

Ⅲ－B 209 流れのある地盤中での薬注凝固体の形状測定 … 上流に障害物がある場合

茨城大学工学部 会員 野北舜介、会員 桑原祐史、Tan Hooi Chieng

1. はじめに

薬注工事には、長い歴史の中で多くの技術が開発導入され工事の信頼性が高められて来たが、対象地盤の多様性から現在でも経験に頼る部分が多い。ここでは、単純な地盤条件（均一砂地盤で伏流水のある場合）での薬注凝固体の形状を実験により検討する。

2. 実験装置と実験条件

Table 1 Experimental Conditions

使用した薬液：	A液＊JIS3号水ガラス50％濃度溶液	150g
	B液＊エチレンカーボネート10％溶液	150g
	硬化剤（炭酸水素ナトリウム）をB液に5％添加	
薬液注入速度：	400ml/min，注入時間：	50sec
伏流水速度：	0 ないし 2.5cm/min	
固結時間：	180sec	

流れる様にした。

薬液の注入方式を1ショットとし、あらかじめA液とB液を混ぜ合わせて1台のポンプ②で注入した。注入管には外径1.8cmの塩ビ管を使用し、均等な薬液の注入をはかるために径2mmの注入孔を同一円周上の8箇所に開けた。この注入管を注入孔が砂層深さ18cmになるように垂直に（間隙水流に平行に）下方向から挿入し薬液を注入した。このとき、注入管の上端は注入孔から3.5cm上とした。

薬液注入条件を Table 1 に示す。

実験は、（1）伏流水がない場合、（2）伏流水がある場合、（3）伏流水があり、かつ、薬液注入点の上流に球状障害物がある場合の3条件について行った。（2）、（3）の場合には、伏流水の定常な流れを作ったのち、ポンプを起動させて薬液を50秒間だけ流し、ポンプを停止させると同時に伏流水を停止させた。薬液は約3分で固結するので、余裕を見込んでポンプ停止後30分以降に固結物を取り出し、固結物の重量測定と写真撮影を行うこととした。（3）の場合の球状障害物として、直径12.5cmの塩ビ製球（内部を水で満たした）の下端が注入管上端から約5mmだけ上に位置するように設置した。

塩化ビニール筒と管で Fig.1 のような実験装置を製作した。砂地盤内に一樣な流れを作り出すため、水タンク④、水タンク⑤、砂層⑥と水タンク⑦を直列させた。この砂層と水タンクの境界を直径3mmの通水孔177個を開けた塩ビ板で仕切り、さらに砂層の上下に目の荒い布を敷き、水が砂層内に均等に

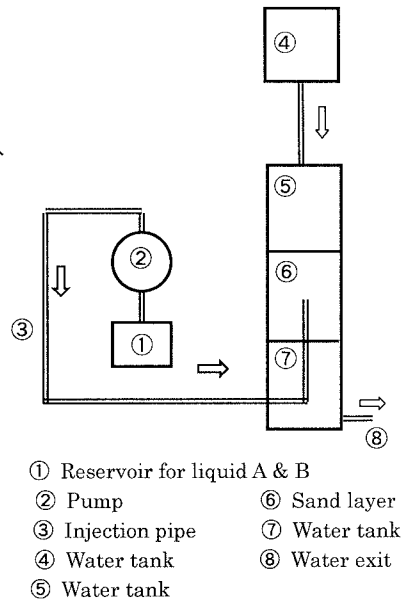


Fig.1 Schematic Diagram

3. 実験結果

- （1）伏流水がない場合 … 固結形状を Photo.1 に示す。薬液を直径1.8cmの注入管の周囲8孔から吐出しているため、形状は頂部がやや窪んでいるが、ほぼ球状であった。
- （2）伏流水がある場合 … 伏流水の流速によって異なった固結形状が得られた。代表的な測定例を Photo.2 に示す。流速が大きくなるにつれて、形状は球に近い形から細長い楕円状になった。
- （3）伏流水があり、かつ、薬液注入点の上流に球状障害物がある場合 … 伏流水の流速によって異なった固結形状が得られたが、障害物がない場合に比較して形状は球形に近かった。測定例を Photo.3 に示す。

