

～27 cm の砂で置換えている。

(3) 地下に遮水層を設けて下方及び側方からの水の補給を遮断すること。

遮水層として凍結線近くに板又はアスファルトフェルト等を敷くことも考えられる。この際遮水板以上の原土はたとえ凍上しても、地表面又は側方から水が滲透しない限り、在来の含水量だけでは大した量には達しない。即ち上層近く地中水が上昇して氷層を分離しても下層ではそれだけ収縮してほぼ相殺すると考えられるからである。鉄道線路では表面がバラストで水を透しやすいからこの工法は余り期待出来ない。

(4) 伝熱度の低い材料又は保温材を用いて凍結深度を浅くすること。

火山灰や炭炭のコンクリート、乾燥圧縮した泥炭等は熱伝導率が低いから之を基層とすればある程度有効であるかもしれぬが、吸水飽和すればその効果は低下するおそれがある。又泥炭は地耐力の関係で難色がある。

(5) 化学溶液で処理すること。

苦汁、濃縮した海水などが用いられるが、表面から撒布透入するのでは一様均等にはいり難い。凍上性の粘土質では特にそうである。又その効力の持続性も問題である。

これらの各工法は夫々一つの工法だけでは満足な成果は得られないから、必要に応じ適宜他の工法を組合せて適切な施設としなければならない。以上は主として鉄道線路及び道路の場合を対象として述べたが、建物その他の作工物に対してもよくその環境条件を考慮して対策法を講ずるようにしなければならない。

凍上に関する問題は、その理論のはなやかな割合に実施工法に至つては誠に地味で、研究の結果から劃期的な新工法が見出されたわけではなく、前述の各工法も従来から或る程度採用され又は考えられていたもので、これらに対して科学的な裏付けがなされたに過ぎない。尤も之を基盤として今後の飛躍的な進歩発展が期待されるわけである。(28.2.5)

羽鳥土堰堤における締固め管理について

渡 辺 滋 勝*

1. 緒 言

農林省直轄工事である羽鳥土堰堤は昭和24年8月に着工し、現在までにその盛土量の80%を完了し28年度には完成の予定のものである。土堰堤の築造に当つてはそれに使用する用土の性質を十分に察知しなければ完全な施工は望めない。そこで当堰堤施工に当つては昭和25年度から現場試験室を設置して施工の管理を行っている。簡単に以下管理状況について述べてみる。

2. 堰堤の概要

当堰堤は図-1の通りの中心刃金式土堰堤で最大堤高36.8m、堤頂長170m、天端巾9m、堤体容積32万 m^3 、貯水量27,320,000トンのもので、之に附帯する工事に

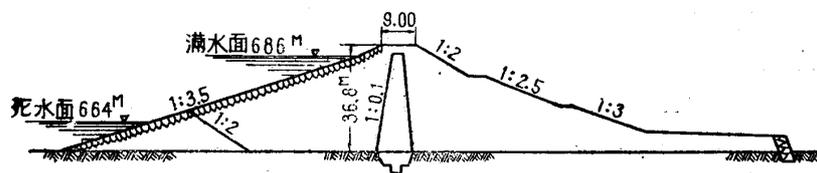


図-1. 堤塘標準断面

は余水吐、取水装置、取水隧道等がある。

3. 現在使用している用土の性質

現在堰堤盛土用土として使用している土の物理的性質は表-1、図-2及び図-3に示す通りのもので、之等の

性質によりその用土を上流側、鋼土、下流側用土と区別し運搬撒布輾圧を行つている。その上一般に当堰堤附近で採取される鋼用々土は比較的密度の小なるものが多い。そこで之を乾土重の重い土と適当に混合すれば、低いものは高いものへと移向し且つ不滲透でもあることが試験により証明されているので、撒布の際又は、積込運搬の際混合して使用している。当堰堤附近の地層は火山灰土からなり、その土粒子を顕微鏡により観察すれば、土粒子自体に多数の孔を有し、之がため最適の状態での締固めても、土粒子そのものが破壊されるのでなく、唯再配列されるのにすぎないので、全体の空隙量は多くその結果軽いと云う結果になつている。図-2に示したものは全部1.0t/ m^3 以上のものであるが、中に1.0t/ m^3 以下のものが出て来ている。このような土は非常に粘土分に富むが軽いと云う点で危険視されなければならない。

