

## フローティングタイプ INSEM-DW 堰堤

— LRP 工法・LRC 工法の提案 —

共生機構株式会社 ○牛窪光昭・井上隆太・宮本健史・榎本昭子

### 1. はじめに

平成 23 年台風 12 号により紀伊半島では大規模斜面崩壊が発生し甚大な被害が発生し、その対策工として砂防堰堤が計画されている。地盤は大規模斜面崩壊に起因して軟弱層が厚く堆積しているため基礎処理が必要となるが、地盤内に 1m を超える転石が多く含まれていることから、従来の地盤改良では施工が困難となり、コストの増大や施工工期が長いなどの問題がある。

そこで本報は、フローティングタイプ INSEM-DW 堰堤によって、基礎処理の設計施工の合理化とコスト削減の実現可能性を提案するものである。

### 2. 従来の基礎処理方法

#### 2.1 地盤改良

地盤改良は、掘削して INSEM 等で置換える方法と、固化材を供給して攪拌翼などで混合する深層混合処理などがある。置換えの場合は、転石の影響はないが、改良範囲が深いと掘削量が膨大で、地下水の影響もあると安全に掘削をすることができない。深層混合処理の場合は、地盤内に 1m 級の転石があるとそのままでは施工自体ができない問題点がある。

#### 2.2 二重鋼矢板基礎

##### 2.2.1 基礎工の考え方

二重鋼矢板基礎は、港湾施設の二重矢板式構造の考え方を準用したものである。基礎地盤に鋼矢板を打ち込み二重鋼矢板壁を構築することによって、堤体直下の地盤を横方向から拘束することで支持力を改善するものである。支持力は改善するが、基礎地盤の沈下は生ずるため、粘性土系が厚く堆積している場合は圧密沈下が長期に渡って生じる。そのような場合には、沈下に追随できるように上部堤体と基礎との接合にスライド機能を持たせた構造とすることができる。

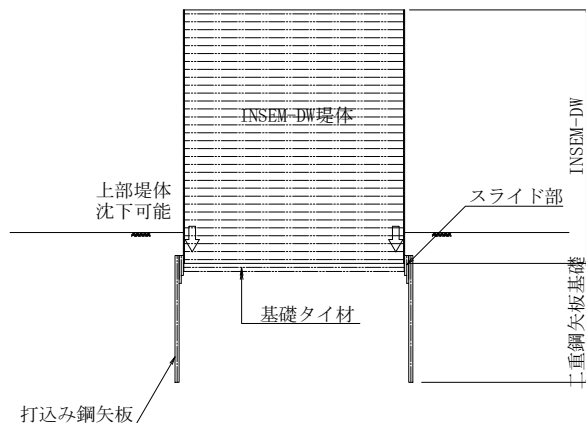


図-1 スライド式二重鋼矢板基礎概念図

スライド式二重鋼矢板基礎の場合は、下部打込み鋼矢板に合わせて、上部 INSEM-DW の壁面勾配は直立とする必要があるため、一般的な台形断面のものより、断面が大きくなる傾向にある。

##### 2.2.2 施工事例

二重鋼矢板基礎は、ダブルウォール堰堤の基礎として平成 2 年頃から現在まで約 80 基、同様な工法であるセル基礎も含めると 150 基の施工実績がある。基礎地盤の沈下に対応できるスライド式二重鋼矢板基礎は、平成 16 年中越地震の復旧工事から採用された。

鋼矢板を打込むため地中に大きな転石がある場合は、硬質地盤用のアースオーガやオールケーシングを併用して対応している。紀伊山地の北股地区においては、沈下が想定されたためスライド式二重鋼矢板基礎とし、転石対応にはオーガ掘削を併用した圧入工法によって施工を行った。



写真-1 スライド式二重鋼矢板基礎施工状況



写真-2 スライド式二重鋼矢板基礎工付き INSEM-DW 施工例(北股地区)

### 3. フローティングタイプ INSEM-DW

#### 3.1 基礎工の考え方

フローティングタイプ INSEM-DW 堰堤は、堤体直下ではなく直下流に基礎壁を設置し、横方向から地盤を支えることによって、基礎の支持力を強化する。横方向から堤体直下の地盤を拘束する方法は、新たな補強方法ではなく、従来の二重鋼矢板基礎と同じ考え方と同じである。基礎壁に鋼矢板を設ける場合をLRP(Latetal Restraint Piles)工法、カットオフコンクリートを設ける場合をLRC(Latetal Restraint Cutoff)工法と呼ぶこととした。

##### 3.1.1 LRP(Latetal Restraint Piles)工法

堤体直下流の鋼矢板は、従来の二重鋼矢板基礎における鋼矢板壁がいわゆるタイロッド式であったのに代え、自立式とした構造である。従来の二重鋼矢板基礎は、基礎頭部のタイロッドが沈下に追従できるようにスライド機能を設ける必要があったのに対し、LRP 工法はタイ材がないため、沈下による制約を受けない。