Key Words：薬液注入、固結形状、伏流水 連絡先：野北 TEL 0294-38-5163

〒316-8511 日立市中成沢町4-12-1

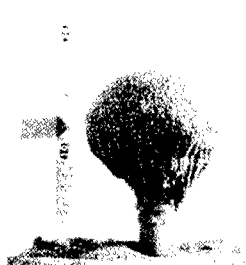
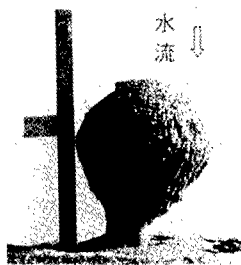
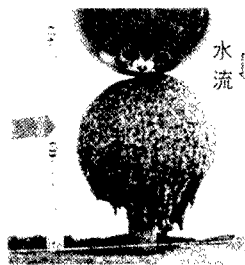


Photo.1 Stagnant Case

Photo.2 2.5cm/min Case
(without ball)Photo.3 2.5cm/min Case
(with ball)

4. 考察

(1) 伏流水がない場合

均一充填された砂層の1点に注入された薬液がすべての方向に均等に流れるとすれば、完全に球状の固結物ができる筈であるが、前節に述べたように注入管の周囲8孔から薬液を注入したため、頂部が窪んだ球形が得られたものと考えられる。(Photo.1) 正確に計測すると、注入点から上流側の頂点までの距離 a は下流側の頂点までの距離 b に比べてやや短かった。この原因の一つとして、薬液が注入管と砂層との接触面を通して流れやすかったことが考えられる。

(2) 伏流水がある場合

大橋らは、流速 u_c の流れの中に容積速度 m の湧き出し点があり、流体は粘性を持たず、かつ非圧縮である（完全流体）と仮定して、伏流水流と湧き出し流の合流点の流れ関数 ψ を計算し、すべての場所の定常流の流線を求める方法を採用し、求めた流線にそって薬液が流れると考えて注入時間 t 後の流線端を結ぶ包絡面を固結形状の外殻と見なす形状推定法を提案した。注入点から薬注領域の最上流方向への長さを a とし、最下流方向への長さを b とするとき、長さの比 (b/a) は伏流水流速に影響されて変化するとし、Fig.2 を与えた。¹⁾

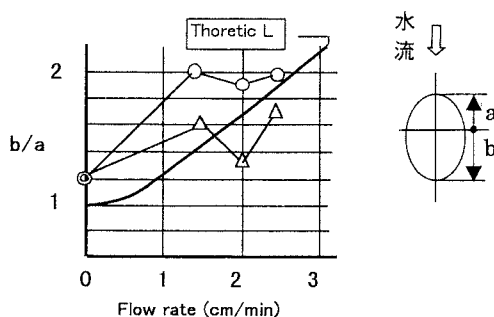
Fig.2 の上に本実験の結果を○印で点綴した。

(3) 伏流水があり、かつ、薬液注入点の上流に球状障害物がある場合

Photo.2 と Photo.3 を比べて分かることは、上流に障害物が存在する場合には、障害物がない場合に比べて固結形状は球に近い。これは、障害物による伏流水に対する遮蔽効果によって注入された薬液の流下が抑えられたためと考えられる。Fig.2 の上に本実験結果を△印で点綴した。

Table.2 Shape Parameters

Flow rate cm/m	Without ball			With ball		
	a	b	b/a	a	b	b/a
0	5.1	5.5	1.1	5.1	5.5	1.1
1.5	4	8	2.0	4.1	6.7	1.6
2	4.8	9.2	1.9	5	6.5	1.3
2.5	3.8	7.5	2.0	4.5	7.5	1.7

Fig.2 Water Flow Rate
vs. Shape Parameter

5. おわりに

伏流水のある地盤中で薬液注入を行うと、薬液が伏流水に流されるため歪んだ球状の凝固物が形成される。このとき、上流に伏流水をさえぎる障害物があるとき、どのような固化形状がえられるか、が本研究の関心事であった。実験の結果は、凝固物は球形に近いものが得られることが分かった。

6. 参考文献 … 1)大橋・野北・桑原、流れのある地盤中での薬注凝固体形状の近似推定、土木学会第 53 回年次学術講演会、1998.10 2) 崔・柳沢、薬液注入中の $P-t$ チャートによる固結形状の予測に関する室内実験、土木学会第 51 回年次学術講演会、1996.10