

# 柱列式ソイルセメント地中連続壁の

## これまでと将来像

——排出泥土低減から硬化材削減型まで——

村上正（正会員 ECW工法協会会員）  
野中稔（ECW工法協会会員）

人と土のかかわりは、人が土の上に生活するようになってから常に存在し、生活の場として掘削したり、盛土したり、土を動かすことは日常必要不可欠なことであった。そしてその土を安定させるために土留工、山留工が発達した。

ここでは仮設土留壁についてその変遷を述べ、さらに現在よく使用されている柱列式ソイルセメント地中連続壁の現状とその改良型および将来について述べる。

### 仮設土留壁の変遷

日本において、人が生活のためにつくった堅穴住居は旧石器時代（3〜4万年前）から古墳時代（3紀末〜6世紀）には建物本体こそは確認されていないが、直径もしくは一辺が4〜7m前後の円形や四角形の底の平らな穴が数多く見つかっている。また土壁や土壇など土を盛る工事では「版築」という築造法があり、板枠内に土を盛り、一層づつきねを用いてつき固めるもので、

古く中国殷代（紀元前1700年〜1100年）に始まり、版築は現在まで工事に採用されている。日本には古墳時代に伝わり、盛んに用いられるようになった。現存例では法隆寺大垣に見られる。

4世紀末から5世紀頃、河内に強大な政治勢力である河内政権が出現し、河川をコントロールし、耕地を開発した。そのときになされた堀江の開発や茨田堤<sup>まんのつみ</sup>の築造は有名である。木杭工の遺跡としては、8世紀頃の大坂府五反島遺跡から神埼川の堤防の改修に莫大な数

の木杭を並べて打つてあるのが見つかっている。

このように古来より、斜面の掘削や盛土、地下構造物をつくるためには、土留や山留は欠かせられない技術であった。その技術は木杭を並べて打つ工法から、縦杭の間に横板を並べる工法、さらに水密性を上げるために木製矢板の使用へと進んだ。鉄鋼の開発が進むと鋼矢板が使われるようになり、さらに断面係数を上げるために、鋼管矢板まで使用されるようになった。しかし、地下構造物の深度は

深くなる一方で、たとえば地下鉄も二重構造、三重構造になり、地下河川や地下高速道路を建設するようになった。これら仮設土留工に鋼材だけを使用している、莫大な費用がかかることになり、施工も困難であった。そこでこれらに代替するものとして、柱列式ソイルセメント地中連続壁が考案された。以下、その工法の概要と、その改良型を説明し、将来像として、材料にも新しいものを使用して、コスト低減や、環境負荷低減を図るものである。

