

III-107 加水反応型地盤注入薬液の固結に関する模型実験について

大林組技術研究所 齊藤二郎

" ○内藤和章

" 岡田純二

東邦化学工業研究所 佐野宏平

1. まえがき

従来の地盤注入薬液は、主剤と硬化剤を、それぞれ別の系統で地盤中に注入して反応せしめ、地盤を固結あるいは止水するものであるが、最近、主剤のみを注入して、硬化剤として地盤中の水を利用する1液タイプのものが注目されるようになった。このタイプの薬液は、多くの特徴を有していることに着目して、大林組と東邦化学は水溶性ポリウレタン樹脂を主成分とする地盤注入薬液を開発した。この薬液の特徴を列記すると、つぎのごとくである。

(イ) 加水反応型であるので、地盤中の水を硬化剤として利用すれば、従来の薬液のように、混合、反応不完全により固結しない部分が少ないので有効であると共に、地下掘削中に起つた激しい湧水等による流水地盤中において、流失が少なく、止水性が優れている。

(ロ) 薬液が水溶性であるので、注入工事の目的に応じて、任意の薬液濃度で使用する（2液1系統式）ことにより、経済化することができる。

(ハ) 薬液は、反応時に炭酸ガスを発生するので、その発泡圧と、薬液の界面活性作用により、粘度が高いにもかかわらず、浸透性が優れている。

(ニ) 反応時の炭酸ガスの発生により、一定の薬液量に対して、固結体積が大きい。すなわち、きわめて大きい有効固結率を得ることができる。

(ホ) 固結体は、ゴム状弾性を有しているので、地盤に生じたひずみ等に、十分追従できる。

(ヘ) 土粒子との付着力が大きいので、高強度の固結体が得られると共に、引張強度が大きい。

(ト) 特に地盤の強化が要求される場合や、流水のきわめて激しい地盤では、1液注入が可能である。以上の特徴を有する水溶性ポリウレタン樹脂の特性を明確にするために、各種模型実験を行なったので、以下に、その結果について述べる。

2. 薬液の基本的性質

本薬液には、水溶性ポリウレタン樹脂を主成分とした10グレードあるが、そのうちの代表的なものの基本的性質を、(表-1)に、経時粘性曲線を(図-1)に示す。(表-1)によると、原液の粘度は、80~4000CPSであるが、薬液濃度10%では、大略10CPSとなる。粘度は、一般の薬液にくらべて、やや高いが、既述のごとく、発泡性と、界面活性作用により、薬液の浸透性は優れている。なお、(図-1)に、酸、アルカリ性の経時粘性変化に与える影響を図示したが、これによるとこれらの影響は、ほとんどないといえる。

3. 模型実験による薬液の特性の解明

1. で述べたごとく、本薬液は、強度、浸透性、膨張性、付着力、ゴム状弾性、止水性において、従来の薬液にはみられない特異な性質を有している。これらの特性を明らかにするための模型実験を

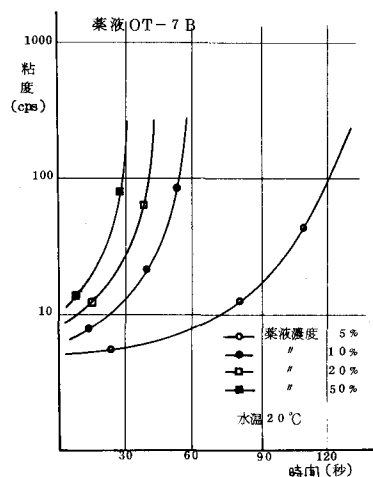
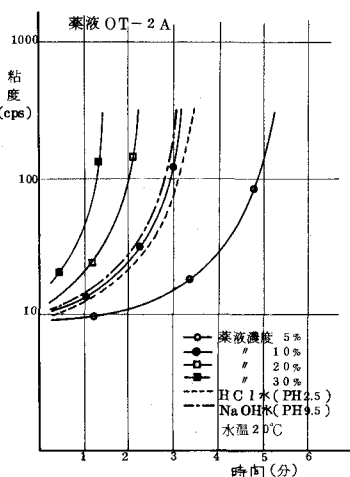
薬液名	外 観	比重 (20℃)	粘度CPS (20℃)	凝固点 ℃	PH(20℃ 10%水溶液)	ゲルの形態
OT-1B	淡黄色透明	1.05	80	-10	4.4	均一、白色ゴム状ゲル
OT-2A	同 上	1.11	400	6	4.6	"
OT-7B	同 上	1.07	200	2	4.5	均一、半透明寒天状ゲル

