

III-174 軽量体利用による擁壁裏込め土圧低減工法

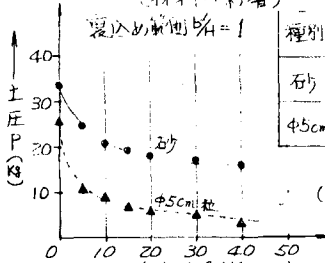
運輸省港湾技術研究所 正員 中瀬明男
(株)南発機構 正員 O波木守

§1. 概要 擁壁などの壁体に加わる土圧の一般式は $P_a = \frac{1}{2} \gamma h^2$ で表わされ、土圧軽減法として用いられている工法は、擁壁などの裏込め材料を現状土より良質な土(一般に砂質土)に置換えることにより、土の内部マサツ角(ϕ)を増加させて土圧を軽減している。しかし、内部マサツ角(ϕ)は増加しても、置換土の単位容積重量(γ)が若干増加することもあり、あまり経済的な工法とはいえない。擁壁などの裏込め材料に見掛比重=1.0以下の軽量体を用いた場合、裏込め土自体が軽くなり、また軽量体の物性によっては内部マサツ角(ϕ)の増加も期待できる、さらに水中においては浮力がかかるため裏込め土の水中重量はほとんど0とでき、土圧は壁体に加わらなくなる。しかし、実際問題としては土圧=0は困難であるが擁壁などに加わる土圧はかなり軽減することは可能である。以上の理論を裏づけるために単一粒径の砂(1.2~0.3%, $\gamma = 1.4 \text{ t/m}^3$)とスチロフォーム屑をセメントで固めた公称比重 $\rho_0 = 0.6$ の軽量体(以下セメントフォーム)を使用して実験を行なった。実験結果の解析の他、従来の矢板式岸壁との簡単な比較設計をし、経済比較を行ない擁壁などの裏込め材料に対する考え方と材料について新しい提案を試みてみた。なお本実験に当って試料提供、その他で「積水化成品工業(株)」の協力を得た。

§2. 実験概要

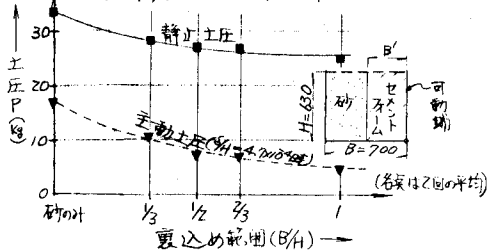
IN PUT		OUT PUT			
(1) 試験の範囲		(1) 砂の物性			
(i) 裏込め材料; 砂(単一粒径)セメントフォーム $\rho_0 = 0.6$		粒径 ϕ (mm)	比重	容重 γ (t/m ³)	同 γ 比
(ii) セメントフォームの形状; $\phi 5 \text{ cm}$ 粒, $\phi 2 \text{ cm}$ 粒, 厚さ $t = 5 \text{ cm}$ の版状		1.2~0.3	2.65	1.4	0.87
(iii) 壁体; 鋼板		(2) セメントフォーム粒の物性			
(iv) 裏込めの範囲(B/H); $\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, 1$		粒径 ϕ (mm)	比重	容重 γ (t/m ³)	同 γ 比
(2) 試験条件		50	0.69	0.37	0.86
(i) 試験場所; 運輸省港湾技術研究所		20	0.67	0.39	0.72
(ii) 測定装置		(3) セメントフォームの強度特性($\rho_0 = 0.6$)			
(iii) 測定		圧縮強度 σ_c (kg/cm ²)	せん断強度 τ (kg/cm ²)	曲げ強度 σ_b (kg/cm ²)	吸水率 α (Vol %)
(iv) 測定		8~13	3~5	6~7	7

§3. 実験結果と評価

実験結果		評価	
① 砂とセメントフォーム粒を主体とした土体($\phi 5 \text{ cm}$ 粒) (材料の層別)		裏込め材料にセメントフォーム $\phi 5 \text{ cm}$ 粒を使用した場合、砂だけのものに比べて静止土圧では33.5kg $\rightarrow$ 25.1kgと約25%軽減している。	
		主働土圧は$\delta/H = 4.7 \times 10^{-4}$時で砂の場合170kg, セメントフォーム$\phi 5 \text{ cm}$粒の場合は4.8kgと約70%軽減している。 設計に用いるのは主働土圧なので、セメントフォームを使用することによる土圧軽減で壁体材料の低減$\rightarrow$工費の低減も期待できる。	