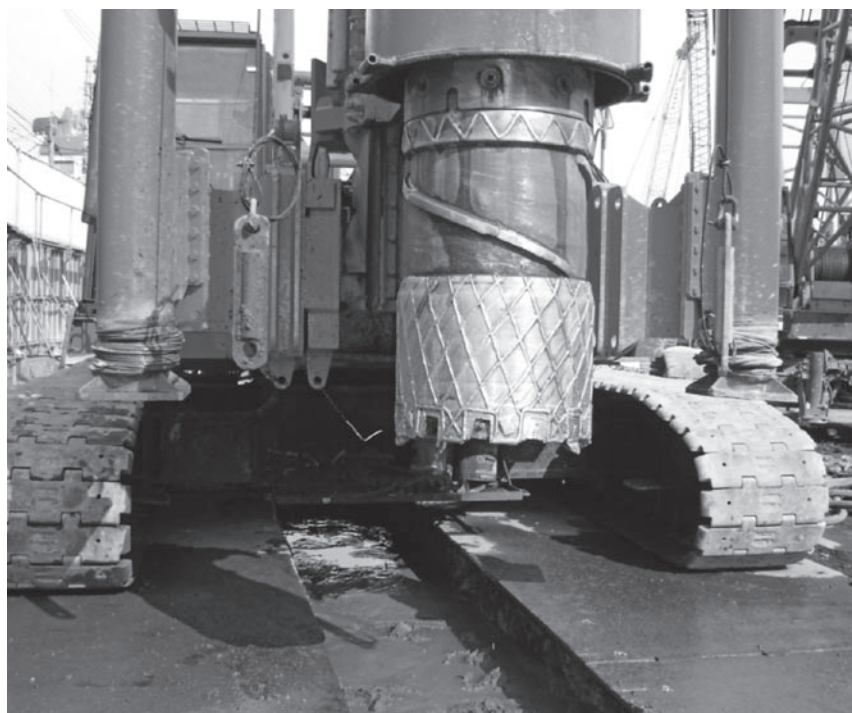


写真1 ECW-I型(A・B工法)削孔装置

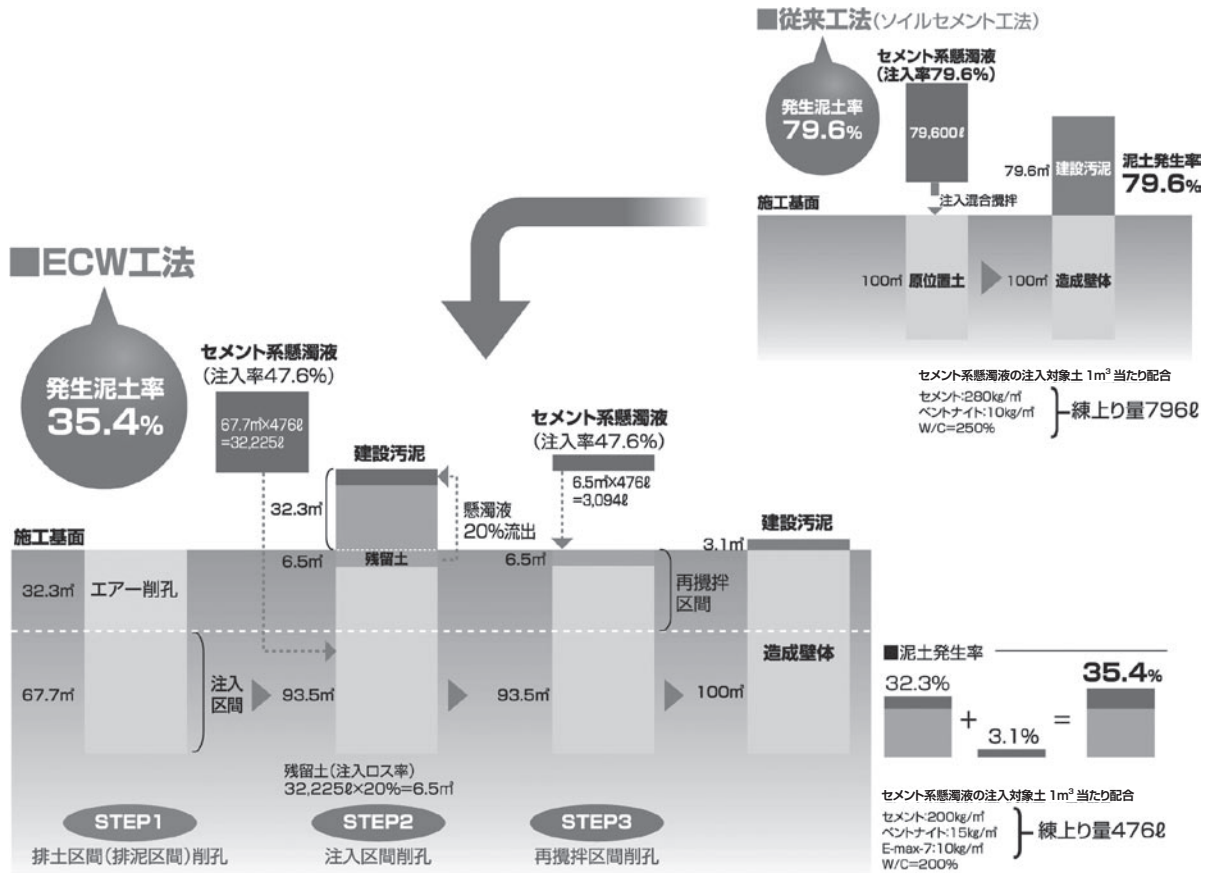


図1 柱列式ソイルセメント地中連続壁の工程図 (従来工法とECW工法の比較)

ソイルセメントとは、現場で土（シル）とセメントを混合し、地中に壁体を構築するものである。これは1981（昭和56）年頃に一企業が考案して事業化したもので、建設業界では画期的なものであった。現場の土とセメントを混合して、構造物をつくることは、品質管理上好ましくないとされていたが、仮設構造物に限り使用が許された。遮水性を上げるために独特な工法を考案、壁厚を大きくしたり、大深度施工を可能とするため大きな断面係数をもつ芯材を挿入したり、高さの制限のあるところでは低空頭機を開発したり、硬い地盤のところでは先行削孔をするオーガースクリューに切り替えたり、地盤改良のために専用スクリーユを付けて改良面積を拡大できるようにしたりし

