

# 内水圧を受けるシールドトンネルの RC セグメントのボルトボックス穴埋め工について

清水建設土木本部 正会員 入田健一郎  
清水建設土木横浜支店 中橋 伸一  
小野田営業本部 正会員 家室 育夫

## 1. はじめに

通常のシールドトンネルのセグメントのボルトボックス穴埋め工に対して、二次覆工を省略し、内水圧が作用するシールドトンネルのボルトボックス穴埋め工には、継手部の防食を確保するため内水圧に対して止水性を有するなど、その要求が厳しくなる。

現在施工中の今井川地下調節池の二次覆工省略・内水圧対応 RC セグメントのボルトボックス穴埋め工には、その施工性を期待して成型発泡スチロール接着工法を採用した。本工法採用には、内水圧対応・二次覆工省略に起因する様々な要求を満足するための検討・性能確認試験を実施した。ここでは、その概要を報告する。

## 2. 要求品質と選定工法

今井川地下調節池は、最大土被り 85m (最大地下水圧 0.9MPa)、路線長約 2km、トンネル仕上がり内径 10.8m のシールドトンネルであり、その一次覆工の大半は、大断面・大深度・二次覆工省略・内水圧(0.6MPa)対応の RC セグメント(セグメント外径 11.9m、覆工厚 550mm)である。ボルトボックスは図-1 に示すように、かなり大きな容積があり、穴埋め工には以下の要求品質があった。

- 1) 止水性が高い。(内水圧によりボルトボックス内に漏水しない。)
- 2) 防食上ボルトボックス内はアルカリ性環境とする。
- 3) トンネル上半部のボルトボックスより、穴埋め材が脱落しない。
- 4) 仕上げが平滑である。(コンクリートと同程度の内面仕上げである。)
- 5) 耐久性が確保できる。(コンクリート  $f'_{ck}=21\text{N/mm}^2$  と同程度の耐摩耗性である。)

要求品質に対し、成型発泡スチロール接着工法(図-2 参照)は以下の理由により有力と考えられ、加えて実績のある吹きつけ工法も有力であると考えられた。

- ・ ポリマーセメントモルタルおよび接着モルタルは PH=12 強のため、ボルトボックス内はアルカリ環境である
- ・ ポリマーセメントモルタルはコンクリートと同程度の平滑性を持つ。
- ・ 大半が軽量の成型発泡スチロールのため、穴埋め施工時にその自重によって脱落しない。
- ・ ポリマーセメントモルタル ( $f'_{ck}=36\text{N/mm}^2$ ) はコンクリートと同程度以上の耐摩耗性を有する。

工程上、一次覆工と並行して後方のセグメントの穴埋め工を実施する必要から、坑内環境の悪化を極力避けることおよび坑内への資機材の持ち込み量を考慮すると、吹きつけ工法は選定対象からはずれ、成型発泡スチロール接着工法が選定された。しかしながら、成型発泡スチロール接着工法の充填モルタルが内水圧(0.6Mpa)に対して健全性(強度・止水性)を確保できるか、また地下水圧(0.9MPa)がボルト孔を經由して作用した場合、ボ

