

# 43. コンポーザー工法における施工管理機器について

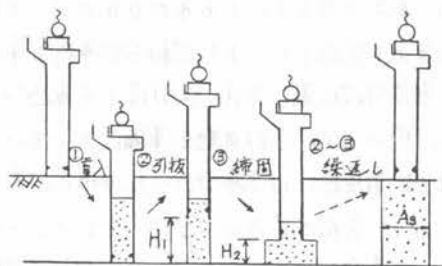
不動建設<sup>x</sup> 川上高弘 謝明深 勝原法生

## 1. まえがき

従来、軟弱な地盤上に建設される構造物の基礎処理として、海上では浚渫置換工法、陸上では砂杭造成工法が多用されてきた。しかし、海上では公害問題や大量の供用砂の入手困難等の問題から、比較的少量の砂で強度増加を図れ、海上汚濁の少ない砂杭工法が増加している。また、陸上では短期間改良の需要にも多い締固め砂杭工法が大きな割合を占めてきている。ところが、今までの砂杭工法における品質、施工管理はまだ十分とはいえず、この面での開発が重要な課題であることはいままでの間に、ここでは、砂杭工法の品質、施工管理の一例を紹介する。

## 2. 砂杭造成法における設計、施工の概略

1) 設計：サンドトレイン工法では、圧密による粘性土の強度増加により設計される。一方、締固め砂杭工法では、砂杭径0.7~1m(砂圧入率30%以下)の場合には、サンドトレインの効果と砂杭自体のせん断強度を合わせて複合地盤として設計され、砂杭径1~2m(砂圧入率70%以上)の場合には、改良区域全体を内部摩擦角 $30^\circ$ 程度の砂質土に強制置換したとして設計される。



$$H_0/H_2 = (A_0/A_p) \cdot R_v = V$$

図-1 コンポーザー工法

2) 施工：サンドトレイン工法では、造成用パイプを改良深度まで貫入しパイプ内に圧気を加えて振動するパイプを引抜きながらパイプ内の砂を排出し砂杭を造成する。締固め砂杭の場合(図-1)は、引抜き途中にパイプを再降下させて排出した砂を締固める工程の繰返しを組入れたものである。

## 3. 品質、施工管理機器の原理

一般に砂杭に要求される要素は、断面積、密度、透水性(連続性)の三つである。しかし、パイプの引抜きに対する砂排出量は各種の条件によって変化し、均一の施工工程では三要素を満足しがいので品質、施工管理が重要になってくる。従来の管理は、施工結果を記録し問題があれば再施工するという消極的管理が多かった。ここで述べるコンポーザー工法の品質、施工管理は、施工の実態情報を積極的に施工にフィードバックして所定の品質の締固め砂杭を造成しようとするものである。

砂杭造成途中はパイプ内の砂面を正確に把握することが重要であり、コンポーザー工法の場合には電極鉈が感気回路の専通、遮断により自動的に砂面に追従するサーボ重錘式砂面計を用いている。

1) Vメーターの原理：パイプを $H_1^m$ 引抜いた時に排出する砂のパイプ内での高さ $H_0^m$ と、それが締固められてきた砂杭の高さ $H_2^m$ の比をV値と定義する。すなわち

$$H_0/H_2 = (A_0/A_p) \cdot R_v = V \quad \dots (1) \quad (R_v: \text{体積圧縮率 } 1.0 \sim 1.2)$$

と表わされる。ただし、上記で述べたように $H_0$ と $H_1$ は必ずしも一致しないから、

$$H_0 = \eta \cdot H_1 \dots\dots(2) \quad (\eta: \text{排出効率})$$

の関係がある。圧入率 $F_v$ は、設計砂杭断面積 $A_0$ と砂杭分担面積 $A$ との比で定義される。すなわち、

$$F_v = A_0 / A \dots\dots(3)$$

と表わされる。①式と③式から $F_v$ と $V$ との間には、

$$V = F_v \cdot (A/A_0) \cdot R_v \dots\dots(4)$$

の関係がある。以上の関係により、設計断面積の砂杭を造成するためには、砂排出量 $H_0$ に応じて①式を満足する深度まで締固めればよい。

V記録(図-2)では、実際のパイプ先端深度GLと実際の砂排出量 $H_0$ をV値で割った値 $\Sigma H_0/V$ の変化を連続的に描き、V値を満足するための締固め深度を示した線と設計線としている。また、この管理による施工をオペレーターが容易に行うためのオペレーションメーター(図-3-a)も用いている。

2) Cメーターの原理: パイプが30cm貫入するのに要した締固めエネルギーを振動機の積算電力として取り出しC値と定義している。

$$\text{すなわち } C = \frac{1}{k} \int_0^t P dt$$

( $t$ : 30cm貫入に要した時間)

C値の演算は打込み終了深度、締固め終了深度より上30cm間で行われる。このC値は、一般の砂杭強度指標の杭芯N値との間にある相関が得られている。なお、本システムのブロックダイアグラムを図-3に示す。

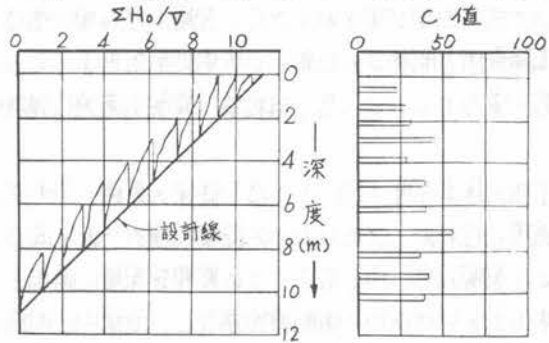


図-2 C-Vメーター記録例

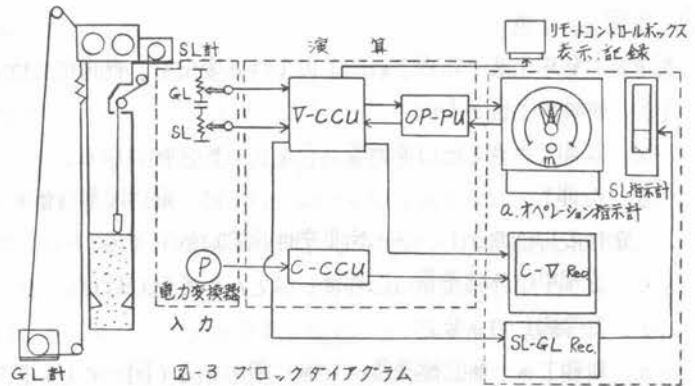


図-3 ブロックダイアグラム

## 5. むすび

以上、管理機器について述べたが施工技術においても注意すべきことがある。たとえば海上では、水深分の水がパイプ内に入るため、造成前半に投入された砂が飽和砂となり、排水された後の不飽和(自然含水比の)砂と排出挙動がかなり異なるので均質な砂杭を造成しにくくなる。この場合は、最初から不飽和砂を造成するように工夫している。また、本システムにより昭和49年12月以来、陸上では229,115m、海上では78,058mの砂杭を造成している。

工事の信頼性を高めることは、施工者の当然のつとめであり、適切な品質管理システムの導入はあらゆる工法にとって今後も重要な課題として取り扱われることになるであろう。