4. 輾圧終了後行う密度測定試験

築堤工事の施工に当つては、撒布輾圧した所の土の密度がどの程度になつているか、即ち標準締固め試験により決定されている最高密度に、どの程度近い値が出ているかと云うことを知ることは、極めて重要なことである。之がため、当堰堤では輾圧完了後にこの

* 農林技官 農林省白河矢吹開拓建設事業所

表-1. 各土取場に於ける用土物理試験

土取場	試料の色	見掛比重	真比重	含水比	L. L.	P. L.	P. I	収縮限界	空隙率
第1土取	褐色	1.667	2.659	56.8	52.1	39.71	12.39	44.48	60.03
第1土取	淡茶褐色	1.525	2.659	62.6	68.25	33.33	34.92	53.34	64.50
第2土取	茶褐色	1.400	2.717	116.5	96.0	48.96	47.04	70.02	76.09
第3土取	灰褐色	1.290	2.648	32.5	64.58	51.37	13.21	47.30	63.19
第4土取	黒茶褐色	1.367	2.729	63.6	54.0	28.71	25.29	42.30	69.38
第10土取	褐色	1.358	2.757	96.5	61.2	33.87	27.33	51.05	74.93
第10土取	淡褐色	1.517	2.651	84.5	72.2	25.48	46.72	47.78	68.85

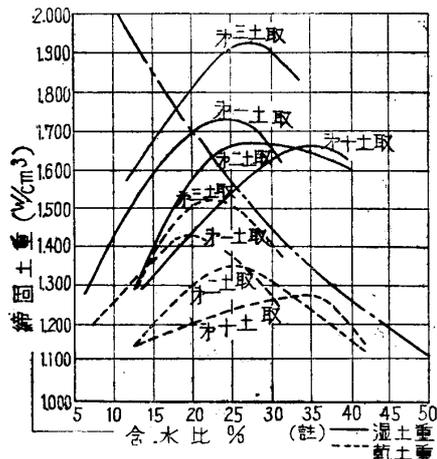


図-2. 締固曲線

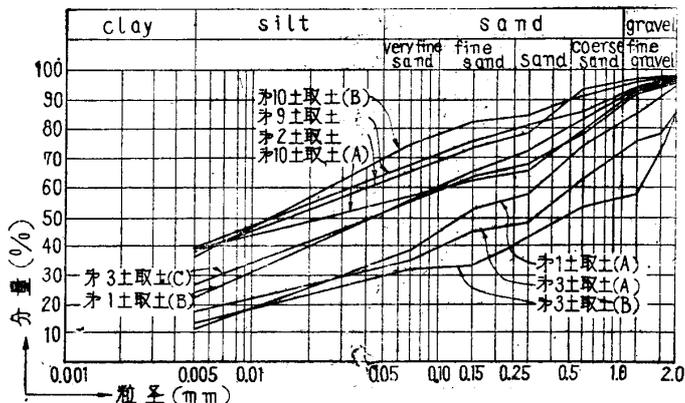


図-3. 粒度加積曲線図

密度を測定して、締固め十分か又は不足かを決定し指示を与えている。盛土工事最盛期には、一日中の輾圧する度数は2層乃至3層が普通であるが、当現場で使用しているローラはシープフットローラ（タンピングローラを含む）である関係上、常に一層前の輾圧効果を測定している。当所で使用中のローラの重量は6トンで之を6トン牽引車に引かせ、銅土は8回、鋼土は9乃至10回を標準にしている。輾圧効果の測定方法は径20cm、高さ15cmの鑄鉄製シリンダを打込む方法をとっている。所が当堰堤では後述するが最大径75mmの碎石を用土に混入して築堤しているのです、その碎石がシリンダの側壁にあつた場合にはかなりの大きな誤差を生じると思われ

