

VI-42

アースアンカー工法におけるプリテンション導入力について

○ 新日鐵 設備技術本部 土木建築技術室 正員 菅野良一
新日鐵 設備技術本部 土木建築技術室 正員 沖本真之

1. はじめに

アースアンカーには引抜力によって生ずる引抜変形を抑制する目的から、一般的に「カテンション」が導入される。しかし、カテンション導入力の設計については未だ明確な設計方法が与えられおらず、アースアンカーの使用目的および現地状況を考慮して、設計引抜力の何割かを導入しているのが現状である。¹⁾ 本文は、鋼管杭の内部に地震時引抜力に対する抵抗力を高める目的で設置されたアースアンカーの設計において、カテンション導入力を決定する際の1つの単純な力学モデルを設定し、そのモデルに基づいて現場引張試験・クリープ試験より得られた定数よりカテンション導入力を決定した内容について報告するものである。

2. 地盤と工事の概要

アースアンカー(以下アンカーと略す)は、図1に示すような地盤において、φ1200の鋼管杭(コンクリート中詰め)の内部に設置されている。この鋼管杭はクレーン架構の柱と直接接続される型式の基礎として機能しており、杭の内部に設置されるアンカーは地震時に杭に作用する引抜力に抵抗する役割を果たしている。この種のアンカーは日清製油(株)磯子工場クレーン基礎杭に対して施工された例がある。²⁾

アンカーは図1に示すような諸元を有している。定着長部は径135mmの無加圧型であり、引張り材はPC鋼線φ12.7mm、7本より線を11本束ねて使用している。杭に作用する引抜力は118tonであり、アンカーが全引抜力を受け持つものとして設計を行い、PC鋼線に対しては1.7、土に対しては3の安全率を設定している。杭の支持力はカテンション力を設計引抜力の100%としても、なお十分な安全率を有している。

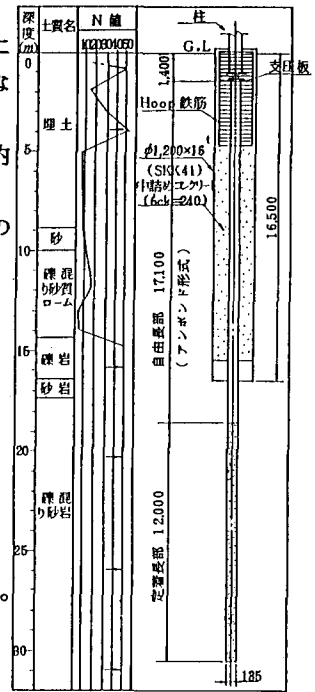


図1 地盤と引抜き耐力補強アンカーの概要

3. プリテンション導入力決定のための力学モデル

アンカーにカテンションを導入した場合、図2に示すような応力場が形成される。すなわち、アンカー自体は引張場、地盤は圧縮場となる。そこで、今回の杭の内部に設置されるアンカーを引張場と圧縮場に分ける事によって非常に単純なモデル化を図り(図3)、鋼管杭(コンクリート中詰め)・地盤・アンカー自由長部およびアンカー定着長部を各々、 $K_p \cdot K_s \cdot K_r \cdot K_i$ というばね定数を有する弾性体と考える。(図4) この力学モデルに基づけば、カテンション(=Ppre)導入時には、杭系には圧縮力Ppre、アンカー系には引張力Ppreが作用し、内的に釣合い状態を保つ。さらに、この状態で引抜力Poが作用した場合、PpreとPoとの大小関係で杭系とアンカー系が離間するという状態が生ずる。(図5)引抜力作用時の両系の力学状態はこのような離間が生ずるか否かによって異なってくる。すなわち、

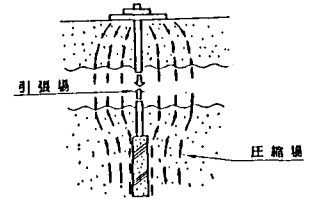


図2 プリテンション導入時の応力状態

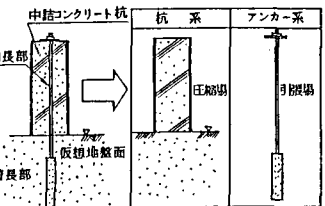


図3 力学系の分類

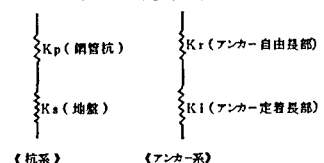


図4 弾性バネへの置換

① 離間しない場合

右図のような杭系とアンカー系の力学場が形成される。従って、アンカーに作用する軸力Paは

$$Pa = Ppre + \frac{K_{II}}{K_I + K_{II}} \cdot P$$

となる。

② 離間する場合

離間時の荷重をPaepとすれば、

$$Paep = \left(\frac{K_{II}}{K_I} + 1 \right) \cdot Ppre$$

となり、離間後にアンカーに作用する軸力Paは

$$Pa = P$$

となる。

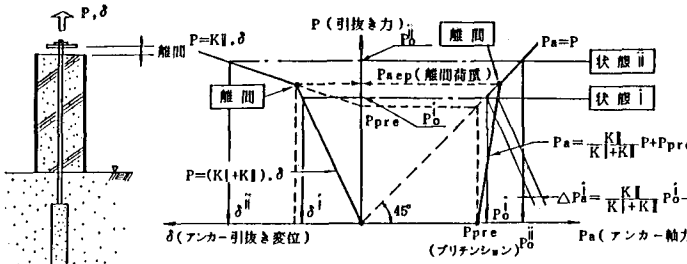


図5 離間状態

図6 プリテンション導入力(Ppre)によるアンカーの力学状態

以上をまとめると図6のようになる。この図からわかる事は、

離間荷重Paepと設計引抜力Poの大小関係で、

状態Ⅰ: $Paep > Po \rightarrow$ アンカーに、Poに対して、 ΔPa なる増加軸力が作用する。

状態Ⅱ: $Paep < Po \rightarrow$ 離間が発生し、引抜き変位(δ^{II})が増大する。

等が発生する。従って、理論的には設計引抜力Poが作用すると同時に離間が発生する($Po = Paep$)ように、カテンション導入力を決定する事が合理的であり、その時のカテンションPpreは以下のようにになる。

