

北九州市水道局調査室長 正員 ○ 内田 亨郎
北九州市水道局調査課 正員 會田 義彦

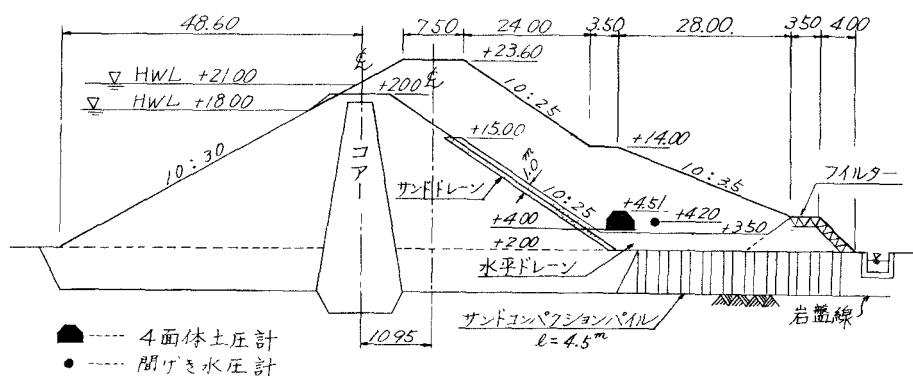
1. まえがき

北九州市若松区の西部に、水源と遠賀川とし伊佐産取水場(中州市)が湧水して貯水するために建設された屯田第一並びに第二貯水池がある。ダムの型式は 双方ともアースダムで 第一貯水池は昭和 27 年に完成し、有効貯水量は 310 万 m^3 、第二貯水池は昭和 34 年に完成し、有効貯水量は 315 万 m^3 と有し、北九州市の上水道並びに第一次工業用水道の貯水池として、その重要度は大きい。

このため、北九州第二工業用水道事業(昭和 35 年から昭和 43 年まで)の一環として 貯水量 290 万 m^3 を増加するために、屯田第一並びに第二貯水池のかさ上げ工事を完了した。

当地区は日本炭鉱 K K の鉱区であり 石炭採掘による地表面の沈下も予想され、ダムにあよほす影響を調査し、ソムの保安管理のためと ダムかさ上げ工事の施工管理のために、電気抵抗線式(カールソン型)土圧計並びに向けき水圧計と、ダム断面内に埋設し、以下に述べる方法で解析し管理を行った。

図-1 屯田貯水池アースダム断面図



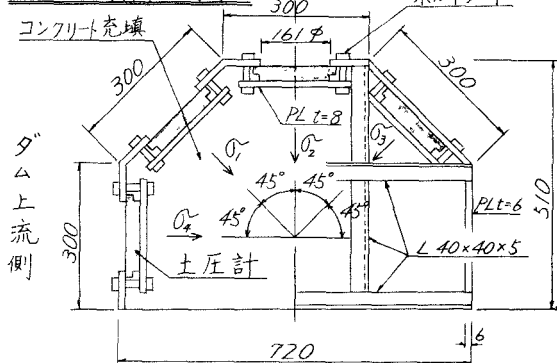
2. 土圧計と向けき水圧計の配置

土圧の主応力の解析に要する応力成分の測定方式には種々あるが、ここでは2重直角型土圧計配置(4面体)とした。また有効土圧応力を解析する必要から土圧計の近傍に向けき水圧計を配置した。(図-1, 2)

3. 解析

2重直角型土圧計配置による成分は図-3のようになる。 $\sigma_1 \sim \sigma_3$ は土圧応力 σ_{max} σ_{min} は主応力 τ_{max} τ_{min} は最大主応力

図-2 土圧計組立側面図



小せん断応力, θ を主応力の傾き (I 軸を基本として時計回りを+) とすると, 図-3 にあける3軸 (I, II, III) の応力は次の式で示される。

I 軸 $\tilde{\sigma}_2 = \tilde{\sigma}_{\max} \cos^2 \theta + \tilde{\sigma}_{\min} \sin^2 \theta$

II 軸 $\tilde{\sigma}_1 = \tilde{\sigma}_{\max} \cos^2 (\theta + 45^\circ) + \tilde{\sigma}_{\min} \sin^2 (\theta + 45^\circ)$

III 軸 $\tilde{\sigma}_4 = \tilde{\sigma}_1 + \tilde{\sigma}_3 - \tilde{\sigma}_2$

$= \tilde{\sigma}_{\max} \cos^2 (\theta + 90^\circ) + \tilde{\sigma}_{\min} \sin^2 (\theta + 90^\circ)$

