I-86　弾性体基礎上のタンクの挙動について

新日鉄　正員　○小松　章
名　大　正員　　梶田建夫
名　大　正員　　川本朓万

1、はじめに

石油タンク事故や石油備蓄問題などにより、大型石油タンクの設計、解析について種々の検討がなされてきている。これらより、タンク底板と側板の接合部にあるアニュラープレートの溶接部分に非常に大きな応力集中が生じ、この部分の曲げ引張強度に着目して安全性を考慮すべきことが明らかにされている。このようなタンク底隅角部の応力解析が二、三行なわれているが、地盤は一般にバネでモデル化される場合が多い。しかし、隅角部の応力状態は、不等沈下を含む地盤の影響が非常に大きいと考えられる。ここでは、タンクと地盤の相互作用を含む解析を行なう場合の考え方を示すとともに、地盤のモデル化について言及する。

2、弾性体基礎

前年の学術講演会においても発表したが、地盤を単純なバネでモデル化した場合と、軸対称弾性体とした場合を比較すると、底板の変形状態や隅角部の応力はそれぞれかなり異なった状態になっている。バネでモデル化する場合は、そのバネ定数により変形状態が変化するので、実際の問題の適用において、定数としてどのような値を用いるかが問題となると思われる。一方、軸対称体のような三次元的モデル化を行なうならば、このような問題は生じない。したがって、ここでは、基礎を半無限弾性体としての解析を行なう場合の手法について簡単にのべる。

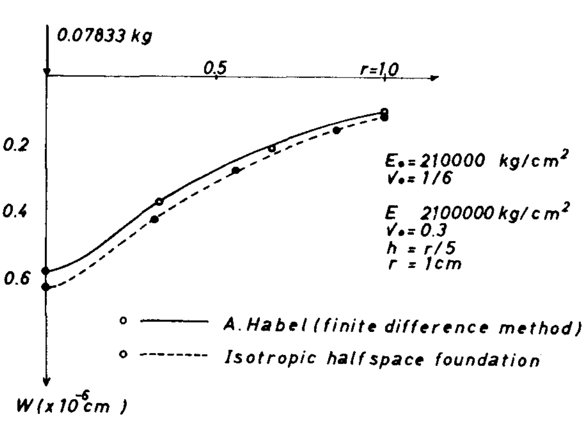
半無限弾性体の変形状態を表わすBoussinesqの式を用いた有限要素解析は、弾性体上の板、矩形タンクなどに適用されているが、ここではこれを円筒タンクの解析に適用する。Boussinesqの式より、面積Aの部分に力$P(\xi,\eta)$を受けた時の弾性体の沈下は、

$$W(x,y)=\frac{1-\nu_0^2}{\pi E_0}\iint_A P(\xi,\eta)\{(x-\xi)^2+(y-\eta)^2\}^{-\frac{1}{2}}\,d\xi\,d\eta$$

である。ここで、E_0、ν_0は弾性体の弾性係数、ポアソン比であり、x, yは全体座標、ξ, ηは局所座標である。Nこの要素におけるそれぞれの力によるi番目の要素内における変位は次のようである。

$$W(x,y)_i=\frac{1-\nu_0^2}{\pi E_0}\sum_{k=1}^{N}\iint_{A_k} P(\xi,\eta)_k\{(x-\xi)^2+(y-\eta)^2\}^{-\frac{1}{2}}\,d\xi\,d\eta$$

上式において、$P(\xi,\eta)$を仮定し、弾性体のなす仕事を計算することにより、各変位に対応する接触反力の関係を示す行列を求めることができる。タンクは、底板が円板の要素、側板が円筒シェル要素でモデル化されそれぞれの剛性行列より作られた全体の剛性行列と、この接触反力に関する行列を加えることにより、地盤上のタンクの解析が行なわれる。図は弾性体基礎上の円板に集中荷重が作用した場合の変形状態を、差分法による結果と比較したものである。



3、あとがき

地盤上のタンクの解析において、地盤を半無限弾性体基礎とする場合の手法について示した。タンクのモデルの解析結果については当日示す予定である。