

NEOソレタンシュ工法の開発について

ライト工業株式会社

正会員 ○宇梶 伸

1. はじめに

固化固結系地盤改良工法の一つである薬液注入工法は、おもに仮設時の止水・強化の目的に適用され、近年では地震時の液状化対策の分野へとその適用範囲を広げている。この中で最も信頼性の高い工法としてソレタンシュ注入工法が挙げられる。この工法は二重管ダブルパッカー工法の原型にあたり、削孔と注入作業が独立した管理のもとに行われる。未固結地盤における薬液注入の基本的な施工方法は、粗詰め注入による前処理後に間隙への浸透注入を行う手順が用いられるが、品質効果の向上を目的として専用の注入外管による繰り返し施工を可能としている。NEOソレタンシュ工法はソレタンシュ注入工法の施工法を基本とし、大型形状の改良を図ることによって従来の施工法に比べて経済性の面で優れたものとしている。

2. 注入工法の歴史

国内での注入工法事例は、長崎の松島炭鉱にて大正7年(1915)に行われたものといわれている¹⁾。セメント注射法と称され、この約100年前の施工法が後にトンネル工事やダム基礎処理で用いられた単管工法となる。

高度経済成長期には仮設工事での止水目的の薬液注入工法として広く用いられ、当初は高分子系材料も見られたが、薬害事故への反省から昭和49年(1974)以降は環境に配慮して水ガラス系材料に使用が限定されている。また同時期に施工法が単管式から二重管式へと移行している。現在見られる工法及び材料の基本形は、この当時(昭和50年代)に形作られている。平成7年の兵庫県南部地震後にはこの基本形を元にして、液状化対策としての技術開発²⁾が行われている。概略の年表を表-1に示す。

表-1 注入工法に関する技術の概略年表

西暦(元号)	工 法	材 料	備 考
1960(昭和35)	単管工法	セメント 粘土 水ガラス MI法(1951), LW法(1961)	松島炭坑(1915) 丹那トンネル, 関門トンネル, 青函トンネル
1970(昭和45)	ソレタンシュ注入工法(1971) 二重管ロッド瞬結(1975頃)	有機系反応材(1965~1975頃)	薬害事故(1973) 建設省「暫定指針」(1974)
1980(昭和55)	インナー注入工法(1979) 二重管ロッド複合(1980頃)	シリカライザー(シリカゾル)(1978) シラクソル(超微粒子スラグ)(1984)	御徒町トンネル事故(1989) 建設省「施工管理」(1990)
1990(平成2)	浸透固化処理工法(1996)	エコシリカ(活性シリカ)(1998)	兵庫県南部地震(1995) 新潟県中越地震(2004)
2000(平成12)	曲り浸透固化処理工法(2002)		
2010(平成22)	NEOソレタンシュ工法(2009)		東北地方太平洋沖地震(2013)

3. 開発の概要

ソレタンシュ注入工法は昭和46年(1971)に仏国より導入され、難易度が高い条件での補助工法として用いられてきた。一次注入材にセメントベントナイト懸濁液等を用いて地山中の亀裂や層境など不均質な箇所を充填した後、二次注入にて砂や砂礫の間隙への浸透を図る工法である。未固結地山を対象とした工法としてはもっとも信頼性の高い工法である。品質の高い施工が可能な反面で、施工費の高さが課題である。

平成8年(1996)には浸透固化処理工法³⁾が液状化対策目的に開発され、本設目的に適用可能な材料とともに工費抑制を大きな目的として、一つの注入箇所による浸透範囲をより大きく広げるよう開発されている。兵庫県南部地震(1995)における液状化被害を受けて、既設構造物直下直近への施工法としてゆるい砂質土へ

