

(株) 大林組技術研究所 正員 ○松 田 隆
(株) 大林組技術研究所 正員 後 藤 洋 三

序 円筒形地下タンクの側壁構築の一工法としての順巻工法は、逆巻工法（現在はこの工法による施工例が多い）に対し施工上有利な面がある。しかし順巻工法では本体側壁築造前の土留止水壁としての連続地中壁が根入れの深い薄肉円筒構造となり、その耐力算定は施工上重要な問題となる。本報は常時土圧としての均一周圧に加え、地震時等に作用する偏土圧を円筒構造物に作用させた場合の弾塑性有限変位解析を汎用非線形 F E M プログラム ADINA により行い、終局荷重、補剛効果等の算定を試みたものである。

二次元解析 円筒構造物の要素としての円環の解析を行う。図 3 に周辺地盤を考慮しない円環の荷重変位関係を示す。非線形解析では周圧と偏土圧の相互作用により双曲線的挙動が確かめられ、終局荷重は周圧 16 t/m^2 で偏土圧値 0.8 t/m^2 となる。次に円環外周に有限な地盤モデルを接合し、地盤外周に周圧を、水平方向に一樣な慣性力を加えた場合の解析結果を図 4～6 に示す。また円環の塑性開始荷重及び終局荷重を表 1 にまとめる。地盤の円環に対する拘束効果により円環の耐力は上昇し、その上昇率は同周圧レベルにおいて降伏荷重で約 2.3 倍、終局荷重で約 5.4 倍になる。

三次元解析 円筒構造を図 7 に示すシェル要素でモデル化し、半径方向均一・深さ方向線形分布を示す周圧と、深さ方向均一な偏土圧を作用させる。底部円筒壁は線形バネで支持するものである。ここで補剛リング（高さ $3 \text{ m} \times$ 幅 2.5 m ）を T-Tr, M-Mr 位置と補剛リングを考慮しない場合の 3 種の解析結果を表 2 に示す。壁体の塑性開始荷重はいずれの場合も 12 t/m^2 となり補剛効果は見られないが、終局荷重は中間部 M-Mr に補剛した場合にその効果が見られる。図 9 に r-r 断面の荷重変位関係を示すが、補剛リングがない場合、 $Q=17 \text{ t/m}^2$ 付近から急激に変形が進行していく。図 8 は終局時の壁体の変形を示したもので、補剛リングの影響により全周的に小さな変形状態となり最大変位 (Mr) は補剛リングを入れない場合の 151 cm に対し 46 cm と約 $1/3$ の値になる。図 10 はシェル要素に 3 次元地盤モデルを接合した場合の変形状態を示すものである。荷重は鉛直方向に地盤の自重を、水平方向には一樣な慣性力を与えた。この場合も地盤の拘束効果により耐力は上昇し、中間部に補剛リングを接合した場合で、終局荷重は 33.4 t/m^2 となり最大変位は 13 cm となる。

最後に本研究は当社 L N G 地下タンクプロジェクトチーム担当開発テーマの一つとして行なわれたものであることを記す。

表 1 偏土圧（二次元） 単位 t/m^2

状態	塑性開始	終局時
周圧 P	4.0	2.0
地盤なし	0.35	0.48
地盤あり	7.36	23.3

表 2 偏土圧（三次元）

補剛リング	塑性開始	終局時
なし	12.0	20.7
M-Mr	12.0	23.4
T-Tr	12.0	21.1

図 1 . 円環要素モデル

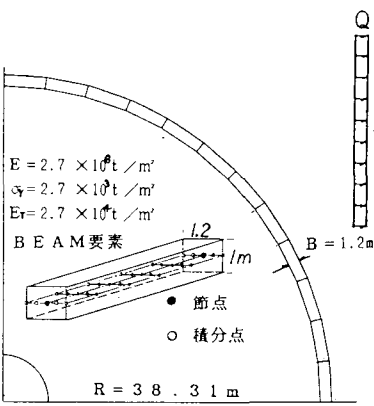


図 2 . 荷重モデル

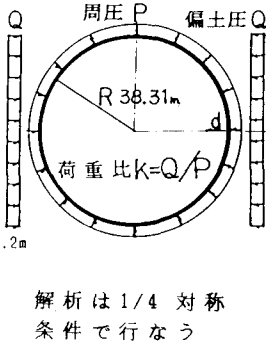


図 3 . 荷重～変位関係

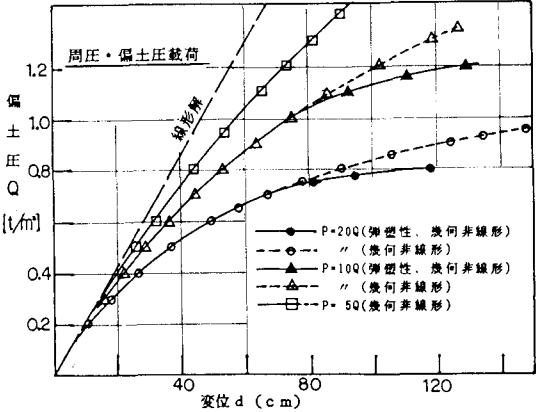


図4．二次元地盤モデル及び変形状態

(2/D Solid要素)