るが、乾燥砂注入法による場合と比較しても大きな差はないと試験の結果認められたのでこの方法を採用している。現場では迅速を尊ぶ故、細かい数字の結果よりも大凡その安全側にあると思われる結果が出てくれば足りるので、専らこの方法を用いている。輾圧完了後早速このシリンダを打込みすぐに結果を出して現場に散けてある

黑板に書き、密度が当方で指示する限界にまで達しないときには再輾圧を行わせている。当所で決めている最低の限界は上流側1.25 t/m³、鋼土1.2 t/m³、下流側1.3 t/m³である。なおここで疑問に思われるであろうが、そんなに早く密度が出せるかと云うことであるが、之は次に述べる様な含水比の測定方法を用いているので簡単に出来るわけである。表-2は8月中における密度試験の結果である。

5. 土取場の含水比測定

毎朝その日運土を行うと予定している土取場の地山の含水比を測定している。之は碎石の混入と非常に密接な関係を有すると共に輾圧可能か不可能か、又は運土を行うしめるかの指示を与えるに有効な役割をもっている。この測定には JISA 1203 に規定する含水比の測定方法では時間を要するので、少しはラフでも迅速を尊ぶ所から図-4に示すような測定瓶を用いて含水比の測定を行っている。即ちゲールサックのピクノメターの原理を応用したもので次式から簡単に含水比を計算する。

$$W_c = \frac{W_1 + W_2 \frac{G-1}{G} - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$$

式中 W_c = 含水比

W_1 = 水と瓶の重量

W_2 = 土の重量（普通正確に50grをとっている）

W_3 = 水と土と瓶の重量

G = 土の真比重

予め各土取場の土の真比重を出しておけば図-5のようなグラフをかくことが出来るので、そのグラフから直に含水比をよみとることが出来る。表-3は8月中における土取場の含水比と運土量とを示したものである。

6. 碎石混入の決定

図-4. 簡易含水測定比重瓶

前にもちよつとふれたが現在当堰堤では最大径75mmの碎石を土と石との

表-2. 八月における輾圧結果
上流胴土 (使用土は第一土取土, 第十土取土, 第二土取土)

月日	8月3日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	18日	19日	20日	21日	27日	28日
湿潤密度	1.780	1.754	1.792	1.820	1.872	1.802	1.869	1.633	1.800	1.750	1.781	1.73	1.83
含水比	40.34	40.25	41.23	41.50	48.84	39.56	4.858	42.90	33.60	38.50	40.20	38.50	43.70
乾土重	1.263	1.241	1.268	1.286	1.257	1.291	1.257	1.144	1.349	1.421	1.271	1.249	1.272

鋼土 (使用土は第十土取土 第二土取土)

月日	8月11日	12日	13日	14日	15日	16日	18日	19日	20日	21日	27日	28日
湿潤密度	1.650	1.808	1.802	1.825	1.825	1.771	1.725	1.800	1.779	1.860	1.780	1.830
含水比	50.33	47.05	43.04	63.90	52.00	43.14	51.30	44.50	70.00	55.00	60.40	52.20
乾土重	1.07	1.233	1.260	1.173	1.206	1.237	1.140	1.245	1.046	1.200	1.112	1.203

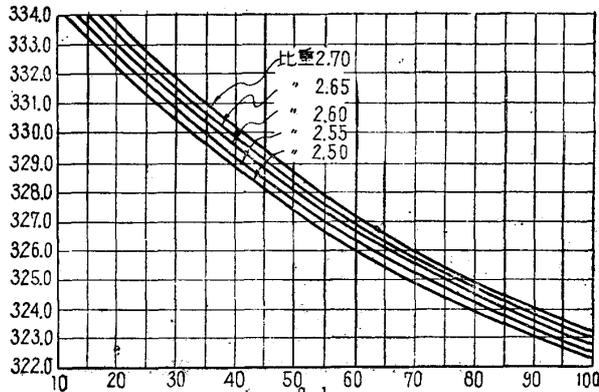
下流胴土 (使用土は第三土取土)

