

III-86

永久構造物へのアースアンカーの適用に関する現場実験

鋼建設企画コンサルタント 正員 谷村 恭
 関西電力 正員 副田 悦生
 同 笹川 清志

1. ま え が き

従来水圧鉄管基礎は重力形式により設計されているが、急斜面において地震力が作用した場合などは基礎が大型化する。この基礎の縮小化を計るためにアースアンカー工法の採用が挙げられるが、このような永久構造物への適用例は数少ない。これは、長期荷重や動的荷重作用に伴ったアースアンカーの挙動が明確とされていない点にあるためと考えられる。水圧鉄管基礎にアースアンカーを永久構造物として適用する場合、次のような問題点が提起される。

1) 水圧鉄管固有の荷重に対するアンカーへの影響。2) 長期荷重に伴った有効緊張力の低減。3) クリープ変形に起因した引抜き抵抗の低下。これらの点を明確とし、水圧鉄管基礎への永久アンカーの適用性を究明するために2種類4本の実験用アンカーと、4基の水圧鉄管基礎に設置した16本のアースアンカーを対象として、各種試験実施後所定緊張力を与え、長期観測を実施した。本報告は実験途中であるため観測1年までの結果について述べる。

2. 実験の概要

表-1 アースアンカー仕様と試験一覧表

アンカー名	引張り鋼材	定着岩盤	反力板・水圧鉄管基礎岩盤	定着長さ (m)	試験時アンカー長さ (m)	フック径 (mm)	布パッカー径 (mm)	試験項目
A-1	ステンレス棒 (φ23mm)	C ₁ 級〜 C ₂ 級	崖壁堆積層	1.3	9.78	φ86	布パッカー (1.05m)	アンカー試験 地震観測
A-2	鋼 線 (φ7mm×7本)	C ₁ 級〜 C ₂ 級	C ₁ 級〜 C ₂ 級	1.3	8.79	φ86	布パッカー	引抜き試験 地震観測
B-1	ステンレス棒 (φ23mm)	C ₁ 級〜 C ₂ 級	C ₁ 級〜 C ₂ 級	1.3	15.70	φ86	布パッカー (1.05m)	・繰返し引張試験 地震観測
B-2	鋼 線 (φ7mm×7本)	C ₁ 級〜 C ₂ 級	C ₁ 級〜 C ₂ 級	1.3	11.02	φ86	布パッカー	・多方向試験 地震観測
No.4~No.7 水圧鉄管基礎アンカー	ステンレス棒 (φ23mm)	C ₂ 級以上	C ₂ 級以上	3.0	—	φ86	布パッカー (0.94m)	・繰返し引張試験 地震観測

試験は水圧鉄管基礎に近接して設置した試験アンカー（及びボーリング孔）を対象に、表-1に示す試験を行った。特にアンカー試験は、緊張力に対するアンカー頭部挙動、アンカー定着部挙動を把握するとともに、アンカー体周面摩擦抵抗を求め、アンカーの性能・初期状態の確認を行った。

その後B-1、B-2試験アンカーについては所定緊張力を導入し、緊張力の低下、アンカー定着部の経時変化を観測した。

試験アンカー定着部の構造を図-1に示す。一方、水圧鉄管基礎に設置した各アンカーについても、表-1に示した内容の試験を実施後所定緊張力を導入し、施工・通水に追随した緊張力の変化を調べた。図-2にNo.7水圧鉄管基礎へのアンカー設置状況を示す。

3. 実験結果と考察

3-1 試験アンカー実験結果

試験結果を表-2に、アンカー定着部鋼材軸力分布の一例を図-3・4に示す。表-2、図-3・4よりアンカー定着部鋼材軸力(至)は、アンカー先端に向かって指数関数的に急激に減少する傾向が見られ、荷重の増大に伴ってその傾向は著しく現れている。アンカー力が増加するに従ってアンカー体の縁切れ(又は鋼材の付着切れ)は深部へと進行すると推定されるが、その際アンカー体の周面摩擦抵抗(又は鋼材の付着応力)のピーク値も増加しながら深部へと移行しており、アンカー体縁切れ後の残留摩擦抵抗力は $\tau=1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ に漸近する。なお、布パッカー部分は、定着部の機能も十分有していることが分かった。