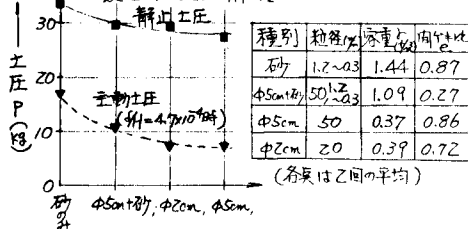
② 裏込め範囲の影響

セメントフォーム粒5cm粒使用



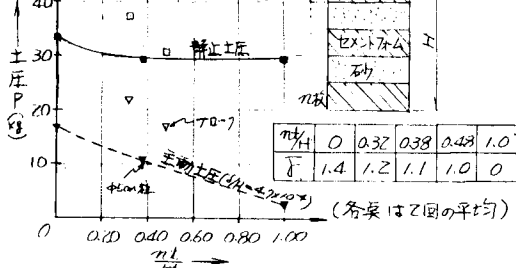
③ セメントフォーム粒径と間隙比の影響

裏込め範囲 $B/H=1/2$



④ 充填方法の影響

裏込め範囲 $B/H=1/2$



セメントフォーム粒5cmの主動土圧($\gamma H=4.7 \times 10^4$ 時)は砂のみと比べて裏込め範囲 $B/H=1$ で約70%, $B/H=1/2$ で約55%, $B/H=1/3$ で約35%軽減している。

裏込め範囲 $B/H=1/2$ でセメントフォーム粒5cm粒及び2cm粒の場合、主動土圧($\gamma H=4.7 \times 10^4$ 時)は砂($B/H=1$)に比べて17.0kg $\rightarrow$ 7.3~7.6kgと約55%軽減している。セメントフォーム粒の粒径による土圧の差はほとんどない。

$B/H=1/2$ セメントフォーム粒5cm粒+砂の場合は主動土圧($\gamma H=4.7 \times 10^4$ 時)が、砂($B/H=1$)に比べて約35%しか土圧が軽減されないのは目づき砂ガボールベアリング的な働きをしたためと思われる。

$B/H=1/2$ でセメントフォーム粒5cm粒+砂と版状のプロットの場合、見掛けの密度は1.1~1.0 γ/m^3 と差がないが主動土圧($\gamma H=4.7 \times 10^4$ 時)はセメントフォーム粒5cm粒+砂の方が約35%軽減されておりセメントフォームの形状は粒径の方が土圧軽減に有利である。

砂なし($B/H=1/2$)の場合、砂のみ($B/H=1$)の場合に比べて主動土圧($\gamma H=4.7 \times 10^4$ 時)は約80%軽減できる。

§4. 経 済 効 果 計画水深7.5m、天端高+5.0m、上載荷重3.0 γ/m^2 、砂地盤($\phi 30^\circ$, $\gamma=1.8 \gamma/m^3$)の場合の矢板式岸壁(図-1)とセメントフォーム($\gamma=0.4 \gamma/m^3$, $\gamma=0.1 \gamma/m^3$ と仮定)を裏込め材料に使用した場合(図-2)との比較設計表-1)を行ないセメントフォーム単価13,000 γ/m^3 として工費の比較を行なった結果m当り約15~20%軽減できそうである。

図-1 在来工法

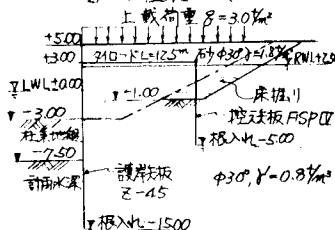


図-2 土圧低減工法

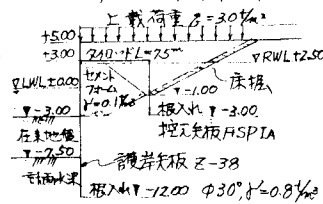


表-1 比較設計

	在来工法	裏込め改訂工法
(1) 護岸矢板長さ	19.0m	16.0m
(2) 控え矢板長さ	8.0m	6.0m
(3) 矢板間隔	12.5m	7.5m
(4) タイロッド間隔	1.6m	3.2m
(5) 護岸矢板	Z-45	Z-38
(6) 控え矢板	FSP1V	FSP1A
(7) 裏込め材料	砂	セメントフォーム

§5. 総 括 実験結果及び比較設計の結果より擁壁などの裏込め材料として比重1.0以下の軽量体(セメントフォーム)を用いれば在来の工法より70~80%程度土圧は軽減でき、さらに土圧の軽減により壁体自体の材料がすくなく、すむ為、工費が15~20%程度低減できる。本工法外に軟弱地盤処理工法として、軟弱な地盤上にセメントフォームからなる剛性マットを敷き地盤処理を行なう研究も進めている。