

フジタ工業(株) 正会員 阿久津 博 光
同 上 正会員 鎌 田 正 孝
同 上 三 山 一 重

1 まえがき

ここ数年来、軟弱地盤の新しい改良工法として、セメント系の深層攪拌混合(セメントスラリー)による研究や施工が発達に行なわれるようになってきた。これまでの地盤改良は仮設的な要素が大きかったが、特にセメントスラリー工法は、現位置で確実な混合とその施工が可能であるため、永久構造物、例えば杭・止水壁・山留めおよび複合地盤などに利用されるケースが多くなっている。そして陸上部はもちろんのこと、海底地盤の改良にも適用されており、その工法も多様化(DeMic-L, pip-W, DCM, CSLなど)しつつあり、今後改良を加えることによってますます発展するものと考えられる。

本文は、上記工法の一つとして普及しているCSL工法¹⁾²⁾によって溜池の漏水防止、開削工事における山留めと構造物の基礎杭に利用した場合の結果について述べたものである。

2 設計、施工例-1

2.1 溜池の漏水防止対策

図-1の断面図は、当溜池の標準断面図を示したものであるが(型式は均一型であり)、その諸元はそれぞれ 堤長70m、堤高13m、堤幅3.7mである。当溜池は、昭和21年に築造されたものであり、それほど古いものではないが、昭和53年の宮城県沖の地震やその後の浸透水等によって、同図に示した道路(幅員6mの簡易舗装)の法肩が崩壊するに至った。

当溜池の漏水防止の対策として、貯水の状態では施工可能な方法について種々検討を行なったが、確実性、施工性、工費、および経済性を考慮した結果、CSL工法が最も特長と考えられた。

2.2 設計、施工

図-1の断面図に、堤体内の土質柱状図を示したが、これらの結果によると、堤体天端より12.0m付近まで $N \approx 2$ 、 $w \approx 50\%$ 、 $\gamma_c = 1.65$ のシルト質砂であり、それ以深では $N > 50$ の砂岩および凝灰岩である。漏水防止の対策に当たっては、まずパイピングに対する安全性を考慮して、Laneのクリープ比³⁾($R_{cl} > 3$)から止水壁の配置を図-1のように計画した。なお、堤体天端より1.0~1.2mに分布している砂質シルトは不透水性の材料と考え、改良はしなかった。セメントスラリーの標準配合は、改良する対象土量1.0m当たり、セメント180kg、CM-15.4kg、ベントナイト18kg、水180kgとした。なおCM-1は防水材の一種であり、高純度シリカを主成分とし、ポゾラン反応が極めて高く、活性が長時間持続する新しいセメント混和材であ

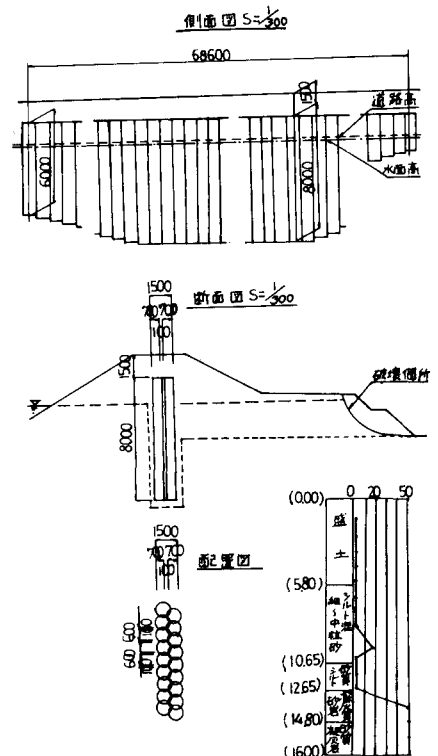


図-1 堤体及び止水壁配置図

る。CM-1の化学組成は下表に示す。

SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	I _g -Loss
96.05	0.15	0.25	0.9	0.85	1.8

施工は、配合に準じてプラントで混合したスラリーを流量と圧力を調整しながら、攪拌軸の先端から削孔と同時に連続的に注入して行なった。この時の削孔及び引上げ時の速度は平均1.0%とし、かつ攪拌翼の回転数は、前者共24rpmを標準とし、攪拌による地盤とスラリーの混合を十分行なった。また、止水壁の連続性、強度及び改良効果を確認するため、28日経過後に中86mmによってボーリングし、コア採取と一軸圧縮試験を行なった。