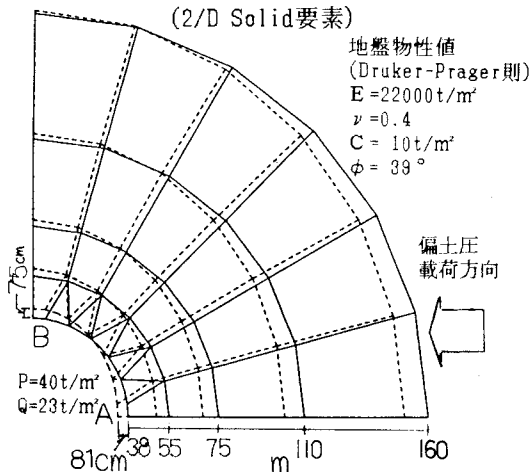


図7．円筒壁及び荷重モデル

(3/D Shell要素)

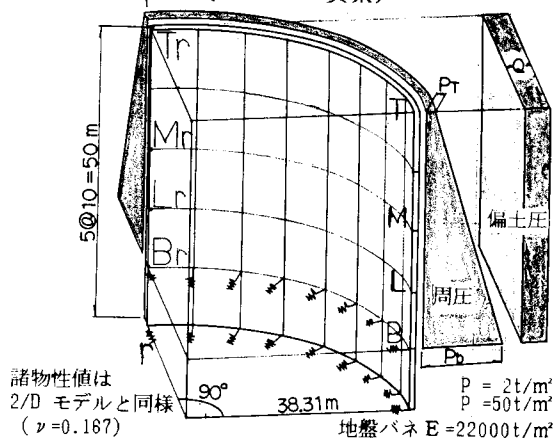


図5．円環塑性域進展状況

Von Mises 則

$P = 40 \text{ t/m}^2$

① $Q = 15.0 \text{ t/m}^2$

② $Q = 21.7 \text{ t/m}^2$

③ $Q = 23.3 \text{ t/m}^2$

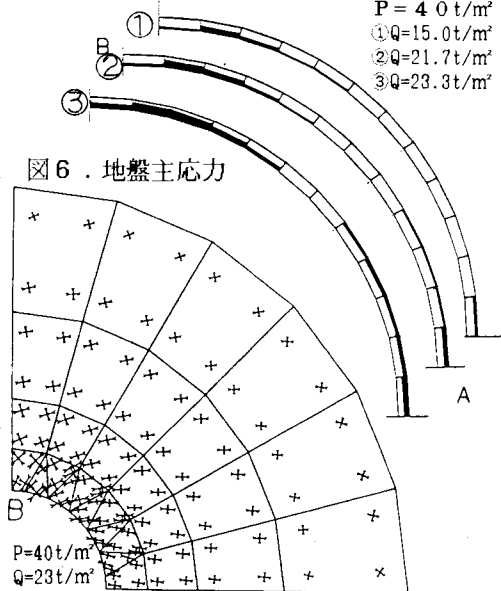


図8．円筒壁変形状態

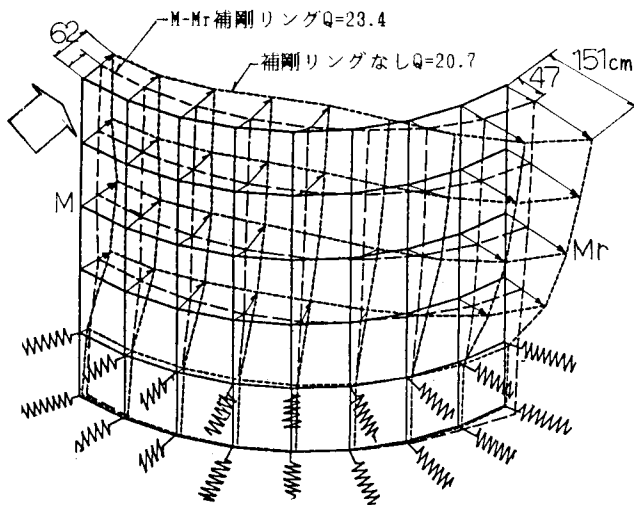


図9．円筒壁荷重～変位関係

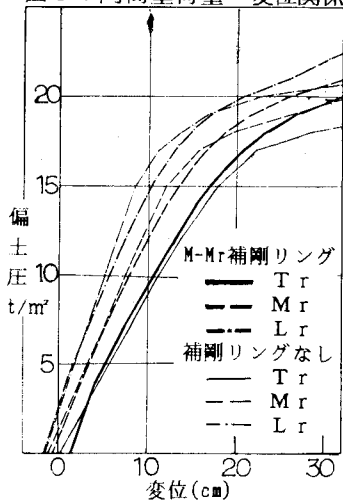


図10．三次元地盤モデル及び変形状態

(3/D Solid要素)