(表-1) 代表的薬液の基本的性質

行なつた(ただし、浸透性と膨張性に関する実験を除く)ので、以下、その方法と、結果について述べる。

(3-1) 薬液濃度と強度の関係

(図-2)に示すとき、直径5cm、高さ10cmのモールドに、標準砂310^gを詰め(単位重量1.58^{g/cm³}、間ゲキ比0.67)水で飽和させた後注入孔から、OT-2Aを所



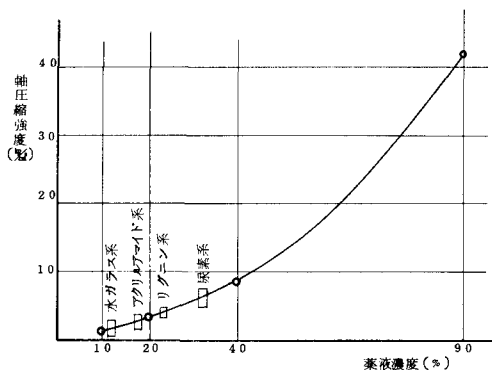
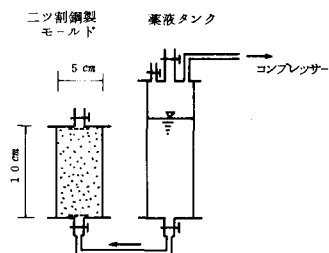
(図-1) 代表的薬液の経時粘性曲線

定の濃度になるよう水と均一に混合したもの、および、原液のままのものを注入して、1日養生した供試体の一軸圧縮試験を行なつた結果を(図-3)に示す。同図に、一般の薬液を用いた場合の一軸圧縮強度(試料土の性質は、本実験におけるものと同一)を比較のために記入した。[参考文献(1)参照]

