

スレーキング材料を築堤(ため池)に流用した 1 事例

[泥岩の転圧による人工破碎]

An Example of Eirth Full utilizing Mudstone Material under Slaking

山本周平*

Shuheii Yamamoto

服部初弥**

Hatsuya Hattori

1. 概 説

泥岩、砂岩、頁岩等の軟岩と呼ばれている材料は、ダム材料として流用する場合、通常の転圧ではあまり細粒化しないが、貯水の浸透や落水による排水等のいわゆる乾燥・湿潤現象の繰り返しに対する抵抗力(耐久性)は低く、この風化作用による堤体の不等沈下現象が生じやすいと云われている。

このような材料をダムに流用するには、水の影響のない例えば下流側に流用する、将来の風化を抑制するため人工的に破碎(細粒化)させる、仮置きを長期間行い、雨水等の自然現象により予め風化させる、等の対策が考えられる。

本地区においては流用計画や事業計画等を鑑み 将来の風化を抑制するため人工的に破碎(細粒化)させる方法を採用するに至った。

本地区泥岩の圧縮強度は、 $q_u=3.5 \sim 5.5$ (kN/m²)、平均 $q_u=4.4$ (kN/m²) であり、文献に示されている通常の転圧で破碎される強度 $q_u = 2.0$ (kN/m²) を越えていることから、スレーキングヤードにて先行転圧を行い、細粒化させたものを流用する計画とした。

2. 予備試験

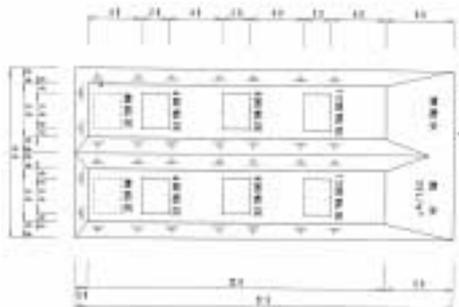
泥岩の物性値を調べる為に、一連の土質試験を実施し、試験結果として下記の値を得た。

[泥岩の試験結果(抜粋)]

自然含水比 $f=26.1$ (%)、土粒子の密度 $s=2.67$ (tf/m³)、粒度：礫率 $P_{5}=58.8$ (%)、細粒分 $R_{75}=18.6$ (%)、表乾比重 $G_a=2.00$ 、絶乾比重 $G_b=1.58$ 、 $E_c=100$ (%)時の締固め乾燥密度 $d=1.354$ (tf/m³)、一軸圧縮強度 $q_u=3.5 \sim 5.5$ (kN/m²)、透水係数 $k=8.34E-6$ (cm/sec)、スレーキング率 $S=73.0$ (%)

3. スレーキングヤードにおける現場試験

将来の風化現象に伴う不等沈下を抑制するためのスレーキング率の管理目標値を日本道路公団制定の「設計要領・第一集(P59)」に記載されている $Q = 30$ (%)とした。



現状における泥岩のスレーキング率は前出した様に $S=73.0$ (%)であることから、約 40 (%)のスレーキング率分を先行転圧により破碎させる必要がある。

スレーキング現象を促進させるためには、外力(転圧荷重)を作用させるばかりではなく、加水することも有効な手段である。このことから、自然状態(無加水)、加水(2.5 割/m³)の2種類のヤードを造成した。

又、転圧回数(回)の差異による関係を把握するために、 $N=0$ 回(無転圧)、 $N=4$ 回、 $N=8$ 回および $N=12$ 回の4種類に変化させて実施した。