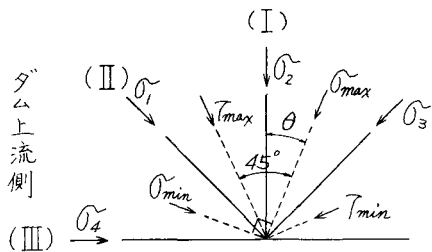


図-3

この3式を連立で解くと,

$$\tilde{\sigma}_{\max} = \frac{1}{2} (\tilde{\sigma}_1 + \tilde{\sigma}_3) + \frac{1}{2} \sqrt{(\tilde{\sigma}_3 - \tilde{\sigma}_1)^2 + (\tilde{\sigma}_2 - \tilde{\sigma}_4)^2}, \quad T_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\tilde{\sigma}_3 - \tilde{\sigma}_1)^2 + (\tilde{\sigma}_2 - \tilde{\sigma}_4)^2}$$

$$\tilde{\sigma}_{\min} = \frac{1}{2} (\tilde{\sigma}_1 + \tilde{\sigma}_3) - \frac{1}{2} \sqrt{(\tilde{\sigma}_3 - \tilde{\sigma}_1)^2 + (\tilde{\sigma}_2 - \tilde{\sigma}_4)^2}, \quad \theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{\tilde{\sigma}_2 - \tilde{\sigma}_4}{\tilde{\sigma}_3 - \tilde{\sigma}_1}$$

となり, モールの応力円を描くことができる。

4 管理と実測

土圧 $\tilde{\sigma}_1 \sim \tilde{\sigma}_4$, 間げき水圧 p を測定し, 先に述べた $\tilde{\sigma}_{\max}$, $\tilde{\sigma}_{\min}$, $T_{\max}$, θ を計算により求め, モールの応力円を描き, 次の二つの条件を満足するものとする。

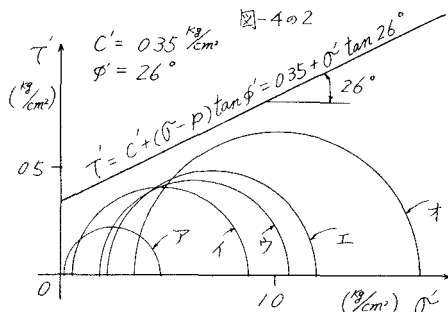
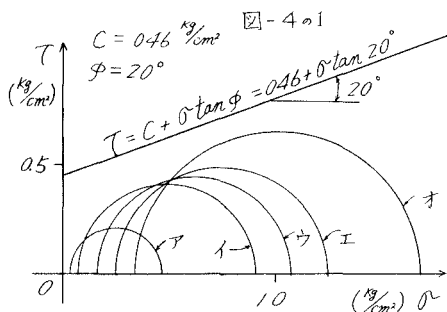
条件1. 築堤土の C , ϕ より描かれた包絡線より下にモールの応力円があること。(図-4の1)

条件2. 築堤土の C' , ϕ' より描かれた包絡線より下にモールの応力円があること。(図-4の2)

ここに, C , ϕ は見かけの粘着力, 内部マサソ角で, C' , ϕ' は有効応力による粘着力, 内部マサソ角である。表-1, 図-4の1, 図-4の2は実測の一例である。

表-1 ($\tilde{\sigma}$, p , T の単位は kg/cm^2 である。ダッシュを付した応力は有効応力を表わす。)

測年	月	日	$\tilde{\sigma}_1$	$\tilde{\sigma}_2$	$\tilde{\sigma}_3$	$\tilde{\sigma}_4$	p	$\tilde{\sigma}_{\max}$	$\tilde{\sigma}_{\min}$	$T_{\max}$	$\tilde{\sigma}'_{\max}$	$\tilde{\sigma}'_{\min}$	$T'_{\max}$	θ	野水位	築堤高	符号
43	3	18	0.24	0.47	0.30	0.04	0.03	0.48	0.04	0.22	0.45	0.01	0.22	$+4^\circ 0'$	+17.6	+8.0	ア
	5	24	0.53	0.91	0.40	0.09	0.03	0.91	0.07	0.42	0.88	0.04	0.42	$+4^\circ 30'$	+13.8	+15.5	イ
	9	14	0.84	0.96	0.53	0.12	0.00	1.07	0.17	0.45	1.07	0.17	0.45	$+10^\circ 20'$	+18.4	+23.6	ウ
	11	13	1.18	1.01	0.57	0.24	0.04	1.24	0.26	0.49	1.20	0.22	0.49	$+19^\circ 10'$	+17.3	+23.6	エ
	4	4	1.79	1.14	0.68	0.40	0.00	1.68	0.34	0.67	1.68	0.34	0.67	$+28^\circ 10'$	+21.0	+23.6	オ



5. おまけ

本題は予算の関係から2重直角型に土圧計を配置し主応力を求め管理を行っているが、これは二次元の主応力しか求められない。一般的に云って、ダム管理には2重直角型と平面×Y軸に配置(土圧計7台使用)して、三次元的主応力を求めて管理をすることが好ましいと思われる。