### ソイルセメント 地中連続壁工法の概要



写真2 ECW-II型 5軸装置

### 改良型の開発

従来の工法では、大量の排出汚泥が発生し、さらに硬化材を使用しているため産業廃棄物として扱われ、その処理に莫大な費用がかか

て、その利便性、低廉性、低公害性から、その利用は急速に伸び、開発から15年を経過した1990（平成2）年にはその利用はピークを迎えた。その半面、大量の排出汚泥が発生するという問題が課題として残された。



写真3 ECW-II型 大口径3軸装置

表1 ECW工法の分類

ECW-I型	概要	硬質地盤対応型 2 軸同軸式ソイルセメント壁 2 軸同軸式アースオーガーにより、単軸でソイルセメント柱列壁を造壁する工法 削孔径φ 680 ~ 1080
	・A 工法	2 軸同軸式アースオーガー内に取り込まれた土砂はいったん地上に排出した後、注入区間に硬化液を注入する方法 地下水位が低く削孔壁が崩れにくい（自立）地質の場合最初の排出土砂は一般土砂として処理できる
	・B 工法	2 軸同軸式アースオーガー内に取り込まれた土砂はそのままに、注入区間へ硬化液を注入する方法。地下水位が高く削孔壁が崩れやすい地質の場合
ECW-II型	概要	多軸式ソイルセメント壁 I型と同様に独自の硬化材注入システムにより、排出汚泥および硬化材を削減できる。混練機構が多段階合方式で攪拌翼が密に配置されていることから保留水量が少なくても混練性が従来工法に比べ向上している
	・5 軸式	削孔径φ 550 ~ 650、1 セット当たり打設長：1.8m 従来工法の 3 軸機の 2 倍の打設長となり、工期短縮、工費の大幅削減ができる
	・3 軸式	削孔径φ 850 ~ 1100、1 セット当たり打設長：1.2m ~ 1.4m

柱列壁を構築する工法で、排土区間土砂を 2 軸同軸式アースオーガー内に取り込み、いったん地上に排土した後、注入区間に硬化材を注入する方法で、先行杭の排出土は一般残土として処理できる。この削孔径はφ 680 ~ φ 1080 ㎜であり、多軸式では施工不可能な地質の施工を可能にする形式のものである。B 工法は 2 軸同軸式アースオーガー内の土砂は途中排土しない工法である。写真 1 は I 型削孔装置であり、図 1 は ECW-I 型（A 工法）の工程を示し、その上に従来工法の工程を示して、両者の比較をしている。

かる。この排出汚泥を削減することとは、コスト縮減になるばかりか、環境保全のうえでも役立つこととなる。特別な機械設備や薬剤を用いることなく、硬化材の注入方法を見直すだけで、排出汚泥を削減

するエコノミーでエコロジーな工法「エコロジーウォール」(ECW工法)を開発した(国交省新技術提供システムNETIS登録)。ECW工法はフィールド事業で数多くの試験を行い、日本建設機械化協会

から建設技術審査証明書も取得している。  
ECW-I型(A工法)は、地質条件により従来の多軸装置が適さないケースでも、2 軸同軸式アースオーガーにより単軸ソイルセメント

の硬化材注入システムにより、排出汚泥および硬化材も削減できる。混練機構が多段階合方式で攪拌翼が密に配置されていることから、含水量が少なくても混練性が従来工法に比べ向上し、強度・遮水性にいたっても良質のソイルセ

