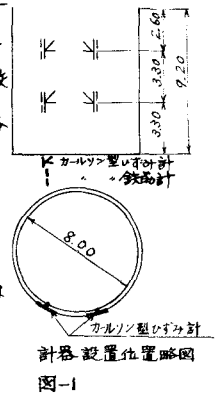


IV-58 PCタンクの応力測定について

京都大学工学部 正員 工博 岡田 清
 運輸省神戸調査設計事務所 正員 長尾義三
 京都大学工学部 正員 工修 西林新藏

1 まえがき 運輸省神戸港工事業務所においては現在建設中の摩耶埠頭の仮護岸として、プレストレスト・コンクリート製タンク(以下PCタンクと略称する)を用いたが、このような試みはわが国においては初めてのことで外口でも例がなく、中埋め土砂による土圧、背後土圧などによってPCタンクに生ずる応力に関してはまだ実際に確かめられていないようである。そこでPの導入時および土圧作用時のコンクリート応力を測定し、設計の妥当性を確かめるとともに、今後この種構造物の設計に対する資料を得ることを目的とした。応力測定は仮護岸PCタンク2函のうち1函のみについて実施した。ここでは主としてPの導入時の応力測定についてのべる。PCタンクの大きさは高さ9.2m、内径8.0m、壁厚15cmでPの導入は最上層のコンクリート打設後2週目に行い、鋼線緊張はフレシネー方法(12φ5mm使用)により、鋼線は各段にそれぞれ6φずつずらしして設置した。応力測定にはカールソン型ひずみ計を使用し、設置箇所はPCタンクの上部下部にそれぞれ2ヶ所ずつ4ヶ所(12本)、またタンクの縦方向にはカールソン型鉸筋計を2ヶ所に挿入した。測定は各段のケーブル緊張直後に行った。計器設置位置を図-1に示す。



2. プレストレス導入時における理論応力計算法 タンクの外周に沿ってPC鋼線を配置し、それにPを導入する場合、タンクに生ずる応力を計算するにははつぎのような方法を用いるとよい。タンクの壁のたわみwはポアソン比の影響を無視するとつぎの式で求められる。(図-2 参照)

$$\frac{d^2}{dy^2} \left(F \frac{dw}{dy^2} \right) + E \frac{t}{r^2} w = P \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで $F = \frac{Et^3}{12}$ 、また壁厚が一定であれば

$$\frac{d^4 w}{dy^4} + \frac{12}{r^2 L^2} w = \frac{12}{EL^2} P \quad \dots \dots \dots (2)$$

となる。この式は弾性支承上のはり(EI=const)の變形を求めた場合と同一の形となる。従つてタンクの応力を求めるには弾性支承のばね定数 $k = \frac{EL}{L^3}$ なる弾性支承上のはりPなる分布荷重をうけた場合、またはPC鋼線の間隔が大きいときには集中荷重Wが作用した場合として計算される。任意の位置に集中荷重Wが作用したとき、ある点の曲げモーメントは $M = \frac{WL}{4} C^{-1} (\cos \xi - \sin \xi)$ 、分布荷重Pが作用したとき $M = SL \sin \xi = \frac{PL^2}{4} \sin \xi$ となる。ここで $L = \sqrt[4]{\frac{4EI}{P}}$ 、 $\xi = \frac{y}{L}$ 、yははりの中でここでは $y=1$ とする。

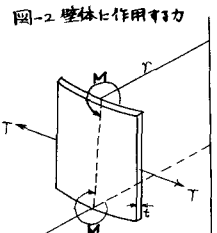
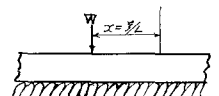


図-3



3 測定結果とその考察

前述した理論式を用いて理論値を計算し、実験値と比較した(図4方向)。タンク上部では鋼線が比較的粗であるので弾性支承上のはりLに集中荷重が作用したとし(図-3)、タンク下部では上部よりも大きい中詰土圧が作用するので

鋼線間隔が広く分布荷重が作用すると想定して、これら2つの荷重状態を重ね合わせる方法で理論値を出した。タンク上下部測定による理論値および測定値を表に示す。理論値と実測値を比較してみると、全般的に理論値の方がやや大きく出ているが、おおよそ一致している。これは鋼線の緊張力がいずれも27tとして計算したが、作業中の種々の条件によって全ての鋼線が均等に緊張されておらず、また鋼線の間隔の影響(約15%応力

