

硬質安山岩礫を含む地盤におけるソイルセメント地中連続壁施工

(株)大林組 ○正会員 照井太一 正会員 高橋孝輔
中日本高速道路(株) 正会員 丸山大輔
太洋基礎工業(株) 生田静夫

1. はじめに

CCC (Chain Conveyor Cutter) 工法は石炭採掘および坑道掘進機械の掘削技術を活用したソイルセメント地中連続壁工法である。掘削装置に岩盤掘削用特殊ビット等を用いることにより、従来のソイルセメント地中連続壁工法では造成が困難な硬質地盤でも補助工法を用いることなく施工が可能である。

新東名高速道路用沢工事では、スコリア主体の安山岩礫が含まれる硬質地盤において CCC 工法を用いてソイルセメント地中連続壁を造成したことから、本稿ではその結果を報告する。

2. 施工概要

本工事では、開削トンネルを施工するための土留め壁としてソイルセメント地中連続壁を造成した

(写真-1)。土留め壁の最大長さは 18.0m、最大掘削深さは 11.6m、壁厚は 75 cm で、芯材は H-350*175 を 45cm または 90 cm 間隔で設置した。地盤は GL-4.0m～13.0m では火山噴出物であるスコリアの礫質土と安山岩質細礫が主体で、最大 N 値は 150 である。GL-13.0m 以深では安山岩質中礫が主体で、所々に玉石が混在しており最大 N 値は 100 である (図-1)。事前の地盤調査結果より地盤に含まれる礫・玉石の大きさは最大 100 mm 程度と推定していたが、一部の施工区間では土留め壁の掘削時に GL-15m 付近で安山岩の大礫に遭遇し、地上に排出された礫の大きさは 600 mm 程度に及んだ(写真-2)。

施工結果(日当たりの土留め壁造成面積、ビット交換本数、ビットプレート取替え枚数)を、掘削時に大

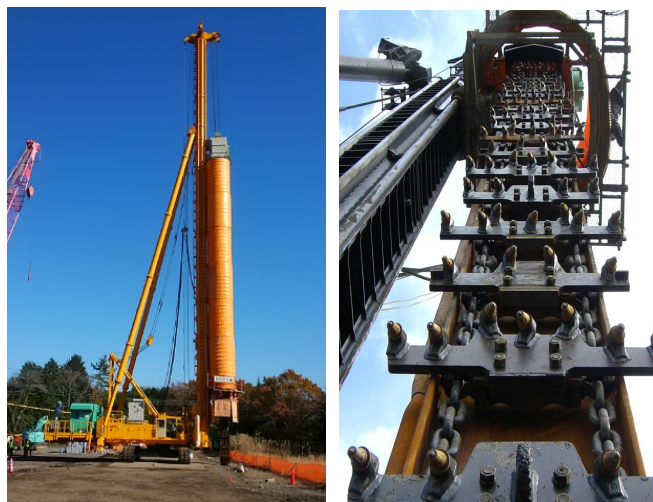


写真-1 施工状況(左)チェーンコンベア(右)

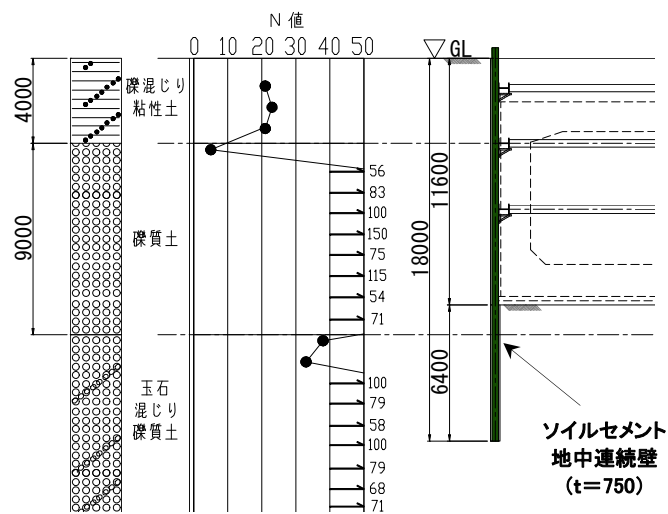


図-1 土留めおよび地盤概要



写真-2 安山岩礫



写真-3 摩耗・破損したビット



写真-4 破損したビットプレート

キーワード：CCC 工法、ソイルセメント地中連続壁、スコリア、安山岩、硬質岩礫

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組土木本部生産技術本部技術第二部 03-5769-1302

