

新徳島火力発電所取水口部現場透水試験について

四国電力新徳島火力建設事務所 土建課 井上芳樹

1. ま え が き

新徳島火力発電所では復水器の冷却用水として海水を使用するために埋立護岸の一部を取こわし取水口を造る必要があつた。

取水口の寸法は巾21.40M、長さ22.50M、高さ8.30Mである。

取水口はオープンカット工法で施工することにしたので施工前に仮締切り内部に流入する浸透水量と埋削底部におよぼす浸透圧について検討を行なう必要があつた。

2. 取水口付近の地質状況

発電所の建設に先だつて敷地内の14箇所に調査ボーリングを行つた。取水口部の土質柱状は

G. L	0.000M	～	G. L	-8.500M	砂 質 土
G. L	-8.500M	～	G. L	-18.000M	砂質シルト
G. L	-18.000M	～	G. L	-24.000M	粘 土
G. L	-24.000M	～	G. L	-29.000M	砂 礫
G. L	-29.000M	以下			岩

3. 土質試験にもとづく透水係数

i) 地質からみた透水係数

砂 質 土	透水係数	$k = 10^{-1} \sim 10^{-2} \text{ cm/sec}$
砂質シルト		$k = 10^{-2} \sim 10^{-4} \text{ cm/sec}$
粘 土		$k = 10^{-6} \sim 10^{-8} \text{ cm/sec}$

ii) Hazenの実験式による透水係数

Hazenの実験式

$$k = C D_{10}^2$$

ただし k : 透 水 係 数 cm/sec

C : 定 数 $50 \sim 150/\text{cmsec}$

D_{10} : 土の有効径 cm

砂 質 土

$$D_{10} = 0.0011 \text{ cm} \quad k = 1.8 \times 10^{-4} \text{ cm/sec} \quad C = 150/\text{cmsec}$$

砂質シルト

$$D_{10} = 0.0004 \text{ cm} \quad k = 2.4 \times 10^{-5} \text{ cm/sec} \quad C = 1150/\text{cmsec}$$

iii) 圧密試験による透水係数

$$k = 10^{-6} \sim 10^{-8} \text{ cm/sec}$$

以上の結果から取水口付近の地盤は砂質土に関しては透水係数がばらつき透水性がいいのか、わるいのか一概に定められない。

砂質シルト層についてはii) iii) の結果からみて透水性がわるいことがわかる。

4. 現 場 透 水 試 験

砂質土の透水係数を実際に求めるため現場透水試験を行なう。透水試験は土質試験法解説（第2集）のThiemの法を用いた。試験にあつては砂質土は透水層、砂質シルト層は不等水層と仮定した。揚水井戸はφ12"で長さ11.000Mの途中にストレーナーを付けた鋼管を使用し不等水層中に2.000M程打込んだ。

観測孔としてはφ2.5"長さ5.500M途中に丸い孔をうがつた鋼管を6本使用した。パイプの配置は揚水井戸を護岸ノリ尻から直角方向に40.000Mの地点に観測孔は揚水井戸を中心にノリ尻に直角方向と水平方向に3個ずつ7.000M間隔に配置した。試験は揚水井戸の内にホースを入れ内部の水を揚水し、その流量を三角ぜきで測定した。観測孔内の水位は電気的方法で測定した。

5. 試 験 結 果

上記の方法で試験を行なったが揚水開始後9時間程度で水位がほぼ一定になったので定常状態になったものとみなした。

この時の観測孔をつらねた水面形より次式を用いて透水係数を計算すれば

$$k = \frac{2.3Q \log \gamma_2 / \gamma_1}{\pi (h_2^2 - h_1^2)}$$

ただし k : 透水係数 cm/sec
 Q : 単位時間の揚水量 cm^3/sec
 γ : 揚水地点から観測孔までの距離 cm
 h : 観測孔内の不透水層からの距離 cm
 $k = 7.65 \times 10^{-3} cm/sec$

6. 透水量ならびに浸透圧の検討

砂質土の透水係数は $k = 7.65 \times 10^{-3} cm/sec$

層厚 $H = 500 cm$ 砂質シルトの透水係数は $k = 2.40 \times 10^{-3} cm/sec$ 層厚 $H = 1900 cm$

透水量ならびに浸透圧を計算するためにFlow Net (図解法) を使用する。

仮締切りとしては長さ15Mの富士製鉄Ⅲ型を使用した。

透水係数としては平均の垂直方向の透水係数 k_v を用いる。

$$k_v = \frac{\sum H}{\frac{H_1}{K_1} + \frac{H_2}{K_2}} = 3.03 \times 10^{-3} cm/sec$$