表 PCタンク理論いすみおよび測定値

鋼線No 鋼線番号	タンク上部				タンク下部					
	モ-メント kg-cm	理論応力 kg/cm ²	理論ひずみ mm/mm	測定値 kg/cm ²	モ-メント kg-cm	理論応力 kg/cm ²	理論ひずみ mm/mm	測定値 kg/cm ²		
1	0	0	0	161	384	-0.29	-1.72	8.6	9.0	
2	0.003	0.01	0.03	108	4.8	0.17	0.31	1.02	8.9	9.9
3	0.02	0.04	0.13	60	5.7	3.57	6.46	21.32	16.7	10.7
4	0.003	0.01	0.03	131	0.4	-0.50	-0.91	-3.00	-8.7	-13.3
5	-0.17	-0.31	-1.02	14.6	74	-13.92	-25.20	-83.16	-46.8	-66.1
6	-0.16	-0.29	-0.96	10.0	91	-11.25	-20.36	-67.19	-52.0	-53.7
7	4.74	8.58	28.31	9.3	102	-9.78	-17.70	-58.41	-46.2	-48.5
8	-27.06	-48.98	-161.63	-40.6	-119	-10.20	-18.46	-60.92	-44.0	-57.4
9	-27.22	-49.27	-162.59	-39.4	-109	-10.20	-18.46	-60.92	-42.7	-54.6
10	-20.70	-37.47	-123.65	-32.0	-159	-10.20	-18.46	-60.92	-41.3	-48.0
11	-12.90	-23.39	-77.19	-56.7	-381	-12.22	-22.12	-73.00	-40.4	-47.0
12	-12.81	-23.19	-76.53	-49.4	-333	-11.98	-21.68	-71.54	-39.6	-52.2
13	-13.01	-23.65	-77.72	-48.7	-329	-12.78	-23.13	-76.33	-58.2	-70.0
14	-13.13	-23.77	-78.44	-51.8	-39.0	-23.32	-42.21	-119.29	-103.0	-117.9
15	-13.12	-23.75	-78.38	-54.2	-388	-21.72	-39.31	-124.72	-102.8	-123.8
16	-13.11	-23.73	-78.31	-54.2	-386	-22.07	-41.76	-127.81	-102.4	-130.0
17	-13.11	-23.73	-78.31	-54.0	-386	-25.90	-46.88	-154.70	-124.0	-130.0

(-)は圧縮いすみ。

減少)も加味されているためと考えられる。タンク上部では鋼線が全壁に亘って緊張されるといすみの変化がほとんど現われず、最終的には理論的に24kg/cm²、実測では16kg/cm²の応力が導入されていることになる。設計ではタンク上端で10kg/cm²、下端で70kg/cm²の応力が導入されることになっており、測定では換算すると約27kg/cm²の応力となるので設計より幾らか小さいようである。タンク下部では理論値、実測値とも40kg/cm²の応力が導入されている。設計によると約50kg/cm²の応力を導入することになっているので、タンク下部においてもやや小さい値となっている。つぎに応力導入状況を検討してみると、タンク上部ではNo.8鋼線、タンク下部ではNo.5、No.14鋼線緊張のとりいすみが急激に増大した後一様となっている。これらの鋼線はそれぞれ測定に非常に近接していることを考慮すると、タンク各断面はその断面に近接した鋼線によって大部分の応力が導入され、離れた位置にある鋼線はほとんど応力導入の効果がないように考えられる。各断面の応力を導入するに必要な鋼線間隔にはある限界があって、本測定からは明確な結論は見出し得なかったが、図で表わすと鋼線間隔が広く2.5mのとき、すなわちある断面より上下約1.5m以内の鋼線によって大部分の応力が導入されていると考えてよからう。縦方向、斜方向に設置した計器は主として中詰土圧、背後土圧についていすみを測定を目的としたので、ここにはその考察を省略する。

4. いすみ タンクの応力導入時における理論的考察の結果をまとめると、

(1) 理論的にタンク壁に生ずる応力あるいはいすみを計算するには、タンク壁を単位中の弾性変位上のはりと考えて解いて充分である。

(2) 理論的に応力を計算するには荷重のとり方が問題となる。鋼線が粗に配置されておれば集中荷重、密に配置されておれば分布荷重とすべきであると考えられる。

(3) いすみ測定結果より判断すると、PCタンク上端から2.6mの応力は、上端から5.9mの位置における応力の約1/2で、タンク全体には応力が三角形に分布しており、設計条件とみられているようである。

最後にいすみ実測の際、運輸省神戸港工事事務所の御協力を得たことに對し深甚の謝意を表す次第である。