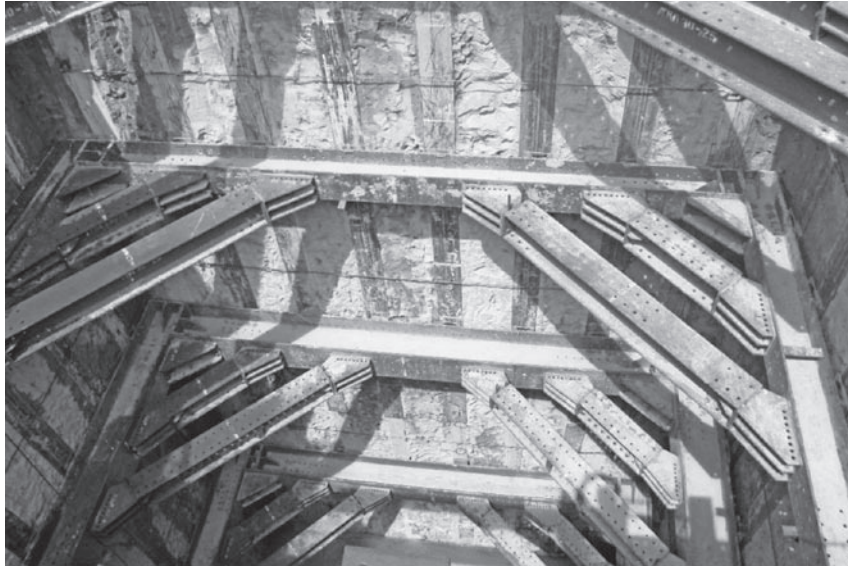


写真4 大阪府下 立坑壁面状況

従来工法とECW工法のCO<sub>2</sub>排出量比較

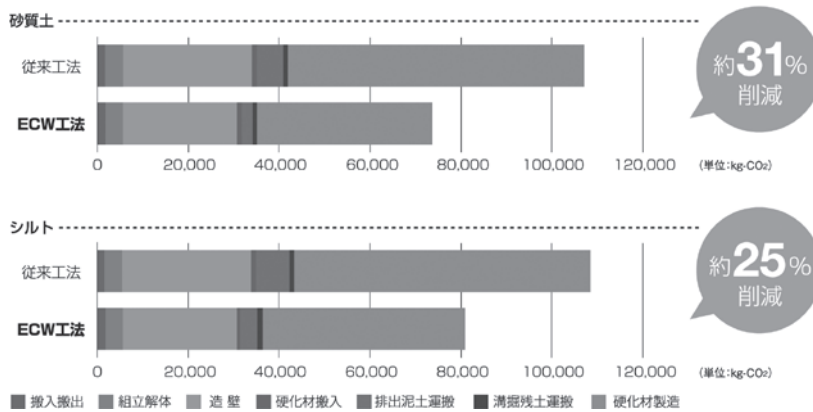


図2 従来工法とECW工法のCO<sub>2</sub>排出量比較

メント壁が形成できる。写真2は5軸機の削孔装置と攪拌翼(多段噛合方式)の全容であり、写真3は3軸機の削孔装置と攪拌翼である。

以上の工法の改良についてまとめたものを表1に示す。また本工法の施工実績の例として、大阪府下で施工した立坑の壁面状況を写真4に示す。この立坑はECWII型で先行削孔し、先行削孔した間

を多軸式ECWII型で削孔し、造壁した。

本工法の実績に対する影響を考えると、従来工法とECW工法のCO<sub>2</sub>排出量を試算し、比較した。ソイルセメント壁の製造工程には、硬化材(セメント・ペントナイト)の製造、施工現場への運搬、機材搬入組立、溝掘り、残土運搬、ソイルセメントの造壁、芯材挿入、排出泥土運搬、建設汚泥処理とがある。

最も顕著なCO<sub>2</sub>の排出は硬化剤の製造過程であるから、硬化剤使用量の削減はCO<sub>2</sub>の排出量の削減に大きな効果がある。ECW工法のCO<sub>2</sub>排出量の削減率は、従来工法に対して、砂質土の場合は約31%となり、シルトの場合は約25%となる。図2は砂質土の場合とシルトの場合で従来工法とECW工法のCO<sub>2</sub>排出量の比較を図で示したものである。

さらに、硬化材への添加物として、製紙工場から発生する副産物(製紙かす)を原料とするリサイクル製品を利用する方法も考案し、特許も取得している。

### ソイルセメント工法の将来像

今後、大深度地下構造物はますます増加すると思われる、それに対応できるよう、大口径での施工性能、強度、遮水性などの向上を図ることが急務となる。さらに建設業においてもエコロジカルなものの追求から、リサイクルの製品の活用をさらに進めていく必要がある。そして、ソイルセメント工法の新しい活用分野として、河川堤防の芯材への利用、地下貯水ダムの遮水壁、汚染土壌の封じ込め壁など、広い分野での活用が期待される。

謝辞…この報文を作成するにあたって、(株)丸徳基業取締役大阪支店長子玉英夫氏および技術部長塚越吉昭氏より資料提供など多大の協力をいただいたことに深く感謝する。

# 執筆者紹介



**村上 正 MURAKAMI Masashi**

正会員  
ECW工法協会会員

〔記事〕 P.46 CEレポート(柱列式ソイルセメント地中連続壁のこれまでと将来像)

京都大学大学院修士課程修了後、大阪市において港湾整備 都市計画に従事。現在、仮設土留壁のECW工法協会に所属。



**野中 稔 NONAKA Minoru**

ECW工法協会会員

〔記事〕 P.46 CEレポート(柱列式ソイルセメント地中連続壁のこれまでと将来像)

静岡県生まれ、1961年早稲田大学土木工学科卒、機械販売商社に勤務、建設機械、大口径シールドマシンの輸入に従事。現在、仮設土留壁のECW工法協会に所属。