

42. 地すべり抑止用二重継手鋼管井筒工法の開発

新日本製鐵(株)：*龍田 昌毅・関田 欣治
齊藤 拓也

帝石削井工業(株)：大野 然

(財)砂防地すべり技術センター：鈴木 宏・藤田 寿雄

1. はじめに

近年、中山間地域の地すべり対策工事では、深い地すべり面に対し、広範囲な地すべり運動に抵抗できる大きな抑止力を持つ抑止工が必要とされるようになってきている。地すべり対策工事では工事条件（スペース、搬入路、斜度等）が制約され、また、泥水の使用も制限されるため、現在、深礎工法が大径の抑止杭の施工方法として広く用いられている。深礎工法とはライナープレート、鋼製セグメント等により孔壁を保護しながら、人力で掘削を行い、その中に直径3～5mの鉄筋コンクリート杭を築造する工法である。しかし、深礎工には①孔内で人間が作業を行うため安全上問題がある、②大量の湧水に対処できない、③鉄筋工、掘削工等の熟練労働者の確保が困難である、等の問題点がある。そこで、これらを解決する工法として、大口径の岩盤掘削に実績を挙げている全旋回式ケーシングドリル工法と水平力の大きい大規模な橋梁基礎として実績のある鋼管矢板井筒工法を組み合わせた新工法（スーパーシャフト工法）の開発を行っている。本論文ではその工法の概要を述べるとともに、その実用化に向けて行った継手部に関する実験について報告する。

2. スーパーシャフト工法（二重継手鋼管井筒工法）の概要

スーパーシャフト工法は、図-1に示すように二重継手を持った鋼管（スーパーシャフト鋼管）をI形鋼により連結した井筒状の構造となっている。コンクリートにより周囲を拘束することにより鋼管とI形鋼が一体となり、大径の抑止杭として地すべり力に抵抗する。

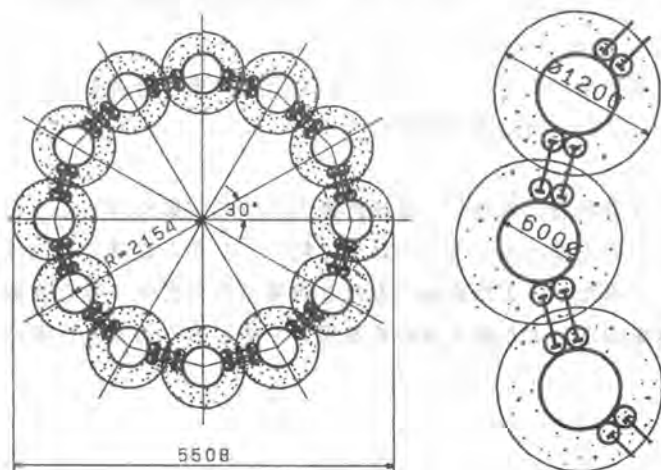


図-1 スーパーシャフト工法

スーパーシャフト鋼管は写真-1および図-2に示すように、従来の鋼管矢板とは異なり二重の継手を有している。したがって、継手管の径を変えずに継手強度を高くすることができ、従来の鋼管矢板井筒に比べてより強固な断面剛性および高い曲げ剛性を得ることができる。

