

神戸大学工学部 正員 藤井 学
○荒木 毅

§1. まえがき

上水道の配水池は、従来のRC構造に代り、最近ではPC円型水槽が主流となり、規模も次第に大型化しつつある。本報告は、神戸市水道局により建造された有効容量1万 m^3 ～1万5千 m^3 のPC円型水槽4基について、カールソンひずみ計によるひずみ測定を実施し、その結果提起された、つぎのような問題点について考察したものである。

- (1) 壁体下端の拘束条件
- (2) 縦締め鋼棒の偏心による壁体応力への影響
- (3) 日射による壁体の温度応力

なお、実測の対象となった水槽の諸元を表-1に示す。

表-1 実測水槽の諸元

記号	名 称	有効容量 (m^3)	有効水深 (m)	壁 高 (m)	内 径 (m)	壁 厚 (cm)	埋設高 (m)	P C 工 法		設計における 壁体拘束条件	竣工年度
								円周方向	鉛直方向		
(A)	西水高層配水池	15,000	18.70	19.70	32.30	30~45	1.0	フレード	—	自由	昭和41年
(B)	板宿低層配水池	10,000	14.15	14.905	30.00	20~36.5	2.0	フレシネ	鋼棒	ヒンジ	昭和43年
(C)	奥平野低層配水池	10,000	10.00	11.27	36.00	25~40	1.5	安部	鋼棒	固定	昭和45年
(D)	東灘低層配水池	13,700	17.10	19.40	32.00	25~35	3.9	フレード	鋼棒	自由	昭和48年

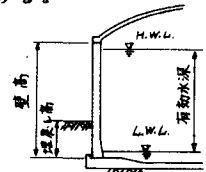


図-1

§2. 壁体下端の拘束条件について

水圧による壁体下端付近の応力状態は、図-2に示すように、壁体下端の拘束条件によって大きく異なるため、設計の際に拘束条件をいかに設定するか、あるいは設定した拘束条件が実際に得られているかどうかは、極めて重要な問題である。そこで、任意の拘束条件を定量的に表わすため、壁体下端での水平変位および回転に対する拘束率 f_H および f_M を定義する。すなわち、 f_H 、 f_M はそれぞれ、壁体下端における水平変位に対する拘束力がヒンジ端の場合の f_H 倍、回転に対する拘束力が固定端の場合の f_M 倍であることを表わす。実測結果から $f_{H,M}$ を求めるには、壁体下端の円周方向ひずみから f_H 、鉛直方向ひずみから f_M を決定するのが合理的である。このようにして求めた、各水槽のアレストレス導入

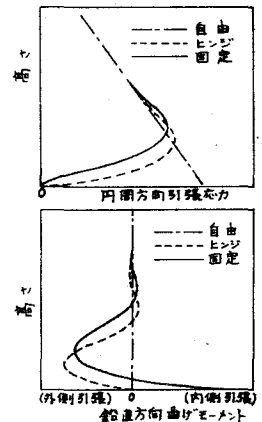


図-2 水圧による壁体応力

表-2 実測拘束率と設計拘束率

時および注水時に、実測拘束率と、設計で考慮されている拘束率の比較を表-2に示す。また各水槽の壁体下部の構造を図-3に示す。同図(A)の場合、設計ではラバーパットのせん断変形に伴う拘束力が考慮されているが、実

記号	実 測 拘 束 率				設 計 拘 束 率	
	アレストレス導入時		注 水 時		f_H	f_M
	f_H	f_M	f_H	f_M		
(A)	0.66	0	0.71	0	0.15	0
(B)	0.74	0	1.00	0.85	1.00	0
(C)	0.66	0.22	0.69	0.22	1.00	1.00
(D)	0.28	0	0.69	0	0.3, 0.7	0

測結果から表-2の値が得られ、この結果に基づき、(D)の設計においては $\epsilon_{HM}=0.3$ および0.7の両状態について計算された。(B)の場合、円周方向プレストレス導入時は、ほぼヒンジとして挙動しているが、

