

円筒型石油タンクの不等沈下による特性について

名城大学 正の清水 泰弘
名古屋大学 正 川 本 雅 万

1. まえがき

タンク構造物などの不等沈下の発生原因には、多くの要因が含まれているが、その内の一つに、設計、施工段階において、上部構造物と基礎地盤の一体構造としての考え方を取り入れていなかったことが考えられる。先頃起きた、水島のタンク破壊および石油流出事故以来、タンク上部構造と基礎地盤との一体構造としての取り扱いが重要視されてきている。この点にかんがみ、この両者一体構造としての取り扱いを基として、不等沈下とタンク構造物の挙動との関連について研究を進めている。今回は、この研究の基礎的段階として行なっている模型実験の結果とその考察について報告する。

2. 実験方法

模型タンクは、アクリル樹脂板(単位体積重量 $\gamma = 1.19 \text{ kg/m}^3$, 弾性係数 $E = 30000 \text{ kg/cm}^2$, ポアソン比 $\nu = 0.35$)で製作した。その形状は、内径 800 mm , 高さ 400 mm , タンク側板厚さ 3.0 mm , 底板厚さ 1.5 mm , であり、いずれも板厚は一定とした。砂地盤は、図-1に示すような形状の砂槽に、天竜川河口の川砂を 10 cm の厚さに敷きつめ、水締を行なって製形した。不等沈下の発生方法は、まず、砂槽底板を図-1に示すA~Fの小片に切り抜き、脱着可能なようにしておき、このケースに該当する小片を砂地盤整形後、取りはかすことによって発生させた。しかし、このままでは、砂地盤がくずれ、該当する沈下面積が拡がるおそれがあるので、砂地盤内に、間仕切りを設置した。なお、人工的に不等沈下を生じさせる部分がタンク底板の支持力を部分的になくするか、ゆるませた領域と考え、これを「ゆるみ領域」とよぶことにする。タンク内に載荷する荷重として水を使用した。載荷方法としては、まず、タンク底板圧力を 2 g/cm^2 (水深 2 cm)を加えた。これは、タンク底板を砂地盤によくなじませる目的を行なった。そして、この荷重段階を変位および、必ず計測の基準とした。つづいて、 $5, 10, 20, 30, 40 \text{ g/cm}^2$ 水深にして、 $5, 10, 20, 30, 40 \text{ cm}$ と段階的に荷重を増加していった。変位計測は、タンク底板の垂直変位と、タンク側板の水平変位をダイヤルカーズを用いて行なった。計測点数は、底板部で11ヶ所、側板部で9ヶ所である。必ず計測は、タンク側板の応力分布を重点的に調べるため、多くの必ず計測を側板外部部に採着した。使用

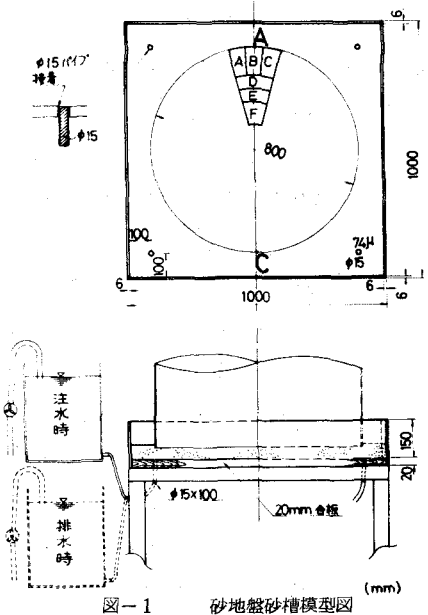


図-1 砂地盤砂槽模型図 (mm)

	0/76	1/76				2/76	3/76	4/76	5/76	6/76	
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TYPE	F										

