

# 「アンカー工法を活用した砂防堰堤の補強工事について」

共同研究者：紅粉昭一（近畿地方整備局西六甲出張所所長）  
 宮垣行雄（りんかい日産建設大阪支店）  
 ○ 橋田泰典（同 上）

## 1. はじめに

六甲山の砂防事業は、昭和13年に発生した阪神大水害によって多くの被害を受けたことから、人命を守る土石流対策として、昭和14年以来、国の直轄事業として進められた。

着手以来、現在に至るまで約510箇所（箇所）の砂防堰堤が完成しており、現在も土石流災害防止のため、砂防堰堤・流路工の工事が進められている。

今回、昭和初期に建設された射場山堰堤の堰堤補強対策として「グランドアンカー工法+下流腹付けコンクリート」にて安定性、耐久性を向上させるべく、施工した補強対策工事について報告する。

## 2. 工事概要

工事名	射場山堰堤工事
工期	平成15年3月14日～平成18年6月30日
工事場所	神戸市北区有馬町地先
発注者	国土交通省近畿地方整備局 六甲砂防事務所
発注方式	基本設計を参考にした設計施工一括発注方式
工事内容	本堰堤補強工 本堰築立工 腹付けコンクリート 1,340m <sup>3</sup> アンカー工 1式 F170TAタイプ 22本 F270TAタイプ 40本

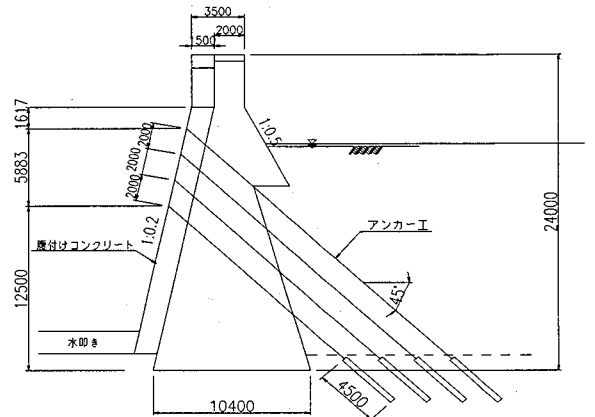


図-1 標準断面図

## 3. 堰堤補強対策工

今回施工した補強工事の施工手順を図-2に示す。

### 3.1 定着地盤の地質

アンカー定着部は、酸性火成岩類からなる有馬層群の分布域であり、溶結凝灰岩を主体としている。岩片は、概ね硬質な状態ながら、全体的に節理の発達が著しく、亀裂面には酸化変色を帯びていた。なお、岩級はCL（軟岩I上）クラスであり、定着層としては特に問題がなかった。

### 3.2 アンカー基本試験

本工事に着手する前に実施工箇所にて、アンカーの基本試験を実施した。試験の目的として、定着地盤の適否、設計で定めたアンカーの周面摩擦抵抗 $\tau$ の確認を現地盤にて調査し、必要に応じてアンカー諸元の修正を行うため実施した。試験の結果、周面摩擦抵抗値 $\tau=1.9\text{ MN/m}^2$ を現地試験にて確認し、当初想定していたCLクラスの周面摩擦抵抗値 $\tau=1.5\text{ MN/m}^2$ は妥当であると判断し、アンカー工事に着手した。

### 3.3 堰堤背面水位以深でのアンカーの施工

アンカー孔口の位置が堰堤背面の水位より低くなるため、アンカー削孔中に被圧水により孔口から水、土砂が噴出することが懸念された。対策として削孔、グラウト注入までの作業は河川水量の少ない渇水期とし、加えて堰堤背面にウェルポイント工法による水位低下策を施した。なお、アンカー tendon 建込み後の既設堰堤の削孔部にはパッカー袋を使用し、グラウト材にて充填し止水を図った。

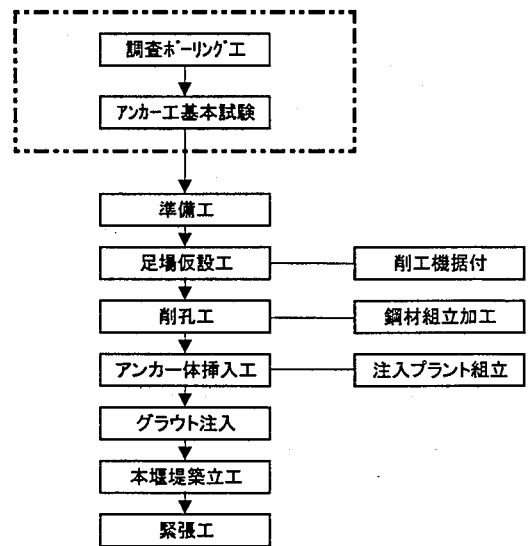


図-2 施工手順

### 3.4 アンカー工法の選定

アンカー工法は、永久アンカーとしての腐食に対する高い耐久性（二重防食加工）、完成後に再緊張が可能である工法および、ダム の 湛水面下での実績等を考慮し、タイプルアンカーA型（圧縮型）を採用した。多重PC鋼より線を用いたアンカーテンドンは、工場にて製作・組立ておこなうため、より高い品質が確保でき、かつ現場施工の省力化が図れた。