注水時は完全に固定に近い。この場合、縦締め鋼棒のシース孔へのグラウトは、円周方向プレストレス

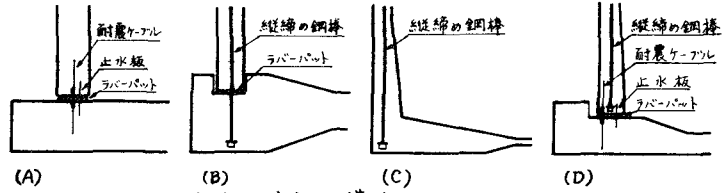


図-3 壁体下端部の構造

導入後に行なわれており、両者の相違は、グラウトの有無によるものと考えられる。また固定端として設計された(C)の場合は、むしろヒンジに近い挙動を示している。これは、底版の剛性が固定端としては十分でなかったためと考えられる。以上のように、完全な固定端や自由端は実際には得がたく、設計において、壁体下端部の構造や底版の剛性に応じて適当な拘束率 ϵ_{HM} を考慮するのが望ましい。

§3. 縦締め鋼棒の偏心による壁体応力への影響

水槽(C)および(D)では、縦締め鋼棒を図-4(a)に示すように、壁厚中心より内側に偏心させて配置している。この場合の偏心モーメントについて、現行の設計では、同図(c)の破線のように、単に各位置の偏心量に応じたモーメントが生じるものとしているが、実測結果から、このようなモーメントは生じていないことがわかった。すなわち円筒シェルにおいては、端部から離れるに従い、モーメントは減衰する。そこで、図-4(a)と等価な荷重状態として、同図(b)を適用し、円筒シェルとしての偏心モーメント分布を求め、同図(c)の実線で示す。

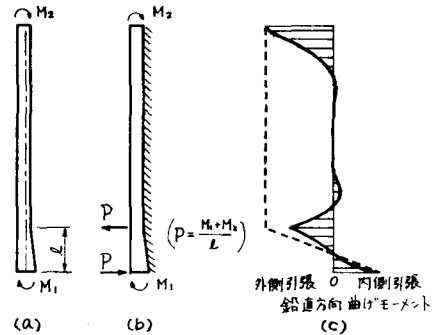


図-4

§4. 日射による壁体の温度応力について

円筒シェルの内外面に一様な温度差が生じると、端部では温度ひずみが生じ、中央部では温度応力が生じる。この温度応力、温度ひずみの理論式の妥当性を、実測結果と比較して検討する。図-5は、注水前の水槽(D)において、壁体の温度変化を一昼夜にわたり測定した結果を示す。図-6は、内外面の温度差による温度ひずみの実測値および理論値を示す。理論値を求める際の温度差は実測値各点の平均を用い、 $\epsilon_H=0.3$ 、 $\epsilon_{HM}=0$ とした。図-6より、鉛直方向については理論値と実測値はよく一致しているが、円周方向については一致しない。これは、内外面の温度差が鉛直方向にはほぼ一様であるが、円周方向には一様でないことによるものと考えられる。〈参考文献〉 1) 西条水高層配水池応力測定報告書、2) 板宿低層配水池応力測定報告書、3) 奥平野低層配水池応力測定報告書、(いずれも 戦国法人 建設工学研究所)

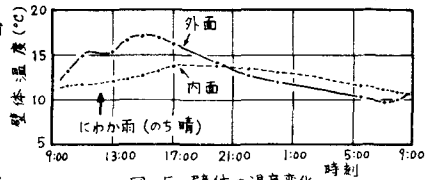


図-5 壁体の温度変化

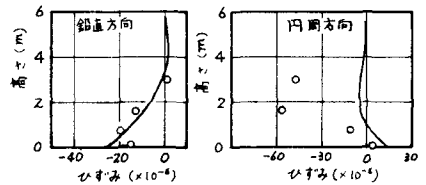


図-6 内外面の温度差によるひずみ