シールド外周部の空隙充填材の開発（その２）

大林組　正会員　○千野裕之　正会員　久保　博
正会員　上田　潤　溝田陽子

１．はじめに

シールド外周部の空隙を速やかに充填することができ、掘進時には滑材として機能し、掘進停止時には固化し地山を確実に保持することができる充填材を開発し、流動性や強度などの必要性能を満たす基本配合を決定した。実際の施工を想定した場合、シールド掘進、掘進停止、再掘進といった一連の施工サイクルにおいて、充填材は注入および充填された後、裏込材が注入されるまで固化・融解を繰り返す。本稿では、基本配合を基に、実際の施工を想定して行った性能確認試験について報告する。

２．充填材の基本物性

充填材は固化する前に分離すると骨材が不均質になり、生分解後地山を保持することができない。また、固化後に収縮すると地山をゆるめることとなる。よって、充填材の分離性と固化後の収縮について試験を行い、基本物性を確認した。

2.1　試験内容と方法　　分離性確認試験は充填材を 200mL メスシリンダーに 160mL まで加え、35℃で静置し、1 時間後、2 時間後、3 時間後、1 日後の分離の程度を観察した。固化収縮試験は、混練後 300mL のプラスチック容器に試料をいれ、15℃の恒温室で養生し、経時的に変化および収縮による表面のくぼみが生じているかを観察した。

2.2　試験結果と考察　　充填材の分離性については表-1 に示すように、混練して 3 時間後まで認められず、1 日後でも 1.5%にとどまった。よって、充填後速やかに固化すれば、分離で問題をきたすことはないと考えられる。また、図示しないが、材料の固化収縮試験の結果、1 日経過後も全く収縮は認められず、地盤中での収縮に伴う体積変化の可能性はわずかであると考えられる。

表-1　充填材の分離性

1時間後	2時間後	3時間後	1日後	分離率（1日後）
0mm	0mm	0mm	1.5mm	1.8%

３．充填材の押抜き抵抗試験

実施工において、充填材は裏込材が注入されるまで固化・融解を繰り返し、掘進停止時には固化して地山を保持し、再掘進時には融解して滑材として機能する。ここでは、固化・融解を繰り返しても充填材の基本性能が低下しないことを押抜き抵抗試験により確認した。

3.1　試験内容と方法　　押抜き抵抗試験は、図-1 のように内管をシールド､外管と内管の間を空隙と見立てて､二重管の間に充填材を充填し、圧縮試験器を用いて内管の押抜き応力を測定した。その際、内管をヒーターで加温し、5 回にわたり融解と固化を繰り返し、充填材を溶かした場合の押抜き抵抗の低減効果が持続するかを測定した。また、その後、固化した充填材の押抜き抵抗性を試験した。

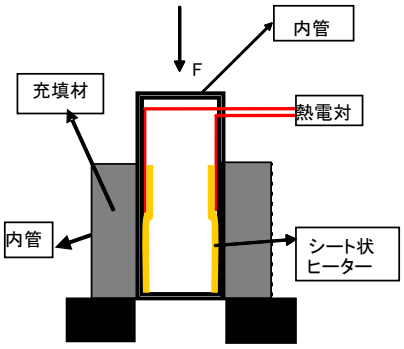

図-1　押抜き抵抗試験装置

写真-1　押抜き抵抗試験装置
（内管近傍が融解している）

3.2　試験結果と考察　　加温1回目と5回目の押抜き応力と変位の関係を図-2 に示す｡温度は供試体にセットした 2 本の熱電対の平均値であり､28～31℃であった。回数を重ねても、押抜き応力は低い値を維持した。

次に、5 回融解と固化を繰り返した供試体を 15℃恒温室に戻し、固化し

キーワード　シールド，　充填，固化，融解，有機質材料，空隙

連絡先　〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640　㈱大林組 技術研究所 土壌･水域環境研究室　TEL 0424-95-1060

た際の押抜き応力と 1 回目に固化した場合との比較を図-3 に示す。両者を比べると最大押抜き応力に大きな差はなく、融解と固化を 5 回繰り返した後も、30℃弱の加温によって融解し、そのあと固化すると押抜き抵抗は高い値を保つことが明らかになった。よって、本充填材は、融解と固化を繰り返した場合も、性能が変わらないと考えられる