なお、アンカーの仕様として、堰堤正面センター部に F270TA（有効緊張力 1400 KN/本）、袖部に F170TA（有効緊張力 820 KN/本）を採用した。アンカー頭部については、防錆および再緊張が可能ないようにアルミオイルキャップを使用した。図-3 にアンカー詳細図を示す。

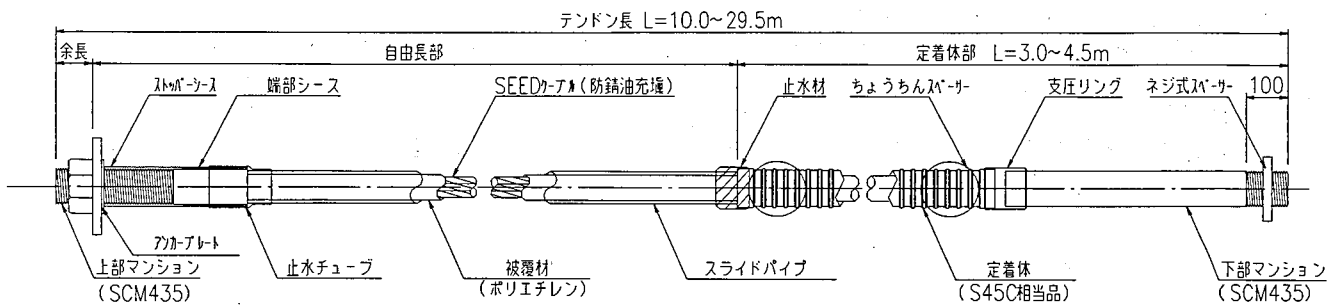


図-3 アンカー詳細図

### 3.5 アンカー施工

アンカーの施工にあたっては、削孔、テンドン建込み、グラウト加圧注入を先行して行い、腹付けコンクリートの打設後にアンカー緊張、頭部処理を施した。ボーリングマシンはスキッドタイプ（二重管ロータリーパーカッションタイプ：削孔径φ165）を使用し、角度（ $45 \pm 2.5^\circ$ ）にて設計深度まで削孔した。なお、岩盤定着部においては、削孔スライムにて定着層の妥当性を確認した。

グラウト注入工においては、設計強度  $\sigma = 28 \sim 24 \text{ N/mm}^2$ 、水セメント比  $W/C = 50\%$  の標準配合のグラウト材を使用し、0.5Mpa の加圧注入をおこなった。現場の品質管理試験として、孔口でのグラウトリターン材をPポートによりフロー試験（品質管理値：流下時間 6～12 秒）を実施した。また、施工したアンカーの安全性を確認するため、緊張時に品質保証試験として多サイクル確認試験（62 本中 4 本）と 1 サイクル確認試験（残り全部）をおこなった。

### 3.6 本提案立工（腹付けコンクリート工）

アンカーグラウト注入完了後、新コンクリートと既設堰堤との一体化を図るため、既設堰堤表面を 5cm 程度チッピングし、せん断防止用として、鉄筋による差し筋（D22 L=1.3m）をおこない腹付けコンクリートを施工した。コンクリートの 1 リフトあたりの高さは、1m を標準とし砂防ダムの施工仕様とした。なお、堰堤上流部から落下する水や土石等からのアンカー頭部の防護策は、腹付けコンクリート内を箱抜きし、コンクリート蓋を設置することにより頭部を保護した。

### 3.7 環境を配慮した施工

アンカーの定着箇所である上流堆砂内には神戸市の水道取水口があり、アンカーのグラウト材を流入させない対策、さらに、河川下流にはマス池養殖場や有馬温泉内の観光地があるため、施工中の河川汚濁防止対策が必要になった。

水道取水口へのグラウト流入防止策として、グラウト注入は、アンカー定着部と堰堤削孔部だけとし、自由長部となる堆砂内には影響を与えないように対処した。遮断方法として、事前に袋状パッカーをアンカーテンドンに取り付け、パッカーにて遮断後、必要箇所のグラウト充填を実施した。また、アンカーの削孔水やグラウトホース内の洗浄水、レイタンス水等の処理は、仮設沈砂池を段階的に設け PH 管理を定期的におこない河川への汚濁防止を講じた。

## 4. 今後の課題（おわりに）

砂防堰堤の機能を確保するため、新たに堰堤を構築することと比べ、旧堰堤を活用した補強工事はコスト的、工期的にも有利になり、今後も検討の候補になるであろう。その際、永久アンカー工法を採用するに当たっては、水や土石等によりアンカー機能が損なわれないような頭部処理方法や維持管理を視野に入れたアンカー計測管理手法の確立が必要であると考えられる。

以上