月日	8月2日	3日	11日	12日	13日	14日	16日	18日	19日	20日	21日	27日	28日
湿潤密度	1.870	1.850	1.804	1.857	1.830	1.816	1.819	1.840	1.733	1.866	1.690	1.830	1.845
含水比	30.25	31.50	29.06	20.55	31.62	34.20	34.25	46.80	30.50	24.10	23.30	40.20	28.60
乾土重	1.372	1.406	1.398	1.434	1.391	1.352	1.374	1.257	1.330	1.503	1.370	1.305	1.431

表-3. 各土取場における含水比並に運土量

月日	天候				第一土運線		第二土運線		第三土運線		第九土運線		第十土運線		
	天気	蒸発量 m/m	降水量 m/m	湿度 %	風力 m/s	地山含水 %	運土量 m ³								
8月1日	高曇	2.8		69		35.60		78.50				52.80	180.00	61.70	
2日	高曇	5.5		73	1.6	37.50	205.20	80.10	239.00			42.60	165.00	60.50	232.00
3日	高曇	4.3	7.1	73	1.6	38.70	216.00	84.60	176.00			57.23	130.00	74.50	200.00
4日	曇天	3.0	49.9	75.5	2.0			108.20				98.80	117.50	60.30	
5日	雨		12.4	91.0				97.70				104.80		61.70	
6日	曇天		35.7	76.5	2.6										
7日	高曇		23.4	72.0	3.5			64.50				108.90		60.40	
8日	雨		1.0	94.0	2.0										
9日	高曇		29.0	91.0	3.6										
10日	曇天	3.0		79.0	2.6			87.50				108.40		77.50	
11日	半晴	3.5		70.0	2.6	41.30	162.00	89.50	90.00			105.40	172.50	78.50	188.00
12日	半晴	4.3		62.0	3.0	40.10	313.20	92.60	230.00			98.40	175.00	69.70	368.00
13日	曇	5.1		88.0	3.5	45.40	316.80	75.40	231.50			97.40	157.50	75.50	334.00
14日	快晴	5.4		55.0	1.5	42.50	207.00	87.30	190.00			99.30	152.50	73.40	406.00
15日	高曇	4.5		74.0	1.0	39.70	370.80	83.20	210.00			92.30	135.00	78.60	300.00
16日	高曇	3.8		82.0	3.5	45.00	237.60	64.50	192.50	36.25	150.00	84.50	132.50	85.40	320.00
17日	高曇	3.2		80.5	2.6	50.30	439.20	72.50	258.00	40.60	174.00	70.50	152.50	90.30	220.00
18日	半晴	4.6		72.0	1.5	63.10	345.60	55.30	192.50	35.00	189.00	63.20	142.50	86.70	346.00
19日	半晴	3.4		69.0	2.0	40.20	326.60	53.10	212.50	28.40	192.00	63.50	142.50	78.30	430.00
20日	半晴			71.0	6.0	41.40	166.60	79.70	207.50	27.90		55.30	92.50	80.50	200.00
21日	快晴	4.5		60.5	3.6	42.70	244.80	71.80	240.00	27.20	207.00	41.00	305.00	79.10	430.00
22日	曇天	3.2	0.7	71.0	1.5	43.30	313.20	65.30	237.50	28.00	286.50	45.30	140.00	82.30	374.00
23日	雨		18.2	94.0											
24日	雨		22.7	97.0											

25日	雨		73.0	3.0										
26日	半晴	5.6	68.5	4.5	43.00	172.80	59.00	75.00	43.40	184.00	59.00	125.00	98.00	158.00
27日	快晴	8.2	60.0	3.6	30.08	414.00	54.00	210.00	31.02	603.50	55.30	142.00	89.80	448.00
28日	快晴	6.0	64.0	4.5	41.90	356.40	56.00	242.50	30.80	838.00	43.70	121.50	82.00	900.00
29日	曇天	2.0	77.0	2.6										424.00
30日	曇天	4.2	19.9	94.0	1.6									
31日	高曇	1.2	76.0	2.6										