施工は、すべて地上からの作業で行う、泥水を使わない、転石・岩盤の掘削への対応が可能である、工事占有面積をできる

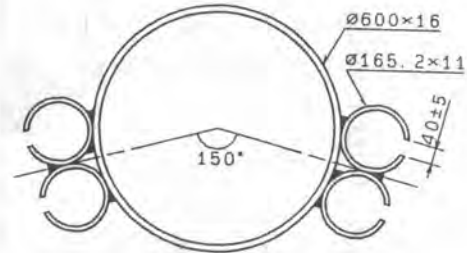
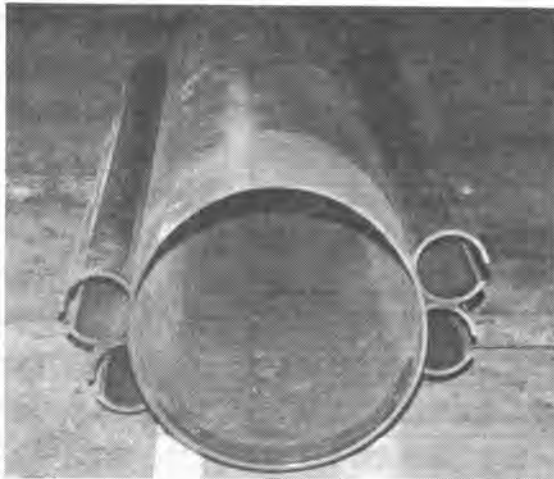


図-2 スーパーシャフト鋼管

写真-1 スーパーシャフト鋼管
 だけ小さくするという点を考慮し、全
 回転式ケーシングドリル工法による掘
 削（写真-2 参照）を中心に、継手部
 分の掘削にはエアハンマー工法を用い
 た機械施工とした。

ここで、スーパーシャフト工法の施
 工手順を図-3 に従い述べる。

(1) CD掘削機により $\phi 1200$ の孔を掘削
 し、ケーシングチューブを所定の深
 さまでセットする。

(2) ケーシングチューブの中に、スーパ
 ーシャフト鋼管を接続しながら、建て込んでいく。

(3) スーパーシャフト鋼管と孔壁間にコンクリートを打設しながらケーシングチューブを引き抜いていく。次に、その隣にコンクリートの部分がオーバーラップするように CD掘削機により、 $\phi 1200$ の孔を掘削する。(1)～(3)の作業を繰り返し、スーパーシャフト鋼管を建て込んでいく。

(4) スーパーシャフト鋼管の継手管の中をエアハンマーにより掘削する。

(5) 継手管と継手管の間のコンクリートをエアハンマーにより掘削する。

(6) エアハンマーで掘削した孔に I 形鋼を建て込む。

(7) セメントミルクを注入する。

以上の作業を繰り返し、井筒構造を完成させる。

3. 深礎工との比較

比較の対象とする深礎工は $\phi 5700$ 、深さ 60m、鉄筋量は D51 が 5000cm^2 入っている構造であり、設計抑止力としては 4500tf である。これとほぼ外径が等しく、同等の抑止力を持つように、従