４．小型充填模擬試験

実施工において､数 mm～数十 mm ほどのシールド外周の空隙に適切に充填材が充填される必要があるが、空隙に地下水が存在する場合、地下水の温度により急激に冷却され、注入孔付近で固化し、充填できないことが懸念される。ここでは、地下水中の空隙への充填を模擬し、充填状況を確認する目的で試験を行った。

4.1　試験内容と方法

図-4 に示すような小型の充填装置の片面と側面を鉄製とし、一面だけを透明アクリル製にして充填状況を観察できるようにした。装置側面下部に 1.5 インチの注入孔を設け、ここから約 50℃に加温した充填材を小型（手動型）モルタルポンプで注入し、充填状況を確認した。充填装置にはあらかじめ 15℃の水を満たしておいた。

4.2　試験結果と考察

注入孔が 15℃の水で冷やされている状態であると、注入孔で充填材が急速に固化し、ポンプ圧送できなかった。そこで、注入孔をヒーターで加温したところ、写真-2 に示すように、順調に充填することができた。充填速度は約 8L/min 程度であった。このような対策を行うことで、問題なく充填することが可能であると考えられる。

５．あとがき

今後、シールド切羽付近の温度条件を精査し、解析により充填材の適用性を明らかにしていくとともに、実工事を想定した大規模充填試験によって実用化を進めていく予定である。

参考文献

1) 上田　他，シールドの余掘りによる空隙への充填材の開発（その１），平成 19 年度第 62 回年次学術講演会第 VII 部門

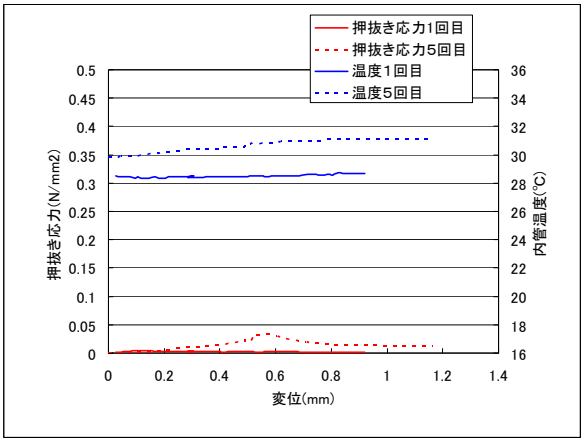

図-2　30℃付近における充填材の押抜き応力

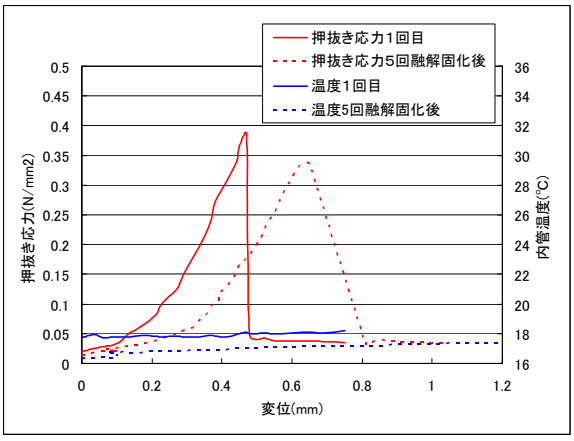

図-3　18℃付近における充填材の押抜き応力

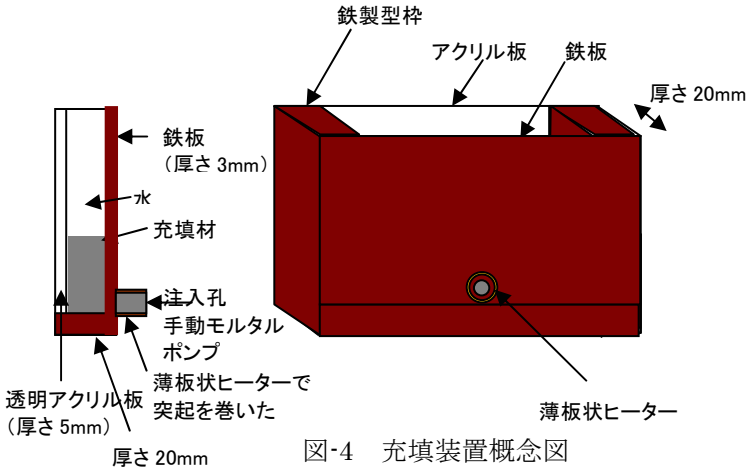

図-4　充填装置概念図

写真-2　充填後の状況