

法政大学

○学生会員 東浦 稔

正会員 山門 明雄

正会員 牟田 親弘

間組技術研究所

正会員 草深 守人

1 はじめに

グラウンドアンカーがわが国に導入されて数十年になるが、当工法の経済性および信頼性が高まり、その施工件数も年々増加して来ている。摩擦型アンカーでは、アンカー体周面の摩擦抵抗分布はアンカー体軸方向に様でなく、アンカー体長を長くしても得られる引抜き抵抗力の大きさには限界がある。そこで大深度などで要求される大きな引抜き抵抗力をもつアンカーについて検討した。

2 高耐力永久アンカーについて

アンカー体周面摩擦がアンカー先端部まで有効にかつ一定に発揮するようにアンカー体を二重構造とした。

3 二重構造アンカーと実験装置

- ① 図-1のように高耐力アンカーとして引張り材の周りに厚さ3mmのゴムを焼付け加工して付着させ、その周りをセメントペーストで固めたアンカーを作成した。
- ② 実験装置の概要は図-2のようである。試料は気乾状態の豊浦標準砂を使用し、砂箱を3層に分け、それぞれをバイブレータで締固めを行い、アンカー体表面の歪とアンカー頭部の変位の測定を行った。標準砂の間隙比は $e=0.7$ である。

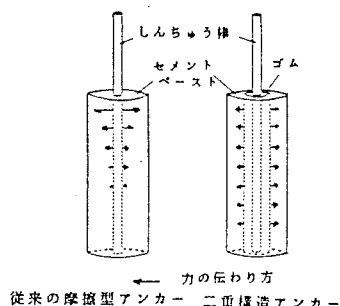


図-1 アンカー体

4 解析方法

加力時のアンカーおよび周辺の挙動をとらえるため弾塑性有限要素法 (ABAQUSを使用) によって解析した。土質材料の構成則は弾-加工硬化塑性体を仮定し、降伏条件として von-Mises を採用した。これは ABAQUS では、Drucker-Prager による加工硬化を扱えないための処置である。ただし、von-Mises では、静水圧応力成分による降伏応力 (σ_m) の増大を考慮できないため、本解析では、以下の方法により σ_m の効果を導入した。

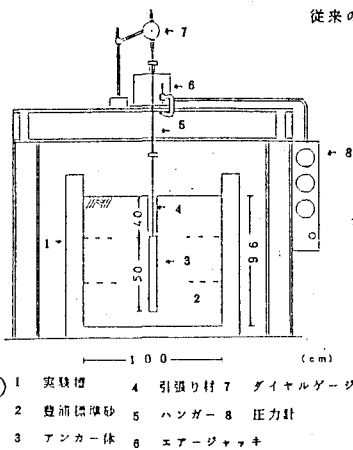


図-2 実験装置

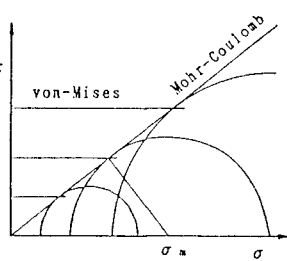


図-3

- ① 豊浦標準砂の三軸圧縮試験結果より

$$C=0 \text{ kg/cm}^2 \quad \phi=38^\circ \quad \gamma=1.6 \text{ t/m}^3 \quad (e=0.71)$$

- ② 応力の第一不変量 (J_1)、偏差応力の第二不変量 (J_2D) の決定

$$\alpha = 2 \sin \phi / (\sqrt{3}(3 - \sin \phi)) = 0.298$$

$$k = 6 C \cos \phi / (\sqrt{3}(3 - \sin \phi)) = 0$$

$$J_1 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 3\gamma h$$

$$\sqrt{J_2 D} = \alpha J_1 + k = 0.298 \cdot 3 \gamma h \quad (\text{Drucker-Pragerの降伏条件より})$$

- ③ von-Misesの降伏条件とMohr-Coulombのマッチング (図-3)

$$\sigma_0 = \sqrt{1/2 \sqrt{6 J_2 D}} = \sqrt{1/2 \sqrt{6 \cdot 0.298 \cdot 3 \gamma h}}$$