スレーキングヤードの模式図を上図に示した。

4. 現場試験結果

各加水量、転圧回数別に試験結果をまとめたものを次表に示した。

築堤材の試験結果一覧表

項目	単位	無加水 (0%加水)					加水 (25%加水)				
		0回転圧	4回転圧	8回転圧	12回転圧	平均	0回転圧	4回転圧	8回転圧	12回転圧	平均
土粒子の密度	ρ_s (t/m ³)	2.670	2.676	2.679	2.671	2.674	2.656	2.670	2.670	2.660	2.664
含水率	w (%)	26.7	25.6	25.8	26.2	26.0	28.1	27.6	27.3	26.9	27.5
液性指数	LI	55.8	54.1	47.5	46.4	50.9	58.2	47.1	49.0	37.5	47.6
塑性指数	PI	17.8	18.0	21.2	22.9	19.9	18.5	21.0	19.1	21.2	19.9
細粒分	PT5 (%)	18.8	23.1	25.0	25.3	23.0	20.9	26.1	26.2	33.5	26.7
均等体積数	Uc	2.514.2	2.876.6	2.828.8	2.847.4	2.667.3	4.455.1	3.560.7	3.372.1	—	3.767.3
標準体積数	Uc	—	0.85	0.84	0.89	0.80	0.75	0.52	0.80	0.85	0.72
細粒化率	Pc (%)	0.0	9.8	19.0	19.8	12.2	0.0	16.4	17.2	27.4	15.3
表数比重	Ga	1.998	1.995	1.996	1.985	1.993	1.972	1.999	1.999	2.013	1.995
実数比重	Gs	1.582	1.585	1.591	1.573	1.583	1.572	1.584	1.588	1.588	1.581
含水率	w	2.698	2.690	2.674	2.673	2.664	2.713	2.643	2.697	2.734	2.697
スレ - キング率	Q (%)	28.18	25.99	25.49	26.16	25.95	26.74	26.09	25.99	26.01	26.18
スレ - キング率	S (%)	73.0	62.6	54.3	52.3	60.6	68.7	60.4	48.5	36.4	53.5
50-50μm	ΔB (%)	—	2.6	2.3	1.7	—	—	2.1	2.5	2.7	—
50-50μm	ΔB (%)	—	10.4	18.7	20.7	—	—	8.3	20.2	32.3	—
50μm-500μm	ΔB (%)	—	—	—	—	—	—	2.1	1.5	11.6	—

※ 1) 液性指数 (LI) は 4.75mm の篩留率を示す。
2) 細粒分 (PT5) は 0.075mm の篩留率を示す。

上表より次のことが考察される。

- 1) 両ケ - スにおいても、転圧回数を多くすると、スレ - キング率は着実に減少する。数値的には概ね S = 1.7(%/回, 無加水) ~ 2.7(%/回, 25%加水) であった。
- 2) 無加水および加水 (25%) におけるスレ - キング率の差は明確であり、数値的には、S = 2(%/4回) ~ 12(%/12回) であり同転圧回数では加水時の減少率が大きい。
- 3) 加水した場合には、12回転圧でも更に減少傾向は見られるが、無加水の場合には8回付近で落ち着く傾向にある。
- 4) 加水時の12回転圧においても目標スレ - キング率 (Q = 30%) には僅かに達していないが、築堤時の本転圧においても細粒化が促進されることから、このケ - スで目標は達せられるものと判断出来る。

以上から、スレ - キングを促進させる為に、スレ - キングヤ - ドの予備転圧として、[25% (25%加水) の加水を行う、振動タンピングローラにて N=12 (回) の転圧を行う] こととした。

5. 盛土施工

前章で記述した様に、スレ - キングヤ - ドにおいて予備転圧を行えば、管理スレ - キング率内に抑えることが可能であることが判明した。しかし、泥岩の岩塊の空隙を他の材料 (例えば砂層) で充填出来れば拘束状態はさらに優位になることから、同じ土取場で採取される砂層とブレンドし、築堤材料として流用した。

転圧仕様は盛土試験結果から、撒出し厚 t = 45 (cm)、転圧回数 N = 10 (回) と決定し、盛土施工を実施した。

盛土試験時の採用転圧仕様における転圧後のスレ - キング率は Q = 28.4 (%)、盛土途中の管理試験における転圧後のスレ - キング率は Q = 23.4 (%) といずれも管理値 Q = 30 (%) を満足する結果を得ている。

6. まとめ

今回は土取場における諸般の事情から、スレ - キングヤ - ドにおいて予備転圧を行うことにより、qu = 4.4 (kN/m²) の泥岩を浸水 Zone に流用することが出来、又空隙を砂で充填することにより安全性はさらに高められたと考えている。軟岩材料の浸水 Zone への流用の1事例として参考にされれば幸いである。