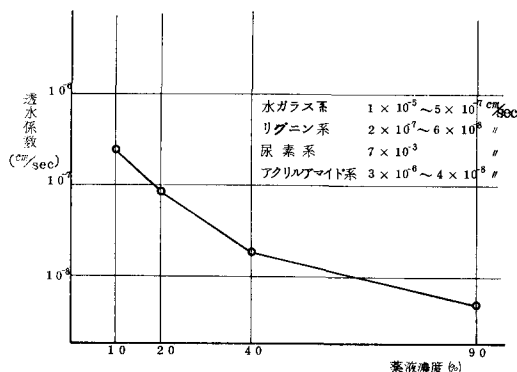
(3-2) 薬液濃度と透水係数の関係

(3-1)と同一の供試体を作製して、室内透水試験を行なつた

結果を(図-4)に示す。同図に一般の薬液を用いた場合の透水(図-2) 供試体作製用モールド



(図-3) 固結標準砂の一軸圧縮強度と薬液濃度の関係

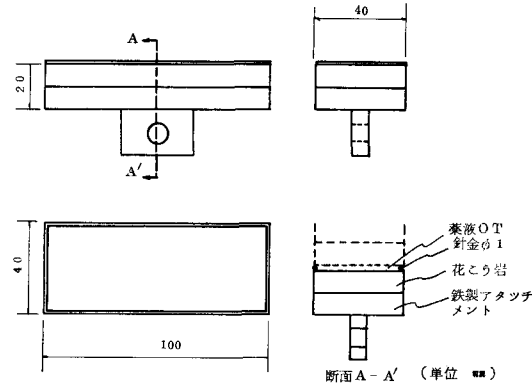


(図-4) 固結標準砂の透水係数と薬液濃度の関係

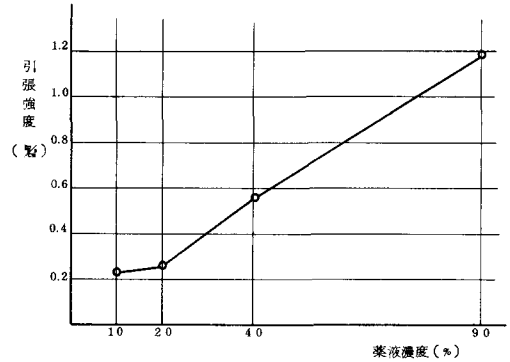
係数を、比較のために記入した。これによると、薬液濃度が低くなると、透水係数が高くなる。

(3 - 3) 付着性

硬化した薬液と、土粒子との付着力は、固結土の強度、流水地盤における浸透圧に対する抵抗力に影響を与える。本薬液は、その化学的作用と、反応時の膨張圧発生による物理的作用により、土粒子等と、強力に付着する。この付着力を測定するために、(図 - 5) に示す装置を作製して、花崗岩との付着力を測定した。薬液濃度を種々変化させ、引張強度 (材令 1 日) を測定した結果を (図 - 6) に示す。これによると、かなり大きい付着強度があることがわかる。



(図 - 5) 花崗岩との付着強度測定装置



(図 - 6) 花崗岩との付着強度測定結果

(3 - 4) ゴム状弾性

本薬液は、ポリウレタンを主成分としているので、固結した土砂は、ゴム状弾性を有している。この性質を明らかにするために、(3 - 1) と同一の供試体を用いて、くり返し一軸圧縮試験を行なった。薬液濃度を種々変化させて試験した結果を (図 - 7) に示す。これによると、薬液濃度が低い場合を除いては、残留ひずみが小さく、ゴム状弾性を有していることがわかる。

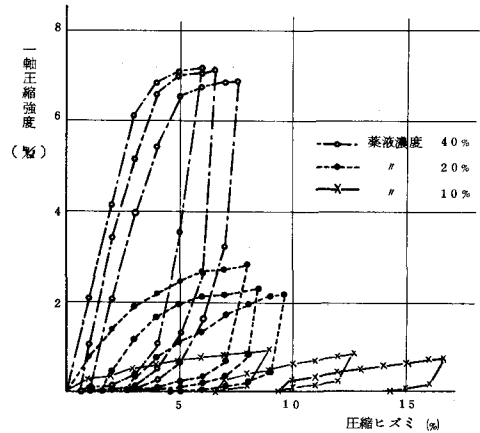
(3 - 5) 流水地盤における止水性

本薬液の大きい特徴の 1 つに、流水地盤中での止水性が優れていることがあり、これは、参考文献(2)において、小型模型実験により確認されている。

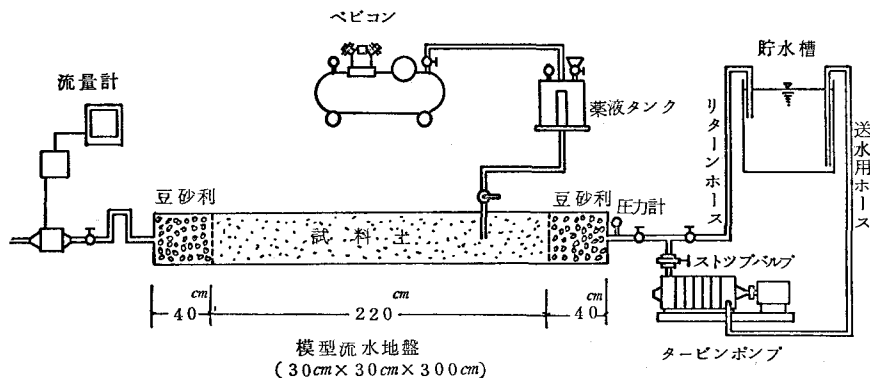
そこで、ここでは、(図 - 8) に示すとき大型流水地盤実験装置を作製して実験を行なった。流速は種々変化させることができ、装置の中央付近に、薬液注入孔を装備している。

