

パイプ杭のプレストレッシングアンカー工法について（報告）

鹿島建設(株) 名古屋支店

簗 原 正 孝

安 部 元 士

○正会員 水 野 一 男

本報文は、東邦石油株式会社、尾鷲工場、栈橋増設工事の施工段階で開発した、パイプ杭のプレストレッシングアンカー工法について報告する。本工法は、今後同種の問題に対しても利用価値のある工法であると考えられるので、報告し、参考に供するものである。

1. 工事内容

本工事は、昭和39年当社で設計施工した、東邦石油K・K、尾鷲工場、85000DWT栈橋の改造に伴う増設工事であり、荷役栈橋延長工事（ $L=80m$ ）と配管栈橋増強工事（ $L=79.8m$ ）より成っている。構造は、既設部に準じ、鋼管杭斜組杭方式とした。延長部の構造は、下図の通り。設計時には、旧栈橋の延長工事ということで、土質調査は省略した。

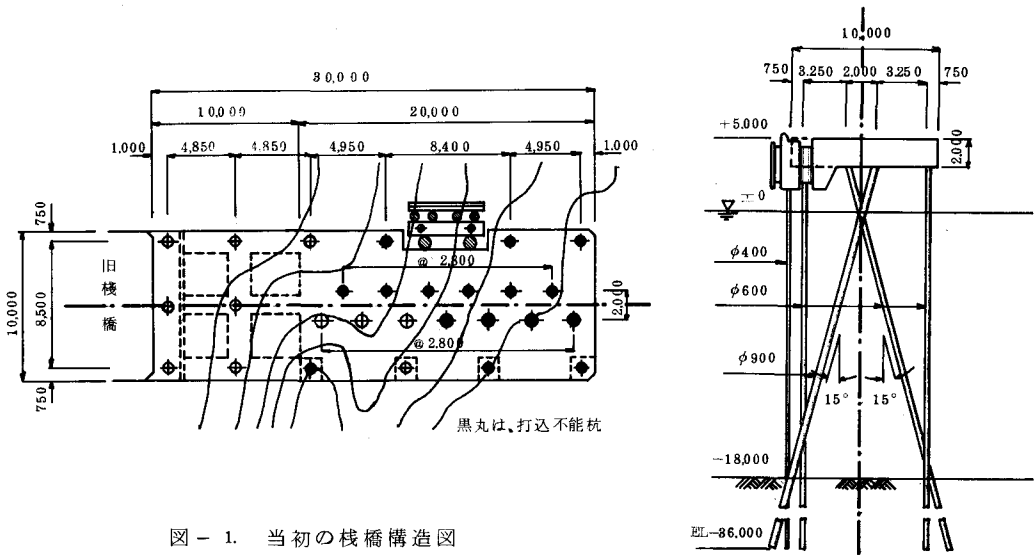


図-1. 当初の栈橋構造図

2. 工事経過及び対策

1) 工事経過

旧栈橋側より、杭打を開始したところ、図-1（黒丸）の通り、途中で、一部杭打込不能となり岩盤と思われる層にあたったと判断された。そこで、ボーリングを行った所、図-2のような土層図が得られた。岩は、花こう岩層であり、コア採取率は、約10%～50%で風化はかなり、進行していた。

2) 対 策 工

当初の設計では、斜杭、 $\phi 900$ に接触時 86.8 t/m $\phi 600$ 斜杭に、地震時 39.3 t/m の引抜きを期待していた。岩が表われた時点では、すでに工事が進み、杭を利用した工法が要求され、PC 鋼棒によるロックアンカー工法「プレストレスングアンカー工法」を開発採用した。

3. プレストレスングアンカー工法

床版自重を増し、必要な引抜き抵抗力を、

$$\phi 900: 77.3 \text{ t/m} \quad \phi 600: 31.4 \text{ t/m}$$

として、プレストレス導入を考えた。静力学公式で求めた、杭の許容引抜き抵抗の緩和と、必要引抜き抵抗との差は

$$\phi 900 \text{ で } -77.3 \text{ t/m} \times 6 \text{ m} + 40.5 \text{ t} = -186 \text{ t}$$

$$\phi 600 \text{ で } -31.4 \text{ t/m} \times 7 \text{ m} + 8.0 \text{ t} = -140 \text{ t} \text{ となり、}$$

この引抜き抵抗を得るため、次の仕様で設計した。

PC 鋼棒 3 種 SBPC-120 $\phi 33$

$A = 7.89 \text{ cm}^2$ (伸びに対して、 8.14 cm^2)