表-1 ケース分類表

したから計測
は、すべて三
軸ロケットケ
ージであり、
側板外面に
50枚、底板

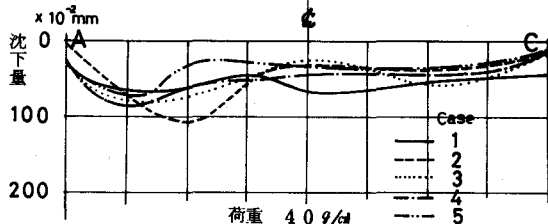


図-2 A-C断面底板沈下量

内面に1枚接着した。なお、変位量およびひずみ量は、荷重段階ごとに計測した。

3. 実験結果および考察

表-1に示すケースの中から、ゆるみ領域の面積が同じであるケース No. 2, 3, 4, 5, の実験結果を比較して、ゆるみ領域の位置とタンク構造の関係を調べてみると以下のようなものである。荷重 40 g/cm^2 のときの、ゆるみ領域の中心を通る直径 A-C の断面の沈下量をみると、図-2 のようである。沈下は、ほとんど 1 mm 以下であり、ゆるみ領域のない側では、どのケースもよく似た沈下傾向が現われている。そして、最大沈下量の位置は、ゆるみ領域の圆心より、やや側板に近い側に現われている。ゆるみ領域位置と最大沈下量の関係を見ると図-3 のようである。タンク側板に近づくほど、最大沈下量が減少するのが見える。この現象は、タンク底板変形の一部が側板によって補剛されることによって生ずると考えられる。次に、側板の水平方向変位について見ると図-4 のようである。ゆるみ領域のないケース No. 1 の場合は、タンク上部が抜がった変形をしているが、他のケースは、タンク内側に傾いている。そして、ゆるみ領域が側板直下に有るケース No. 5 の場合が一番大きく変形している。これは図-2 に示したタンク底板変形の側板直下に近い部分の変形と相互に関係していることが明らかである。タンク側板

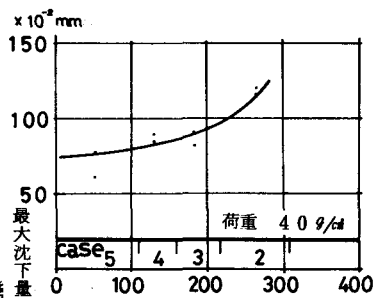


図-3 ゆるみ領域位置と最大沈下量の関係

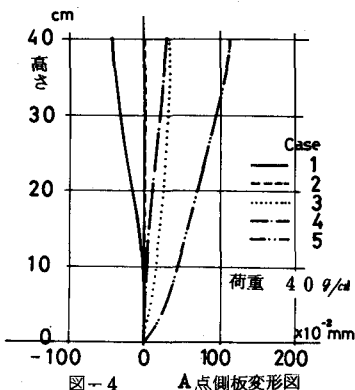


図-4 A点側板変形図

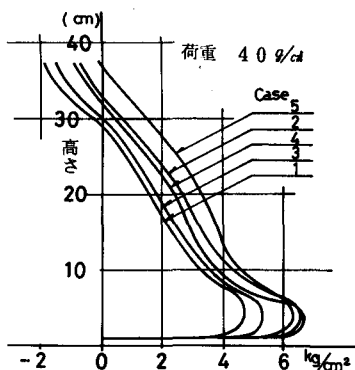


図-5 側板円周方向応力分布

外周のひずみ計測値より算出した応力を高さ方向にまとめた一例として、A点での円周方向応力分布をみると図-5 のようである。側板上部に一部圧縮応力を生じるが、ほとんど引張応力が現われている。この引張応力は、下部にゆくに従ってほぼ直線的に増加している。図-6 にタンク側板の主応力図を示す。以後、詳細については、発表会当日報告する。

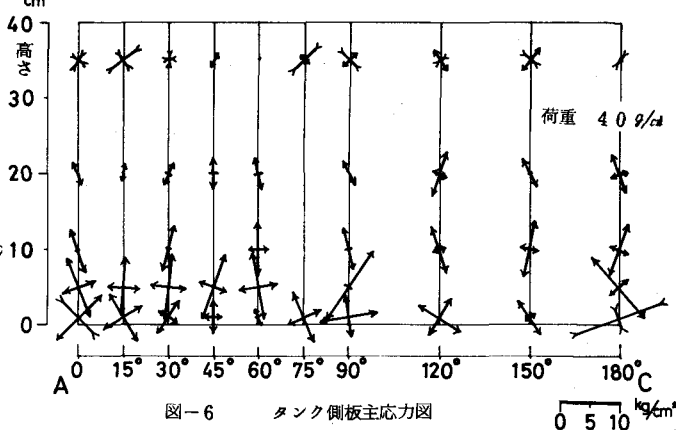


図-6 タンク側板主応力図