試料土は川砂で、有効径 $D_{10} = 0.3 \text{ mm}$ 均等係数 $U_c = 2.7$ 透水係数 $k = 3.8 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ である。

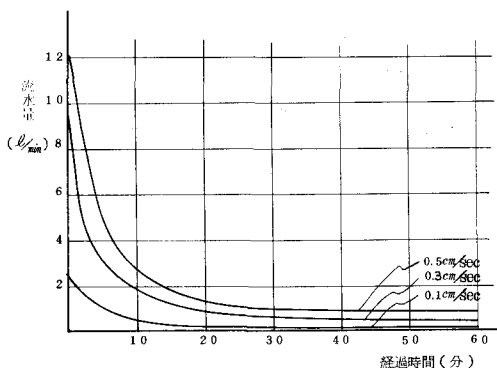
薬液 5 ℓ を原液のまま 1 液注入した場合の流水量の経時変化を (図 - 9) に、流速 0.5 cm/sec の場合の固結状態を (図 - 10) に、有効固結率を (図 - 11) に示す。(図 - 10) および (図 - 11) によると、流速がかなり大きい場合でも、固結土移動距離が小さく、有効固結率も大きいので、固結性は優れている。



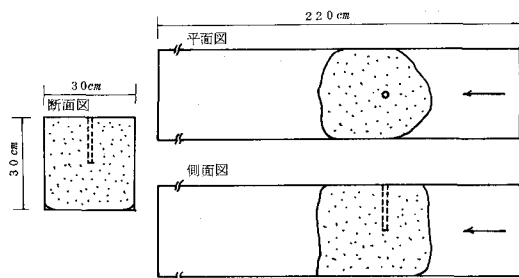
(図 - 7) くり返し一軸圧縮試験結果



(図-8) 流水地盤中における止水実験装置



(図-9) 流量の経時変化



(図-10) 流速 0.5 cm/sec の場合の固結状態

るが、(図-9)によると、固結土の透水係数がやや大きいといえる。

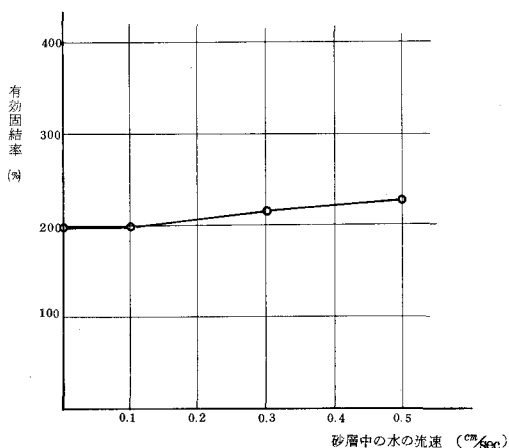
4. あとがき

以上、水溶性加水反応型注入薬液の特性について述べたが、実際の施工に当つては、かなりの技術が必要である。この点については、野外実験や現場実施を通じて、研究中である。

なお、本薬液は、地盤注入の他に、構造物接合部やクラックからの漏水防止、法面浸蝕防止、防振、サンプリングのための固結等多くの利用法がある。

参考文献 1. 三木；地盤注入工法の合理化一試験・調査および判定法，施工技術 10，1969

参考文献 2. 三木他；加水反応型地盤注入薬液の動水中における固結特性、第4回土質工学研究発表会、昭和44年6月



(図-11) 流水地盤中の有効固結率