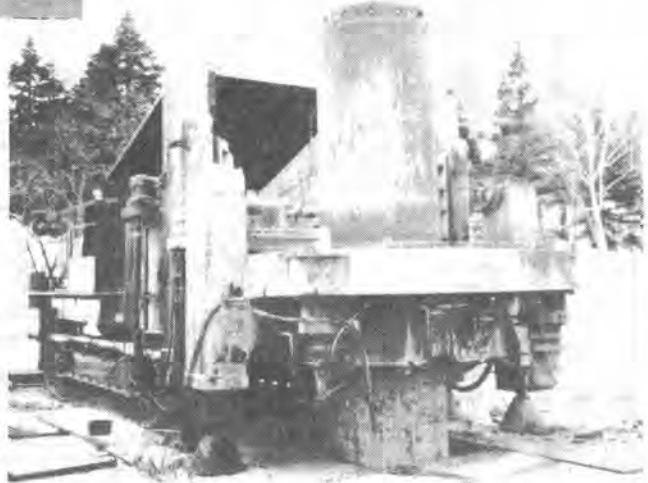


写真-2 全回転式ケーシングドリル掘削機

(1)掘削機 (2)鋼管矢板建て込み (3)コンクリート打設 (4)継手管内掘削 (5)継手間掘削 (6)I形鋼建て込み (7)セメントミルク注入

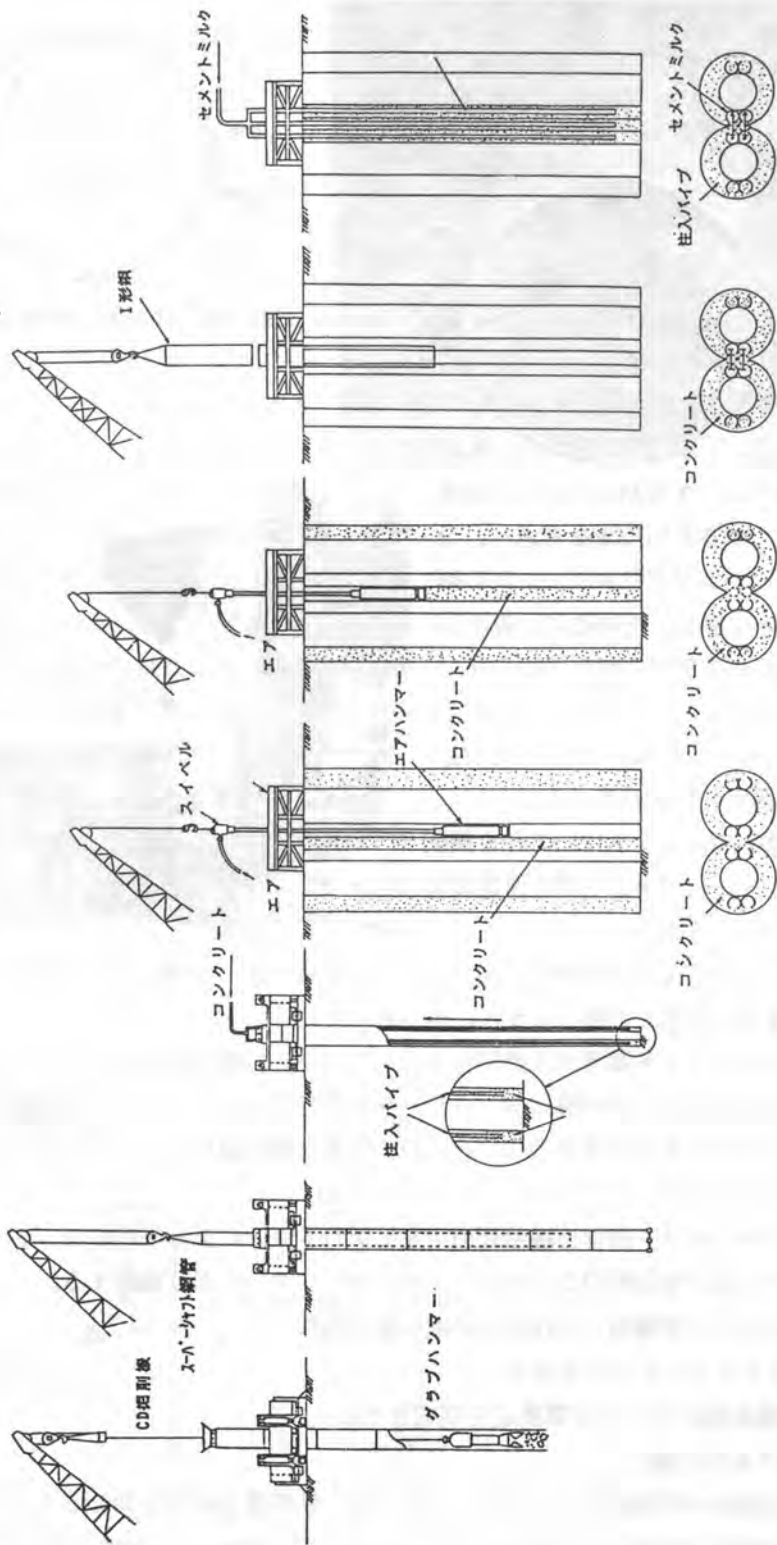


図-3 スーパーシャフト工法施工手順

来の鋼管矢板基礎工法の設計基準に準じてスーパーシャフト工の曲げ剛性を求め、地すべり抑止杭として設計を行う。その結果、図-1に示した構造となる。鋼管矢板は $\phi 600$ 、 $t18$ 、I形鋼は $394 \times 60 \times 11 \times 18$ を用いる。抑止力は 4900tf となり、深礎工と同等以上の抑止力を持つ構造をスーパーシャフト工法により施工することができる。