1) 浸 透 水 量

$$q = kb \frac{Nt}{Nd}$$

ただし q : シートパイルの単位巾当単位時間についての透水量 cm^3/sec
 k : 透 水 係 数 cm/sec
 b : 水 頭 差 cm
 Nf : 全 流 水 路 数
 Nd : 全ポテンシャル数

2) 浸 透 圧

水で飽和した土に動水こう配 i の浸透流が生じる場合土粒子間の圧力(有効応力)は浸透が上向きの場合には浸透圧だけ減少し下向きの場合はそれだけ増加する。浸透流の動水こう配が土の有効応力を0にする時、それを限界動水こう配と言う。土が限界動水こう配以上の流れを受けると破壊を生ずる。

限界動水こう配を表わす式

$$i_c = \frac{\gamma_{sub}}{\gamma_w} = \frac{G-1}{1+e}$$

i_c : 限界動水こう配
 γ_{sub} : 土の水中単位体積重量
 γ_w : 水 の 比 重
 G : 土粒子の比重
 e : 間 げ き 比

フローネットの図から $Nd = 18$ 、 $Nf = 7$ を得る。

シートパイル単位巾当りの透水量は q は

$$q = kb \frac{Nf}{Nd} = 3.03 \times 10^{-3} \times 735 \times \frac{7}{18} = 9.25 \times 10^{-3} cm^3/sec$$

シートパイル開長

$$L = 2 (2400 + 2450) = 9700 cm$$

シートパイル内部への浸透水量

$$Q = qL = 9.25 \times 10^{-3} \times 9.7 \times 10^3 = 89.6 cm^3/sec$$

1日当りの浸透水量

$$Q_d = 89.6 \frac{24 \times 3600}{10} = 7.1 \text{ m}^3/\text{day}$$

浸透圧

限界動水こう配 i_c

$$i_c = \frac{G-1}{e+1} = \frac{2.75-1}{1+1.48} = 0.706$$

掘削底部に働く動水こう配 i

$$\Delta h = \frac{735}{18} = 40.8 \text{ cm}$$

$$i = \frac{\Delta h}{\Delta L} = \frac{40.8}{120} = 0.340$$

$$F_s = \frac{i_c}{i} = \frac{0.706}{0.340} = 2.21 > 1$$

7. ま と め

上記の計算結果より施工可能なことを知り掘削を行つたが実際の浸透水量と計算結果が非常によく一致することがわかつた。

圧密に及ぼす荷重増加率の影響

広島大学工学部 正員 網 千 寿 夫

〃 〃 〇門 田 博 知

軟弱層の圧密沈下について種々研究を行つて来たが、いわゆるTerzaghiの理論式に適合するものは攪乱試料であり組織抵抗が考えられたり或は三次元的に圧密を検討すればTerzaghiの理論を修正して考えなければならないと云う結論を得ている。三次元の圧密沈下の様相については既に発表している通り水平方向の排水を考慮に入れた場合は現場の沈下観測資料とよく一致することが判明し、更に載荷軽と軟弱層厚にも大きく支配されることを見出したのであるが、同一試料でも荷重増加率により圧密沈下と時間の関係がTerzaghi typeに類似のものから全く別な曲線を描くことは今迄にも云はれていることである。^{2) 3)} しかしどのように変化するかについてはあまり詳細に述べられていない。三軸圧密試験機を用い不攪乱試料について興味あるデータを得たので述べる。

試 料	岡山県笠岡市	香川県白鳥町
比 重	2.65	2.64
粘 土 分	37 %	62%
シ ル ト 分	58 "	37 "
砂 分	5 "	1 "
自然含水比	65~71%	82~85%
飽 和 度	100	100
液 性 限 界	73.9	99.1
塑 性 限 界	27.5	40.1
間 隙 比	1.8~2.1	2.16~2.25
単純圧縮強度	0.2~0.3	0.29~0.34

試験方法. 荷重増加率は $\frac{1}{2}$, 1, 2と三種行つた。荷重は0より最大3.2kg/cm²とし全試験を通じ最終荷重を3.2kg/cm²として圧密時間沈下曲線を求めた。

試験結果の考察: 試験結果をまとめると圧密曲線の特性は次のように与えられる。

- 1) 一般に云はれている一次圧密及び二次圧密を含めて同一圧密時間(1440分)の容積変化及び沈下量は荷重増加率が大きくなれば半対数グラフ上で多少勾配は大きくなるが、その差を無視してもよいと考えられ荷重に支配される。