表-1 施工結果

区間		排出 区間	非排出 区間	(合計)
施工日数	(日)	8	19	27
土留め壁面積	(m^2)	832.5	2053.0	2885.5
	($\text{m}^2/\text{日}$)	104.1	108.1	106.9
ビット交換	(本)	389	280	669
	(本/日)	48.6	14.7	24.8
ビットプレート 交換	(枚)	37		37
	(枚/日)	4.6		1.4

礫が排出された施工区間（以下、排出区間）とそれ以外の区間（以下、非排出区間）に区分して表-1に示す。摩耗・破損したビット（写真-3）の交換本数は非排出区間では14.7本/日、排出区間ではその約3倍となる48.6本/日であった。また、破損したビットプレート（写真-4）の交換は非排出区間では不要であったが、排出区間では4.6枚/日の取替が必要となった。土留め壁の造成面積は排出区間では104.1 $\text{m}^2/\text{日}$ 、非排出区間では108.1 $\text{m}^2/\text{日}$ とほぼ同等であった。これより、安山岩大礫の掘削が掘削装置に大きな負荷となり部品の交換が多くなったものの、日あたりの造成量を大きく低下させる事無く施工することが出来た。

3. 掘削能力の検証

掘削により地上に排出された安山岩礫から3本の供試体をコアサンプリングし、岩石の圧縮強さ試験を行った。その結果、圧縮強さの平均は250.3 N/mm^2 （241 N/mm^2 、245 N/mm^2 、265 N/mm^2 ）であった。積算基準¹⁾ではパーカッション工法の併用が必要とされる硬岩(Ⅱ)に分類される地盤の圧縮強さは100 N/mm^2 であることから、CCC工法の掘削能力の高さが分かる。これらは、掘削装置の高いチェーン張力とコニカル（円錐）型のビット形状により生み出される（図-2）。ビットは母材となるクロムモリブデン鋼の先端にタングステンカーバイドを主成分とする超硬チップが溶着されており（シャンク径25 mm ）、岩塊掘削時に鋭い刃先に力を集中させて大きな応力を与える機能を有している。ここで、コンベアチェーンの張力から伝達され、ビット先端に発生する応力を岩にくさびが垂直に圧入する場合のモデル²⁾を用いて算定する。岩塊掘削時にビットプレートに作用する力Fは以下の通りである。

$$F = T_c + W = 591\text{kN}$$

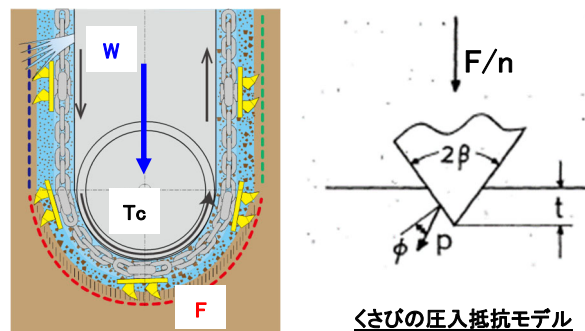


図-2 ビットの掘削モデル

ここに、 T_c ：チェーン張力270 kN 、 W ：コンベアカッター自重321 kN

1個のビットが岩塊に発生させる応力 p は以下の通りである。

$$p = e \times F / A_b / n = 492.5\text{N}/\text{mm}^2$$

ここに、 e ：掘削部への伝達効率0.7、 A_b ：ビット先端の平均面積120 mm^2 、 n ：ビットプレート1枚あたりのビット本数7

これより、応力 p は排出された安山岩礫の圧縮強さの約2倍となることから、十分な掘削能力を有していることが分かる。しかし、実際の岩塊掘削では7本のビットに均等にチェーン張力が伝達される訳ではなく、特にビットプレート両端側に取付けられたビットの掘削抵抗が大きくなるため、安山岩礫の掘削ではビット交換等が多くなったと推定される。

4. まとめ

CCC工法の適用地盤条件は最大 N 値を100、岩の最大圧縮強さを5 N/mm^2 、最大礫径を100 mm までとしており³⁾、これ以外の地盤については試験施工等を実施したうえで適用の可否を判断している。本工事では施工段階で圧縮強さ約250 N/mm^2 、最大径600 mm 程度の岩礫の存在が明らかとなり、掘削装置の部品の交換は多くなったものの計画工程通りにソイルセメント地中連続壁の造成を完了したことから、硬質地盤に対するCCC工法の適用性の高さを確認できた。

参考文献

- 1) (一社)日本建設機械施工協会：大口径岩盤掘削工法の積算 令和元年度版
- 2) 西松裕一：岩石の切削抵抗と強度特性，日本鉱業会/85
- 3) CCC工法協会：CCC工法標準積算資料，平成27年10月版