- ④ 降伏後の塑性曲線

ABAQUSの加工硬化曲線は次式を仮定している。

$$\varepsilon^P = D(\sigma/\sigma_0 - 1)^P \quad \sigma \geq \sigma_0$$

ここで、 ε^P は相当塑性歪 σ は相当応力

σ_0 は静的降伏応力 D, P は材料パラメータ

三軸圧縮試験結果(図-4)に上式をあてはめることにより材料パラメータ D, P を以下のように設定した。

$$D = 0.0055, \quad P = 1.81$$

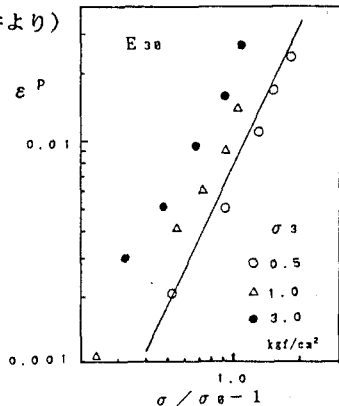


図-4 三軸圧縮試験

5 実験結果と解析結果

- ① 図-5 図-6は、従来のアンカーについて実験結果と解析結果を比較したものであり、両者は比較的よく対応している。

- ② 図-7は、アンカー体表面の土の最大せん断歪を比較したものである。土の最大せん断歪も二重構造アンカーが従来のアンカーに比べて小さく、模型実験での極限引抜き力(表-1)も増加している。また実際のアンカーを考える場合、ゴムによりアンカー体全長にわたって引張り力を伝えるためアンカーの有効長が増加し、極限引抜き力をさらに増加させる効果を期待できるものとする。

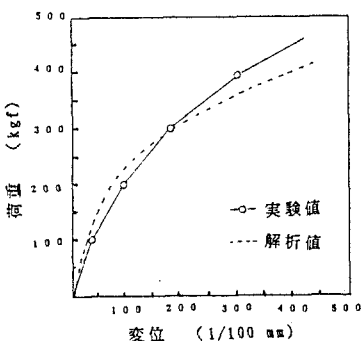


図-5 荷重-変位量曲線

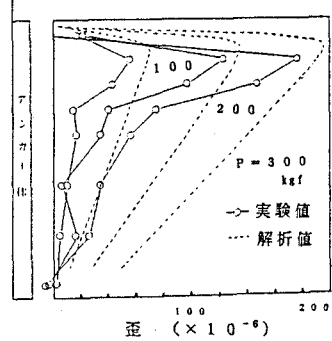


図-6 アンカー体歪分布 (セメントペースト部)

- ③ 図-8は、二重構造アンカーと従来のアンカーのアンカー体表面の歪を示したものである。二重構造アンカーは、従来のアンカーに比べてアンカー体表面の歪が小さくなり、これは引抜き力によるアンカー体のクラックを減少させる上で有効と考える。

表-1 極限引抜き力

	極限引抜き力 (kgf)
従来のアンカー	486.5
二重構造アンカー	643.8

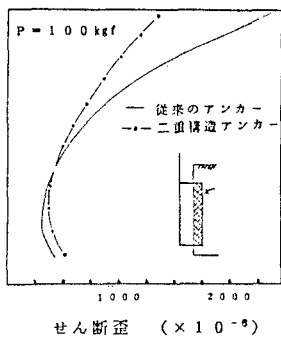


図-7 アンカー体表面の地盤のせん断歪

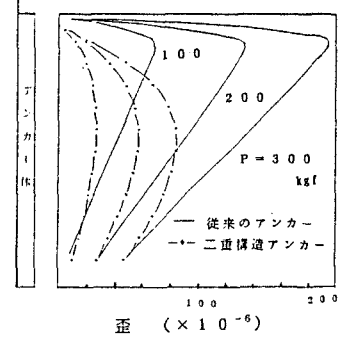


図-8 アンカー体歪分布 (セメントペースト部)

6 まとめ

- 1) アンカー体を二重構造にすることにより、すなわちアンカー体の内部に弾性係数の違う物質を入れると極限引抜き力が増加、アンカー体のクラックの減少、引張り材の防錆効果を期待できる。
- 2) 本論文では、アンカー体の中にゴムを使用した、ゴムと引張り材、ゴムとセメントペーストの付着の問題など今後の研究が必要である。