自立式の鋼矢板壁は、堤体からの地盤反力による主働土圧と下流からの受働土圧がバランスする深さを仮想地盤面と想定し、「主働土圧-受働土圧」の作用荷重に対して安定性を満足する部材寸法と根入れ長をもたせる。荷重や基礎地盤の条件によって、自立式の安定性が保たれない場合は、堰堤直下を1~2m程度地盤改良し、鋼矢板に作用する荷重が減少させることで安定性を図る。

直上流の基礎壁については、現地盤面までの土被りが十分あり、堤体上流端位置における受働土圧が主働土圧より大きくなる場合は必要ない。また、堤体の地盤反力による基礎地盤内をとる上下流両方向への円弧すべりに対しても安定させることで、支持力に対する安定性を確認する。

##### 3.1.2 LRC(Latetal Restraint Cutoff)工法

基本的な考え方は、LRP 工法と同様となる。基礎壁が鋼矢板のLRP 工法は、鋼矢板に作用する受働土圧で抵抗するのにに対し、LRC 工法はマッシュピコンクリート構造なため、自重と水叩きとの摩擦抵抗によって抵抗する。基礎壁の高さが低く抑えられる場合は、掘削量も少なく、一般的なコンクリート施工となるので施工が容易となる。

#### 3.2 特長

- ・堤体底面直下の基礎地盤は、地盤改良のような大規模な掘削をする必要がない。
- ・スライド機能をもたせなくても、基礎工と上部堤体が分離された構造のため、不等沈下への対応が容易に可能である。
- ・スライド機能がなくなることによって、上部INSEM-DWの断面は直立断面にこだわる必要がなくなり、より経済的な断面とすることができるので、

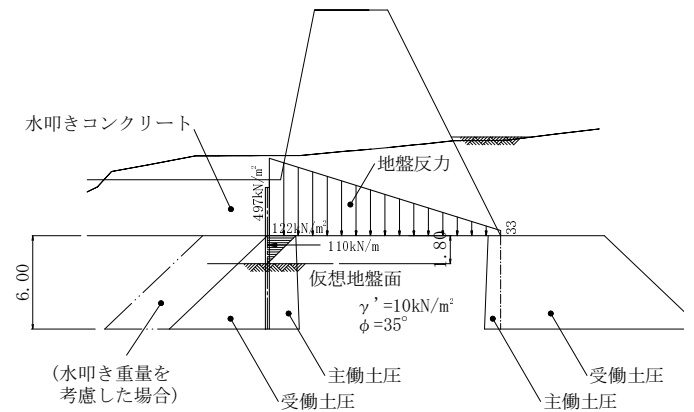


図-2 LRP 工法概念図

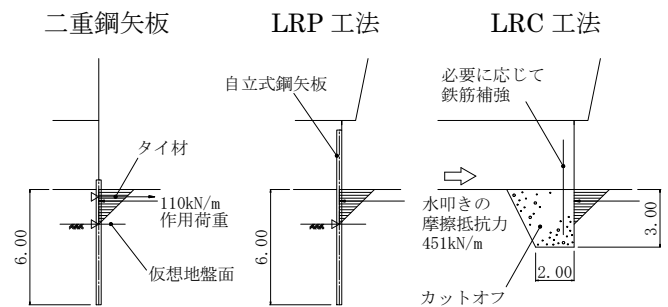


図-3 基礎壁の設計の考え方

堰堤全体としてのコスト縮減につながる。

- ・上流側の埋戻しが十分にあれば、基礎壁（鋼矢板またはカットオフコンクリート）は直下流のみで良いので、二重鋼矢板基礎と比べると、施工費、工期ともに半減する。

#### 3.3 経済性

上部堰堤高を14.5m、基礎地盤の内部摩擦角 $\phi 35^\circ$ 、単位体積重量 $\gamma'=10\text{kN/m}^3$ としたモデルで、基礎工の工事費の試算を行った。試算結果は、従来工法のスライド式二重鋼矢板基礎に対して43~45%のコスト縮減となった。ただし、上流側においても対策が必要な場合は、従来の二重鋼矢板基礎とほぼ同程度となる。

表-1 概算工事費比較

	二重鋼矢板基礎	LRP 工法	LRC 工法
概算工事費	40 万 (100%)	18 万 (45%)	17 万 (43%)

- 1) 鋼矢板打込みは硬質地盤対応圧入で算出。
- 2) LRP 工法およびLRC 工法は、上流の支持力の問題がないとして、直下流のみの対策として算出。それぞれ地盤改良費は含まれていない。

#### 4. まとめ

LRP 工法またはLRC 工法を採用することによって、従来の二重鋼矢板基礎のスライド構造やタイロッドを設ける必要がないため、シンプルな構造となることで施工性が改善され、コスト縮減にもつながるといえる。