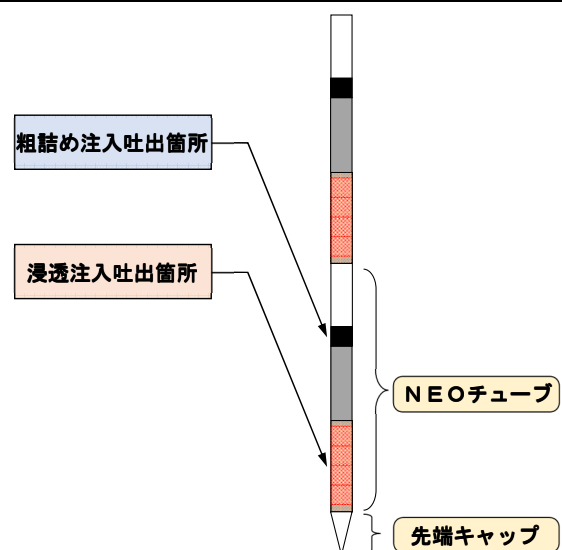


図-1 NEOチューブの構成例

キーワード： 地盤改良 薬液注入 大型改良

連絡先 〒102-8236 東京都千代田区九段北4-2-35 TEL 03-3265-2551

の適用を目指し開発された。注入速度を現場での限界注入速度試験⁴⁾にて決定し、低圧力かつ大きな吐出で大型改良径を形成する工法である。ソレタンシュ注入工法では注入外管（マンシュエッチューブ）周囲をスリーブグラウトで充填するが、これを布スリーブとして吐出口周囲を裸孔とする。初期の浸透面積を広くすることで大型形状の浸透を図っている。しかし、粗詰め注入が無い場合、条件によって逸走防止の事前処理が必要となる。

NEOソレタンシュ工法では上記の2工法が持つ長所を活かしている。注入外管にて粗詰め注入箇所と浸透注入箇所とを分離しておき（図-1）、削孔工程時にバルーンを膨らませ浸透注入箇所の注入空間を形成し、大型形状の浸透改良を図っている。粗詰め注入による不均質な箇所の前処理を行うとともに、低圧力かつ大きな吐出にて大型改良径の施工を行う。注入空間形成（図-2）の工程は増えるが、大型径の形成により削孔本数および注入作業の軽減が図られている。これら3つの工法（注入方法）の比較を表-2に示す。なお削孔工についてはほぼ同様で、ケーシング管による削孔を行って注入外管を建て込む方式が一般には用いられている。

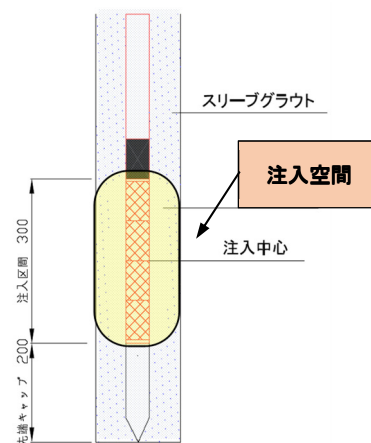


図-2 注入空間の形成概略図

表-2 NEOソレタンシュ工法との注入方法の比較

工 法	ソレタンシュ注入工法 (二重管ダブルバッカー工法)	NEOソレタンシュ工法	浸透固化処理工法
略 図			
概 要	・注入外管埋設により同一箇所でも繰り返し施工が可能である。 ・粗詰め処理の後に浸透注入を行う。このため、土質の変化等による注入材の逸走防止が得られる。	・注入外管埋設により同一箇所でも繰り返し施工が可能である。 ・大型改良に粗詰め処理が加わり、土質の変化等による注入材逸走を防ぐ効果が得られる。	・注入外管埋設により同一箇所でも繰り返し施工が可能である。 ・初期の浸透面積を大きく取ることで、大型改良が可能である。 ・液状化対策としての実績に富む。
使用注入材料	一次注入：セメントベントナイト 二次注入：シリカゾル等	一次注入：セメントベントナイト 二次注入：シリカゾル等	活性シリカ等 (粗詰め注入は行わない)
注入孔間隔	0.8～1.2m程度	1.0～2.0m	2.0mを標準とする
注 入 速 度	8～100/min程度	10～150/min程度	10～150/min程度
適 用	止水改良 地盤強化	止水改良 地盤強化	液状化対策 等

4. 工法の適用

開発から約10年の現場適用では止水目的の施工が多く、施工目的から粗詰め処理は必要だが、地盤の不均一性が比較的少なく、ソレタンシュ注入工法ほどの施工精度は必要とされない条件である。同一現場にて必要な改良効果の差異による上記3工法の組合せも可能であるが、現場条件毎の適正な選定に留意が必要である。また、変位計測機器との連動によるICT化が適用可能である。

【参考文献】

- 1) 樋口芳郎編：注入・圧送・吹付工法詳述，技報堂出版，p527-528，1983。
- 2) 山崎浩之・前田謙一・高橋邦夫・善功企・林健太郎：溶液型注入固化材による液状化対策工法の開発，港湾技術研究所資料，No. 905，1998。
- 3) (一財)沿岸技術沿岸技術センター：浸透固化処理工法技術マニュアル（2010年度版），沿岸技術ライブラリーNo. 36，2010。
- 4) 森麟・田村昌仁・小峯秀雄・小川雄二：薬液注入において浸透固結形を考慮した限界注入速度の決定方法，土質工学会論文報告集，Vol. 33，No. 3，159-169，Sept，1993。