

III-326 送電用鉄塔基礎への適用を考慮したロックアンカーの繰返し載荷実験報告

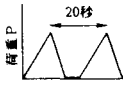
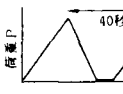
東京電力株式会社 正会員 谷 野 謙 吾
 東京電力株式会社 正会員 ○小宮山 茂 樹
 東 電 設 計 株 式 有 限 公 司 正会員 渡 部 忠 明
 太平エンジニアリング㈱ 正会員 山 本 安 崇

1. まえがき

良質な岩盤が地表近くにある場合、送電用鉄塔基礎としてロックアンカー基礎が用いられることがある。一方、鉄塔基礎には、長期間にわたり数百回の荷重が繰返し作用するため、ロックアンカー基礎の採用に当たっては、アンカーの繰返し荷重に対する耐久性が問題となる。しかし、アンカー体と地盤の付着部における繰返し荷重の影響については、不明な点が多く、又これを対象とした研究例も少ないため、支持力の設定においては、設計者の判断に委ねられているのが現状である。そこで、アンカー体と地盤の付着部に着目し、繰返し荷重に対するロックアンカーの性状を把握するため、アンカーの引抜載荷実験を実施し検討を行った。その結果について報告するものである。

2. 実験概要

実験概要及び試験体の概略形状を、下表及び図-1に示す。

	試験内容	本数	繰返し載荷方法
M型試験体	静的引抜試験	2本	 $P_{max} = 0.7 \sim 0.9 P_u$ （引抜後破壊まで）
	繰返し載荷試験	4本	
R型試験体	静的載荷試験	2本	 $P_{max} = 0.5 P_u$ 1000回載荷 $P_{max} = 0.2 P_u$ 3000回載荷
	繰返し載荷試験	4本	
定着地盤	岩種 凝灰角礫岩	単位体積重量 $2.2g/cm^3$	一軸圧縮強度 $40kgf/cm^2$ 強度定数 $c = 16.3kgf/cm^2$ $\phi = 38.5^\circ$

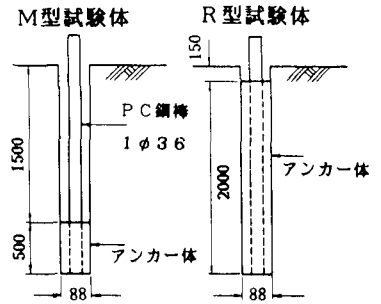


図-1 試験体形状図

上記の内、M型試験体では、アンカー体と地盤の付着強度に関する繰返し荷重の影響の把握を目的とし、R型試験体では、付着応力の深さ方向への分布性状の把握を目的とした。計測については、載荷荷重、アンカー体変位、鋼棒ひずみを、各試験体に対して測定した。

3. 実験結果及び考察

(1) 繰返し荷重に対する付着強度特性（M型試験体）

M型試験体における繰返し破壊試験結果より、作用応力比（作用付着応力／極限付着強度） S と繰返し破壊回数 N_p の関係を図-2に示す。図-2より、その性状がコンクリートあるいは岩石の疲労特性と同様であることがわかる。よって、付着強度の疲労特性は下式により表現可能と考えられる。

$$\log N_p = a - b \cdot S \quad \dots\dots\dots (1)$$

a, b : 実験定数

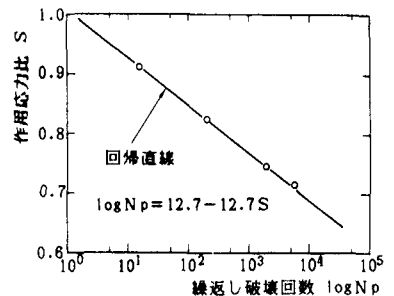


図-2 付着強度の疲労特性図

したがって、鉄塔供用期間中の繰返し回数が求められれば、式(1)より、限界応力比 S_c （疲労破壊とならな

い最大の応力比)が求められ、Scより繰返し荷重を考慮した許容付着応力の設定が可能となる。

(2) 付着応力とアンカー体変位の関係(M型試験体)