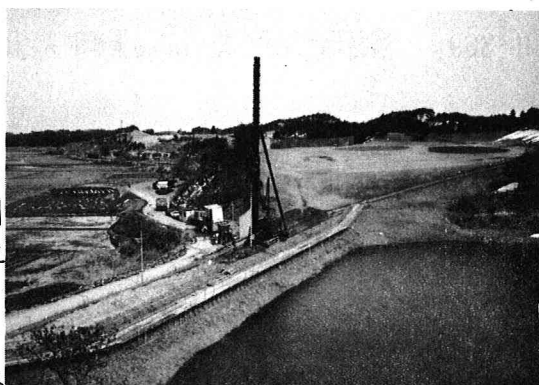


図-2 CSL工法による施工状況

3 設計・施工例-2

3.1 山留め、及び基礎杭への利用

図-3は、CSL工法を山留め壁と杭に利用した場所の土質柱状図を示したが、N≒3程度のシルト(中間にピート層を含む)である。当地区は、市街地域であり以前下水道の工事に当たって鋼矢板で山留めを行ない、開削工法でプレキャストBox-Ca(1.4m×1.4m×2.0m)を設置したが、軟弱地盤のため種々の建設公害を起こした場所である。今回、建設公害を極力防止するため種々の工法について検討がされたが、図-4に示したようにCSL工法で山留壁(止水も期待する)と支持杭を築造する手法が最も適切と考えられた。

3.2 設計・施工

開削時の掘削断面は図-4に示した通りであるが、図-3の土質柱状図($\gamma_s = 1.65 \text{ t/m}^3$, $w \approx 40\%$, $C = 0.18 \text{ t/m}^3$, $\phi \approx 20^\circ$)から、止水壁の断面を中80cm×圧縮応力20%、曲げ引張応力2.5% (無筋コンクリート)、根入れ長さを3.0mとした場合の安全率($M_{\gamma M_0}$)は4.0、ヒール部に対する安全率は2.3であった。しかし、掘削土圧に対する応力を70cm×70cmの短形断面として検討すると、曲げ引張応力が不足することになった。このため、中22mmの鉄筋を6本入れて補強した。一方、支持杭については、Dunham, Dorr, Meyerhofの式で検討した結果、中80cm, $l = 5.0\text{m}$ で約20%期待できる。以上の検討から、改良土量1.0m³当たりの配合を、セメント200kg, CM-110kg, 水200kgとし、2と同じ方法で施工した。

施工結果は、いずれも初期の目的を達成することが出来た。

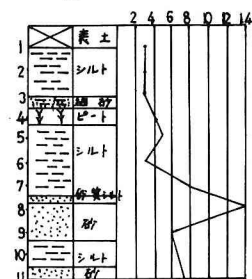


図-3 土質柱状図

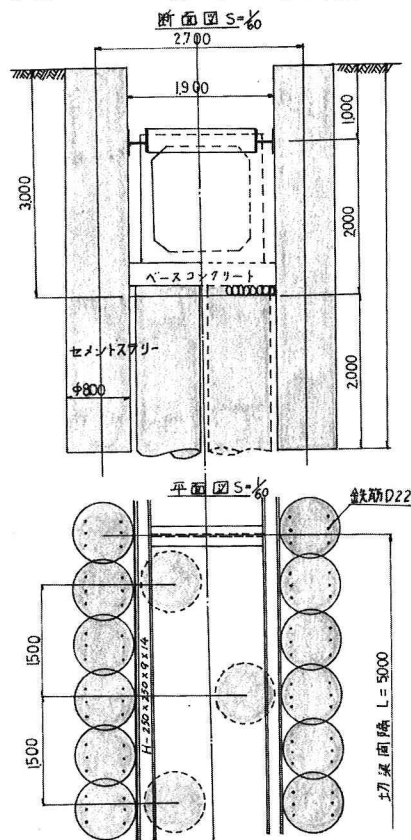


図-4 山留壁、基礎杭の配置図

「参考文献」1)小泉他：セメントスラリーの軟弱地盤への適用について、第12回土質工学研究発表会、2)新井他：セメントスラリー工法による地盤改良の施工例、土木学会第32回年次学術講演会第3部、3)山村和也：土の中の水の動き、土質基礎工学ライブラリー7、土質工学会P28