註 $WR = \frac{W_1 + W_2 \frac{g-1}{W_3 - W_1} - W_3}{g-1} \times 100$ を使用
 W_1 = 瓶の重量と瓶の中に入れた水との和の重さ W_3 = 瓶と試料と水との総重量
 W_2 = 試料の重さ(上図にては50grを使用) g = 土の比重

図-5 簡易含水量測定曲線

容積比にして平均上流側 20%, 鋼土 8%, 下流側 25% を混入している。但しこのパーセンテージは碎石の空隙 40% を見込んだものである。築土中に碎石を混入すると土の含水比は低下することは明瞭であるが、この混入量の多少を決定することは非常に困難である。当所では次にのべる碎石混入量如何による含水比の低下を計算式で出してその結果透水性と考慮して決定している。

即ち

$$W_c = \frac{W_{sc} \times a - W_{sc} \times b}{100}$$

式中 W_c = 碎石を混入した場合の土の含水比

W_{sc} = 地山の含水比

W_{sc} = 碎石の吸水率

$a = W_{sc}$ なる含水比の土の量を%であらわしたもの

b = 碎石の混入量を%であらわしたもの

$a + b = 100\%$ となる。

当現場で採取される碎石は凝灰岩で吸水率は30%前後であるが、母岩から採取される時含水比が既に15%程度になっているのでその差を平均して10%の吸水率を有していると見ている。この方法によつて土の含水比低下の度合を前式から計算したものが表-4 である。唯碎石を混入する際、完全に土と混合させると云うことが難しく特に当現場のようにダンプトラックでもつてきた碎石を土の上にあけると云う方法では猶更である。それゆえ此処では土の山が出来たときそこにやりのりかゝるよう

に碎石をあけ、ブルドーザで碎石の側から少し掘り下げ気味で排土を行い、之を他の箇所にあつめ、もう一辺これを他の方向から撒布すると云うように二重手間のよるな方法をとつて混合させるのに苦心している。

表-4. 碎石混入による含水低下率
 含水吸水率平均 10%

礫と土との混合比 %の礫	%の中 の土	土の含水比						
		90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%
5	95	86.50	77.00	67.50	58.00	48.50	39.00	29.50
10	90	83.00	74.00	65.00	56.00	47.00	38.00	29.00
15	85	79.50	71.00	62.50	54.00	45.50	37.00	28.50
20	80	76.00	68.00	60.00	52.00	44.00	36.00	28.00
25	75	72.50	65.00	57.50	50.00	42.50	35.00	27.50
30	70	69.00	62.00	55.00	48.00	41.00	34.00	27.00
35	65	65.50	59.00	52.50	46.00	39.50	33.00	26.50
40	60	62.00	56.00	50.00	44.00	38.00	32.00	26.00

7. むすび

以上極く簡単に羽鳥堰堤の施工管理についてのべたがまだこれから種々の試験を行い、その結果を実際面に生かして行くよう、一つ一つ解決の方向にもつてゆき、なお一層完全に近い施工管理の方法をとりあげてゆきたいと思つている。(28. 2. 15)

「ドロ」 巻内一夫

「ドロ」と名の付いた用語には余り香しいセンスをもつたものは見当たらない。何か社会的の通念からはずれているか一般レベルから低い取り扱い難い意味を含んでいる。土でも「ドロ」と呼ぶ一般的の呼称はあるが、通常は含水の多い軟弱なものをさしていることが多い。純粋な風化生成土は「ドロ」と呼ばれることも少いが不純物特に有機物や雲母等を含んだ化学的性質の複雑なもので定性的な試験では簡単に分類も出来難いものが多い。安定処理にしても単に緊め固めや砂利砂の混入では処理出来難いものが多く日本では火山噴出物にこの種のものが多い。兎に角「ヘドロ」は「ドロ」屋さん泣かせでありどこ迄も「ドロ」と名のつくものはあまりありがたいものでないことになる。