3-2 長期観測結果

試験アンカーの観測結果を図-5・6に、水圧鉄管基礎設置アンカーの観測結果の一例を図-7に示す。図-5より試験アンカーの有効緊張力は1年経過時でB-1アンカーが初期緊張力の95.4%、B-2アンカーが95.1%に減少しているが、実測値は緊張力が回復する変動傾向が現れた。これは、地温変動がア

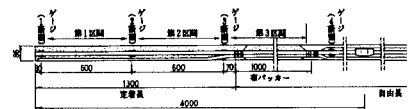


図-1-a A-1, B-1試験アンカー定着部概略図

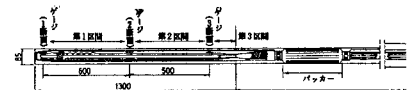


図-1-b A-2, B-2試験アンカー定着部概略図

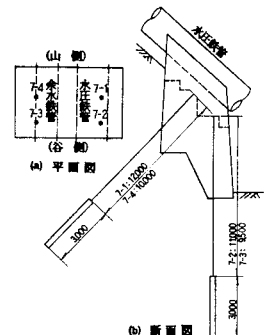


図-2 No.7水圧鉄管基礎アースアンカー設置概念図

ンカー力に影響しているため、推定地温分布の周年変化より地温一定時のアンカー力を検討した場合、クリープはかなり収束していることが推定される。緊張力の減少は、地盤・アンカー体のクリープ変形、鋼材のレラクゼーションに起因するものであるが、そのうちアンカー体のクリープ変形に原因する減少量は $C_L \sim C_m$ 級岩盤において初期緊張力に対し0.7%程度であり、大半が地盤のクリープ変形、鋼材のレラクゼーションによるものと判断された。また、アンカー定着部鋼材歪は時間の経過とともに徐々に深部へと伝達され、図-6に示すようにアンカー先端方向に直線的分布、すなわちアンカー体全域で同じ周面摩擦抵抗となる方向へ移行するような傾向が認められた。一方、水圧鉄管基礎設置アンカーは、アースアンカー設置後の水圧鉄管基礎に作用する管重量、2次コンクリート打設荷重、通水に伴う荷重に各水圧鉄管基礎毎に追隨した変動を示している。特に、水圧鉄管基礎の山側の2本のアンカー間、谷側の2本のアンカー間で同様な変動を示していることから、アンカー力の変動が水圧鉄管基礎の変動（基礎地盤の変位）に規制された変動であることが分かる。なお、通水開始以降のアンカー変動は、地温変動を考慮した場合かなりの収束性が認められる。以上の点より、アースアンカー設置後に構造物に荷重が付加されるような永久構造物に対して、経年後においても設計アンカー力を許容するような初期緊張力を設定する場合には、あらかじめ構造物及び構造物に付加される全荷重に対する基礎地盤のクリープ量と、アンカー体のクリープ、鋼材のレラクゼーションを考慮して設定することが必要と判断される。

4. あとがき 試験アンカー、水圧鉄管基礎アンカーとも現時点においてクリープが進行中であるため最終結論は得られなかったが、水圧鉄管固有の静的荷重に対するアンカーへの影響、長期荷重に伴った有効緊張力の低減度に関し、いくつかの知見を得ることができたと思われる。

今後、地温計測を含むアンカー観測を継続して行うとともに、クリープ終了後の引抜き抵抗力の変化、水圧鉄管通水時におけるアースアンカーの動的挙動特性等に関しても検討を進めていきたいと考える。

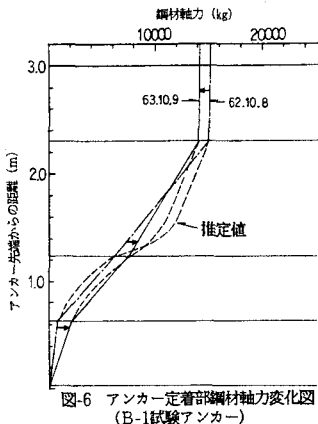


表-2 アースアンカー試験結果

アンカー名	アンカー体部引張鋼材の平均強度 ¹⁾ (kg/cm ²)	アンカー体部平均引張力 (kg)	アンカー体部平均引張力 (kg/cm ²)
A-1	(2,049)	(8,609)	5.533
A-2	(10,631)	4,068	2.754
B-1	(0,344)	(3,450)	(3,440)
B-2	(6,583)	6,806	—

*1 ()内は最大荷重時の値で降伏状態に達していない。
*2 ()内は布バッカーを定着部としたとき。

