにおいても限界となる間隔幅が存在することが分かった。

参考文献 [1] 高谷 他：第34回応用力学連合，D43，1984。[2] 田中：土質工學論文集，Vol.22，No.4，1982。

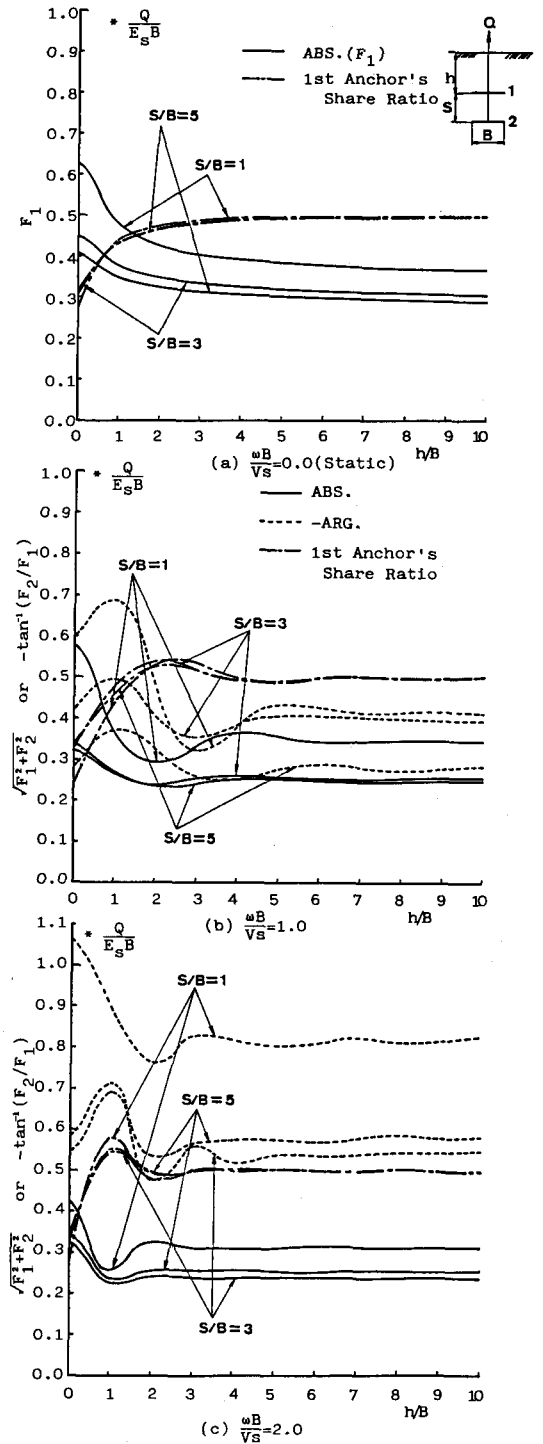


図-4 アンカー中央変位および第1アンカーの分担率と埋設深さの関係