$$P_{pre} = Po - \frac{K_{II}}{K_I + K_{II}} \cdot Po = \frac{K_I}{K_I + K_{II}} \cdot Po \quad (1)$$

4. プリテンション導入力の決定

初期に導入されたカテンションは、アンカー定着時のロスを除けば(1)鋼線のレベセーション(2)地盤およびアンカー定着部のクレープ(3)杭のクレープ等の要因により次第に減少する。この減少量を δP としてカテンションに付加すれば、最終的な初期カテンションPpreは、(2)式で算出され、 K_I 、 K_{II} および δP が求められればPpreは

$$P_{pre} = \frac{K_I}{K_I + K_{II}} \cdot Po + \delta P \quad (2)$$

上式より求まることになる。しかし、 K_I 、 K_{II} 、 δP を理論的に定めるのは困難であるため、図7に示すような試験設備で引張試験および $P=140t$ という定圧荷重下における1週間のクレープ試験を実施した。図8は、図7中に示す①のタイラージの変位 $\delta 1$ (δ のサフィックスはタイラージNoを示す)と引抜力の関係を示したものである。図9および図10は第59号杭におけるアンカー系の荷重・変位($\delta 1$)関係、杭系の荷重・変位($(\delta 2 + \delta 3)/2$)関係を示したものであり、図中に示した弾性直線より、杭系・アンカー系の各々のバネ定数が、 $K_I = 1,360,000t/cm$ 、 $K_{II} = 11,600t/cm$ と算出される。

また、クレープ変位量($|\delta 1| + |\delta 2 + \delta 3|/2$)と時間の関係を示した図11より、クレープ係数 $K_s = (\delta c_2 - \delta c_1) / \log(t_2/t_1) \approx 0.3$ と求まる。このクレープ変位量は前述した(1)(2)(3)等の要因をすべて含んだものと考えられる。

以上より、初期カテンション導入力は式(2)より(耐用年数を50年とする。)

$$P_{pre} = 115t + 2.8t \approx 118t$$

と算出され、結果的には設計引抜力と大きな違いはなかったので、実施工にあたっては設計引抜力の100%を初期カテンション力として導入している。

5. おわりに

本文では鋼管杭の内部に設置した引抜耐力補強アンカー(永久アンカー)のカテンション導入力について簡単な力学モデル、現場試験に基づいて検討を加え、最終的に設計引抜力の100%に設定した内容について報告した。最後に本アースアンカーの施工にあたって大成建設(株)に感謝の意を表します

【参考文献】1) 上田、中村：「基礎工(Ⅱ)―特殊工法―」、技報堂 2) 土質工学会編：「アース・アンカー工法」、土質工学会

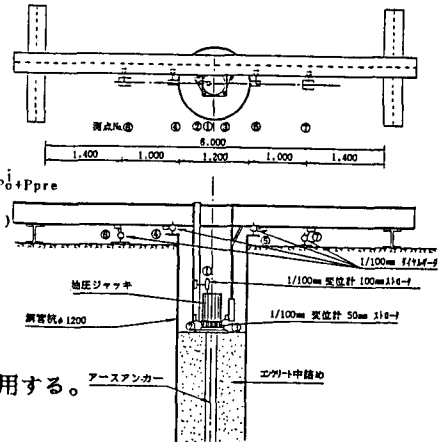


図7 試験の概要

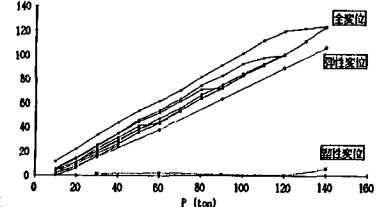


図8 アンカー頭部の変位～荷重関係

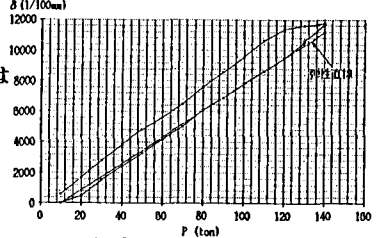


図9 アンカー系の荷重～変位関係(第59号杭)

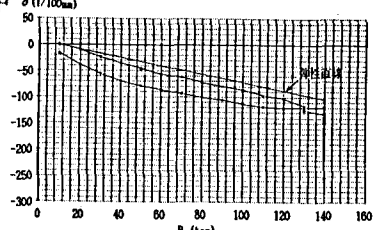


図10 杭系の荷重～変位関係(第59号杭)

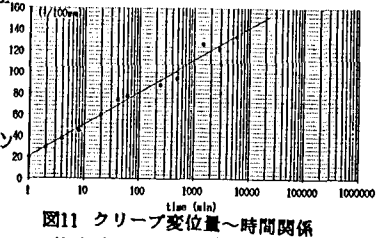


図11 クレープ変位量～時間関係