許容応力 常時 56.2 t/m

短期 75.0 t/m

となり、図-3のごとく、配置した。

ボーリング口径、 $\phi 85 \text{ mm}$ で削孔し、岩盤とモルタルのせん断抵抗、 $\tau = 8 \text{ kg/cm}^2$ として 定着長を算出した。

$$\begin{aligned} \ell &= \frac{T}{\tau \cdot S} & T &= 94.7 \text{ t (破壊)} \\ & & S &= 26.7 \text{ cm} (\phi 85 \text{ mm}) \\ &= 44.8 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ m} \end{aligned}$$

定着長としては、風化岩部を 1 m 見込み 6 m とし、鋼棒とモルタルの付着は、鋼棒の最先端に、カップラーを取りつけることにより、補強した。

4. 施工手順

1) 削孔およびPC 鋼棒の挿入

ボーリングは、海底面より $\phi 115 \text{ mm}$ のケーシング掘削とし、清水にてスライムを除却したのち、PC 鋼棒を挿入、これにポリエチレンホースを抱かせセメントモルタルを注入した。注入圧は、 $7 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ で施工した、使用したモルタル配合は、次頁に示す表の通り。

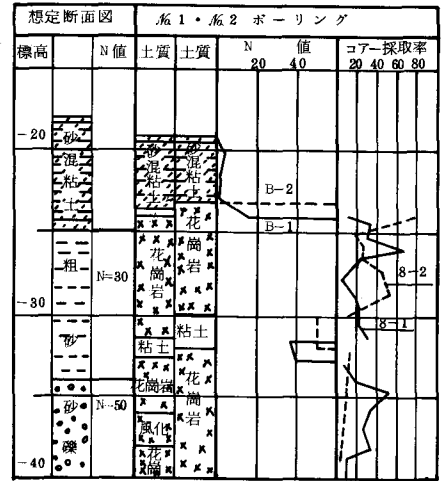


図-2. 土 層 図

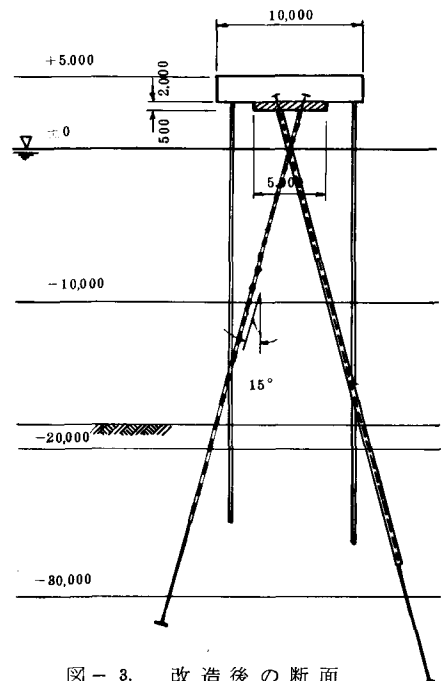
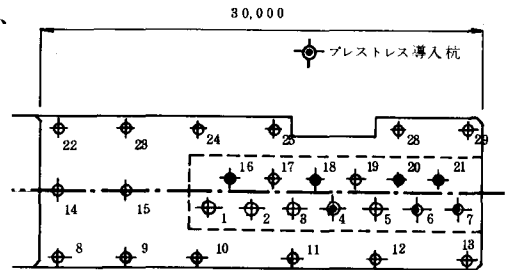


図-3. 改造後の断面

2) 緊張工

表-1 モルタルの配合

モルタル強度を $\sigma_{14} > 250 \text{ kg/cm}^2$ とし、14 日後に、 $\phi 900$ 60 t/本、 $\phi 600$ 50 t/本の張力をセンターホールジャッキで与えた。

緊張の管理は、鋼棒の伸び量測定で行った。

$$\Delta \ell = \frac{P \ell}{A E} \quad \ell = 27 \text{ m} \sim 29 \text{ m}$$

$$1 \quad P = 50 \text{ t/本} \quad 60 \text{ t/本}$$

$$E = 2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = 8.14 \text{ cm}^2$$

表-2 PC 鋼棒の伸び

緊張力	杭番	実測値	計算値	差	誤差(%)
60 t ($\phi 900$)	4	10.5 ^(cm)	10.69 ^(cm)	-0.19 ^(cm)	-1.7
	6	10.2	10.32	-0.12	-1.2
	7	10.1	10.50	-0.40	-3.8
50 t ($\phi 600$)	16	8.5	8.91	-0.41	-4.6
	18	7.7	#	-1.21	-13.6
	20	9.5	8.29	0.21	2.5
	21	9.5	#	0.21	2.5