4. 継手部に関する実験

本工法のように鋼管を連結して井筒を構成した場合、継手部の特性が井筒としての挙動、強度を決定する。したがって、継手部の特性を正しく評価し、それを設計に取り入れていく必要がある。そこで、継手部の引張試験、せん断試験、曲げ試験、曲げせん断試験等を行った。ここでは、紙面の都合上「曲げせん断試験」の結果についてのみ報告する。

本実験は、図-4に示すように、継手管内およびその周りにセメントミルクを充填し、結合した2本の鋼管を重ね梁として曲げ試験を行い、その挙動により継手による合成効果を求めるものである。継手の形状は図-5に示すように4種類に変化させた。

図-6はNo.3、No.4の実験におけるひずみ分布である。この図より、端部のひずみが 1000μ に達した時点でも、No.3では継手が合成効果を失わず一体として挙動しているが、No.4では合成効果がかなり低くなっていることがわかる。

図-7に荷重と継手合成効率の関係を示す。合成効率(μ)とは、継手の合成効果により井筒の曲げ剛性を評価するパラメータである。1.0は井筒が完全に一体となり挙動していることを表す。

この結果、二重継手は一重継手に比べて、合成効率がかなり大きいこと、また、同じ二重継手でもセメントの拘束により合成効率が增加することが認められた。

5. おわりに

本工法により、全ての作業が地上から行え、かつ、従来の深礎工と同等の抑止力を持つ地すべり抑止工の施工が可能となった。今後、更に、合理的な設計方法の確立、経済的な施工法の開発を目指していきたいと考えている。

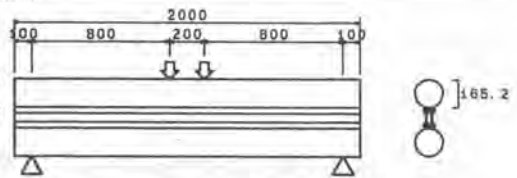


図-4 曲げせん断試験

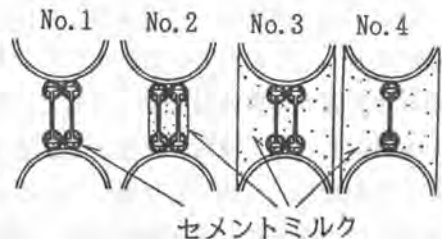


図-5 継手形状

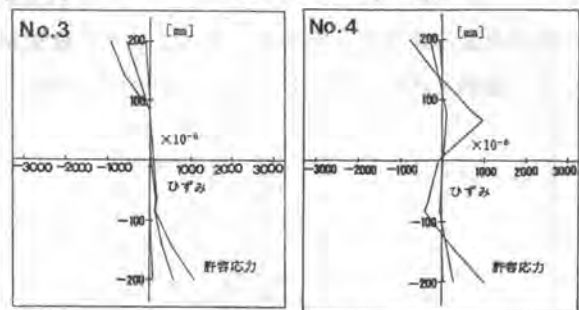


図-6 ひずみ分布

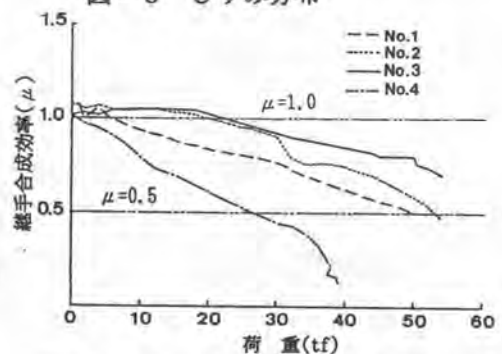


図-7 継手合成効率と荷重の関係