

VI-34

プレキャスト二次覆工における空隙充填について

○NTTアクセス網研究所 正会員 山本 吉記

NTTアクセス網研究所 正会員 山口 裕三

NTTアクセス網研究所 正会員 鳥越 寿彦

1. はじめに

現在、NTTのシールドトンネルの二次覆工は、セメントによる現場打ち工法が主流を占めているが、この工法は型枠の設置・撤去およびコンクリート養生に時間を要する。そこで、工期・工事費を削減することを目的に現場打ちコンクリート工法に変わるコンクリート製のプレキャスト部材を用いた二次覆工技術の開発を進めてきた。この工法は、大きく分けて部材組立・空隙充填があり、今回は二次覆工本来の目的に大きく関係する空隙充填についての報告をまとめたものである。

2. 空隙充填材の要求条件

二次覆工の目的は、セグメントの防錆・防水・蛇行修正・仕上げ等があり、この目的を考慮して、施工時に関する要求条件、完成後に関する要求条件を整理したのが表-1である。この中で最も重要な条件は「材料分離防止」であり、これに密接に関連するものが「圧送性能」である。「材料分離防止」のために粘性を高くすると「圧送性能」が低下するという相反する側面を有している。また空隙充填を1回で頂部まで打設すると、プレキャスト部材に浮力が発生するため、分割充填する必要がある。充填サイクルを短くするには充填材の粘性が打設後直ちに立ち上がる必要がある。これらの条件をいかに満足させるかが重要となる。

表-1 充填材に求められる要求条件

	要 求 条 件	検 討 方 法
施 工 時	長距離をポンプ圧送できること	粘度測定
	浮力が発生しないこと	粘度測定
	材料分離を起こさないこと	ブリージング測定（2%以内）
完 成 後	難透水性であること	透水係数測定
	水に溶出せず7日経性を保持すること	重量測定・pH測定
	硬化収縮しないこと	体積測定

3. 空隙充填材の選定

充填材の検討にあたり、完成後の条件を満足させるには、セメントの配合が不可欠である。また、ベントナイトを混合するとセメントなどの懸濁粒子の沈降と材料分離を抑えられることがこれまでに明らかとなっている。

このことにより、セメントにベントナイトを加えた充填材（セメントベントナイトグラウト）について表-1の検討方法に従い、材料特性実験を行なった。

4. 材料特性実験

(1) 配合計画

材料分離をしない長距離圧送可能な充填材を目的に過去の資料および予備実験により、セメント水比は25%以上28%以下とし、ベントナイト水比は8%以上11%以下と設定し、表-2に示す配合案により材料特性実験を実施した。（今回の実験のベントナイトは群馬産を使用した）

表-2 配合案

配合案	C/W	B/W	重量 (kN/m ³)		
			水	セメント	ベントナイト
1	28 %	11 %	8.65	2.45	0.98
2	25 %	10 %	8.77	2.20	0.87
3	25 %	8 %	8.83	2.21	0.71

(2) 粘度測定

セメントベントナイトグラウトは、管内流速によって粘性が変化する非ニュートン性流体であるので、ずり速度と粘性の関係を求める必要がある。圧送距離を1500m、配管内径を0.05m、ポンプ吐出圧2.35MPa、吐出量70l/minと設定した時、ずり速度95s⁻¹において粘度は0.172Pa・s以下でなければならない。3つの配合についてずり速度と粘度の関係を測定した結果、図-1のとおりであり圧送可能範囲に入っている。

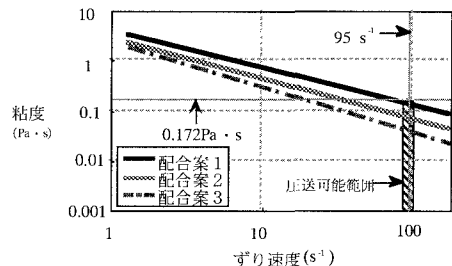


図-1 ずり速度と粘度の関係

キーワード：二次覆工、プレキャスト、充填材

〒305-0805 茨城県つくば市花畑1-7-1 TEL0298-52-2543 FAX0298-52-2676

表-3 実験結果

ブリージング測定、透水試験、pH測定、質量変化についての結果を表-3に示す。

ブリージング率および硬化収縮率についてみると、配合案1のみが要求条件を満たしている。

実験項目 配合案	ブリージング率 (%)	透水係数 cm/sec	pH	硬化収縮率 (質量変化) (%)
1	2	8×10^{-7}	12.18	0.3
2	4	7×10^{-7}	12.16	0.2
3	8	7×10^{-7}	12.17	0.2

5. 充填施工（分割打設）の実験

（1）浮力計算の検証

充填材を一括注入すると浮力が発生しプレキャスト部材が浮上するため、分割打設を実施する。その時、充填材の粘着力、付着力が浮力にどのように影響するのかを実験により検証した。粘着力、付着力を考慮しない管浮上時の計算結果と、実験結果の差は2mmでありほぼ一致した。（図-2）このことにより、浮力の計算においては粘着力、付着力はほとんど影響しないことがわかった。

コンクリート管
内径200mm、外径256mm、長さ1m
重量：397N（40.48kg）

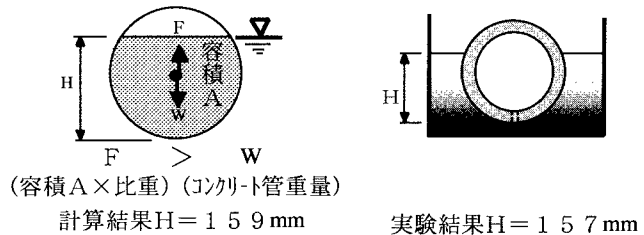
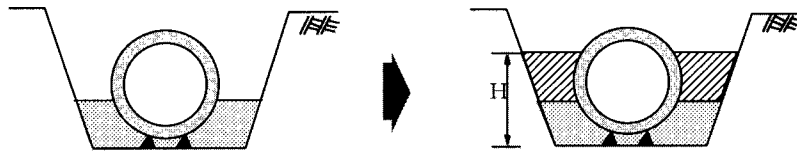


図-2 浮力計算検証実験

（2）分割打設における浮力の検証

分割打設のサイクルタイムについての検証実験を行なった。（図-3）サイクルタイムを3時間および6時間で打設を行なったところ管は浮上した。しかし、24時間後に打設を行なった管の浮上はなかった。このことにより24時間間隔で分割打設を行なうと前回打設の充填材による浮力は発生しないことがわかった。



浮力が発生しない高さ（10cm）まで打設する。

3、6、24時間後に第2回打設を行う。
（浮力が発生する高さまで）

図-3 分割打設の検証実験

6. まとめ

プレキャスト二次覆工の充填について検討した結果を要約するとつぎのとおりである。

- （1）プレキャスト二次覆工の充填材としてのセメントベントナイトグラウトの配合はC/W=28%、B/W=11%とすることにより圧送性と充填材としての基本性能を満足する。
- （2）打設方法については、粘着力、付着力を考慮しない浮力計算で分割打設高さを設定し、24時間サイクルで分割打設を実施することにより、プレキャスト部材の浮上は防止できる。

7. おわりに

今回の検討では、群馬産のベントナイトを用いた。ベントナイトは天然の高分子素材であることから産地、銘柄によっても大きくその発生粘度が異なることが考えられる。実際の使用にあたっては、今回提案した配合を標準として使用材料により調整する必要がある。