3) 中詰コンクリート

緊張完了後、鋼管内部に、海底盤より、1.0 m の厚さで水中モルタルを打設し、鋼管下端よりの漏水を防止した後、ポンプ排水を行い

ドライになった状態で中詰コンクリートを施工し、ロックアンカー工法を完工した。

5. 問題点

本工法を設計するに当たって次のような問題点があった。

- i) 海水中に施工するので PC 鋼棒の腐蝕の問題
- ii) プレストレスの導入の可否、および、その導入量の決定
- iii) ロックアンカーの引抜き耐力の評価
- iv) プレストレスをかけた杭と、そうでない杭の応力および変形の状態

この解答として、次の事項を挙げられる。

- i) 岩盤内は、海水の影響は、それ程ないと考えられるので、鋼管杭内に、中詰コンクリートを施工することにより、腐蝕を防止する。
- ii) プレストレスを導入しない状態で、設計荷重が加わると、鋼棒が、1.0 cm 程度のび、栈橋構造上のぞましくなく、プレストレスを導入し、これを防ぐ。
- iii) ロックアンカーそのものは、所々で採用されており、その効果も確かめられている。

6. むすび

この工法は、今回施工した様な、岩の上に杭打込可能な土層がある場合だけでなく、直接、岩盤に、ぶつかる場合にも、採用しうると思われ、今後、この点についても、開発、改良して行きたい。問題点として残る、腐蝕の問題と、プレストレスを導入した引抜き杭と、ふつうのまさつ引抜き杭との混用による、変形差より生ずる応力差等については、解析の要があろう。現在使用中の、当栈橋を実験材として、観察を続けたい。

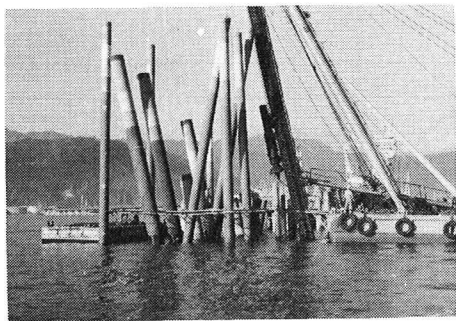


写真-1 杭打完了

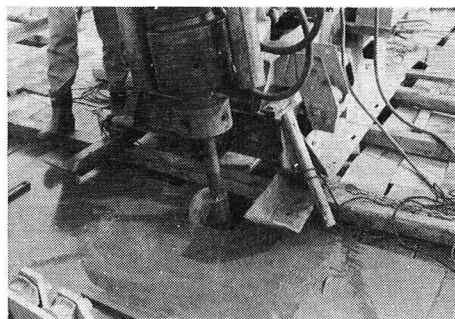


写真-4 削孔

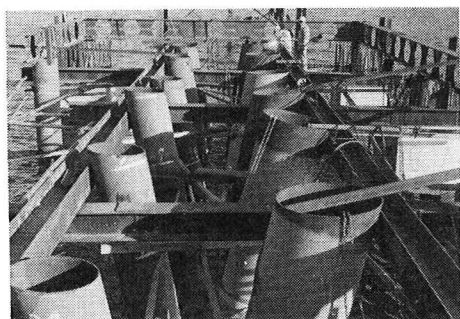


写真-2 鋼材取付

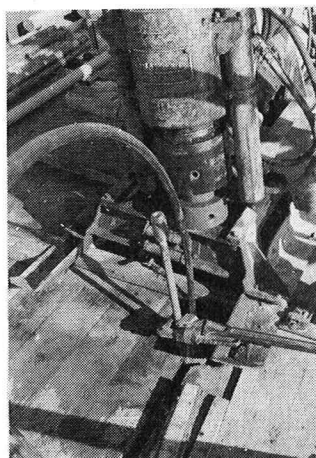


写真-5 PC鋼棒挿入

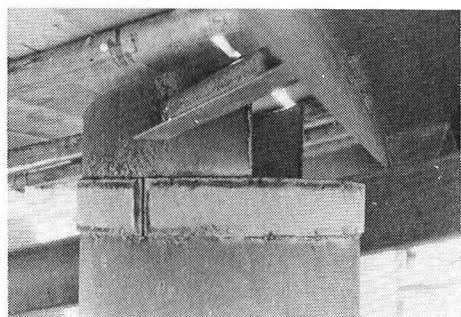


写真-3 鋼管杭頭部補強

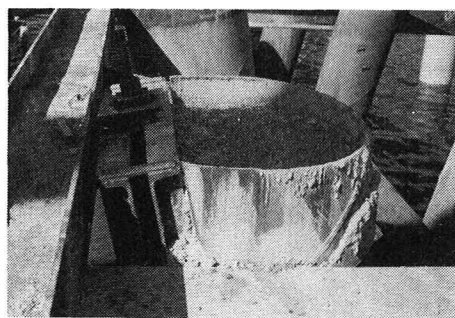


写真-6 ロックアンカー完工