M型試験体による静的引抜試験結果より、付着応力 τ とアンカー体変位 δ の関係を整理すると、下式に示す関係となった。(図-3及び4参照)

$$\tau = K \cdot \delta^{1/3} \dots \dots \dots (2)$$

K: 地盤とアンカー体により決まる定数

(3) 付着応力の分布特性(R型試験体)

R型試験体による静的載荷試験結果より、付着応力分布について、次の性状が観察された。

- 1) 定着上部の付着応力が極限強度に達するまでの範囲では、三角形に近い付着応力分布形となる。
- 2) 付着応力分布の深さ方向への勾配は、ある荷重レベル以上では、ほぼ一定となる。

ところで、前記の式(2)を用いて、アンカー体の軸力とアンカー体周面付着力の釣り合いから、定着上端部からの深さXとその位置の付着応力 τ_x の関係を求めた結果、下式が誘導された。

$$\tau_x = \tau_0 - \alpha \cdot K \cdot X \dots \dots \dots (3)$$

τ_0 : 引拔力Pによって決まる定着上端部の

付着応力 (kgf/cm²)

$$\alpha = \sqrt{2 \cdot K / 3 \cdot D \cdot E}$$

D=アンカー体径 (cm)

E=アンカー体の弾性係数 (kgf/cm²)

式(3)より、1)及び2)の性状を説明することができる。

式(3)による計算値と実測値の比較を図-5に示す。

(4) 繰返し荷重に対するロックアンカーの安全性

一般的なロックアンカーについても3.(3)の性状が確認されれば、定着の各部における付着応力を、容易に算出することができる。したがって、付着応力が最大となる定着上端部の作用応力比が、前記の限界応力比Sc以下となるように、設計荷重を設定することにより、繰返し荷重に対しての強度的な安全性が確保されと言える。これを確認するためのR型試験体による繰返し載荷試験では、強度及び変位について十分な安全性が確認された。

4. まとめ

以上の結果から、繰返し荷重に対するアンカーの付着強度特性ならびに、荷重作用時の付着応力分布特性を把握することができた。今後は物性の異なる他の地盤においても検証を行い、これらの特性を考慮した設計法の展開について検討を進めて行きたい。

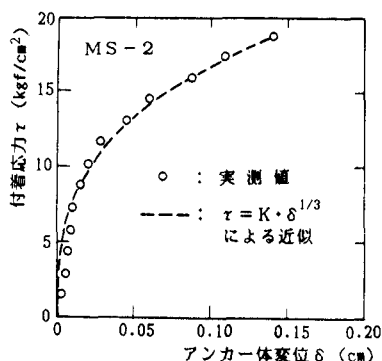


図-3 $\tau - \delta$ 関係図

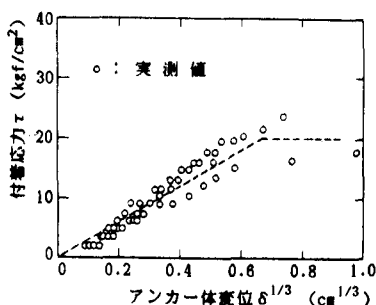


図-4 $\tau - \delta$ 関係図(全試験体)

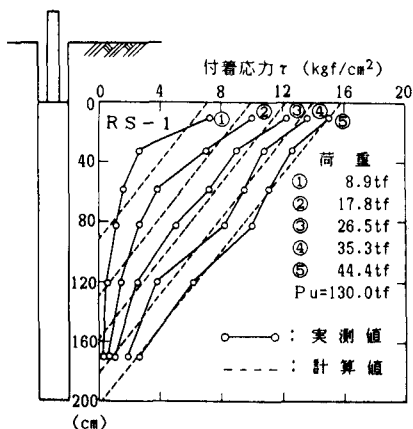


図-5 付着応力分布特性図