キーワード：ボルトボックス、成型発泡スチロール接着工法、ポリマーセメントモルタル

連絡先：清水建設(株)土木本部 東京都港区芝浦 1-2-3 TEL 03-5441-0555 FAX 03-5441-0512

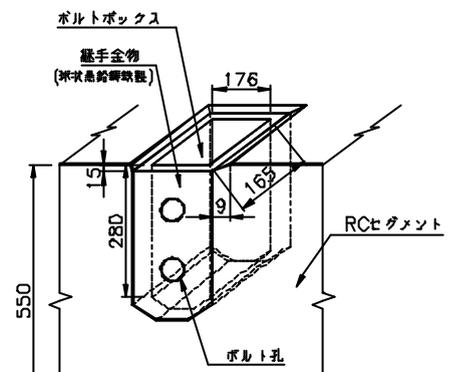


図-1 セグメント継手ボルトボックス

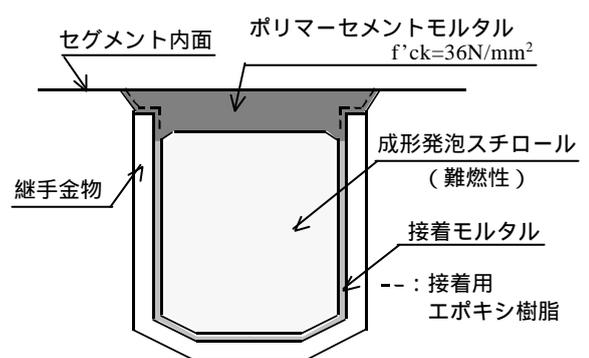


図-2 成型発泡スチロール接着工法

リマーセメントモルタルが脱落しないかという課題が残り、性能確認試験を実施した。

### 3. 性能確認試験

RC セグメントのセグメント継手ボルトボックスの形状寸法を考慮した鋼製の試験治具を作製し、ポリマーセメントモルタル（表-1 に成分表を示す。）を設定厚（ $t=30\text{mm}$ ）で打設した。供試体は、施工が最も困難なトンネル天端部の穴埋め施工を想定したもの（供試体-1）およびトンネルスプリング付近の穴埋め施工（供試体-2）を想定したものとした。

#### 3.1 強度・止水性試験

ポリマーセメントモルタルの止水性試験の概要を図-3 に示す。強度発現後（打設後 14 日）、セグメント内縁側から水圧を  $0.1\text{MPa}$  ずつ増加（水圧保持時間 60 秒）させ、ポリマーセメントモルタルの変位計測および漏水状況を目視にて確認した。試験結果を図-4 に示す。

供試体-1 では、試験の手順上、次に行う非脱落試験を実施できるよう、作用水圧  $0.6\text{MPa}$  で中断したが、漏水・強度等の不具合はなかった。供試体-2 では、止水性能の限界を把握するため、水圧を試験設備能力の  $1.5\text{MPa}$  まで作用させた。図-4 の水圧  $1.0\text{MPa}$  以降、供試体-2 のたわみの増加率が大きくなったが、異常は観られなかった。

#### 3.2 非脱落性試験

地下水圧（ $0.9\text{MPa}$ ）がボルトボックス内に作用した場合、脱落が最も懸念されるポリマーセメントモルタルに対して図-5 示す非脱落性試験を実施した。この試験では荷重伝達媒体として砂（豊浦標準砂相当）を用いた。この理由は、水圧を作用させた場合、ポリマーセメントモルタルから漏水が生じて圧力が減少し、試験目的である非脱落性を確認できないためである。

試験結果を表-2 に示す。両供試体とも載荷圧力\*（ポリマーセメントモルタルに作用する圧力） $0.9\text{MPa}$  では異常が観られず、また載荷圧力\*  $1.41\text{MPa}$  でも、脱落しなかった。

### 4. あとがき

成形発泡スチロール接着工法は、内水圧に対応し、施工時および完成時における穴埋め材脱落の懸念がなく、施工性が高い有力な工法である。本工法は、もちろん通常のシールドトンネルのボルトボックス穴埋め工としても十分通用でき、汎用性の高い工法と考えられる。

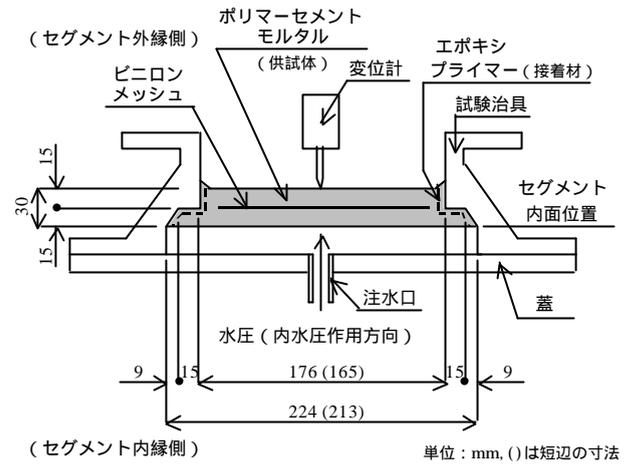


図-3 止水性試験

表-1 ポリマーセメントモルタルの成分

構成材料	主成分	標準配合（重量比）
A 材	早強ポルトランドセメント	100
	細骨材	
	繊維	
	特殊混和剤	
B 材	特殊調合 S B R 系ラテックス	16

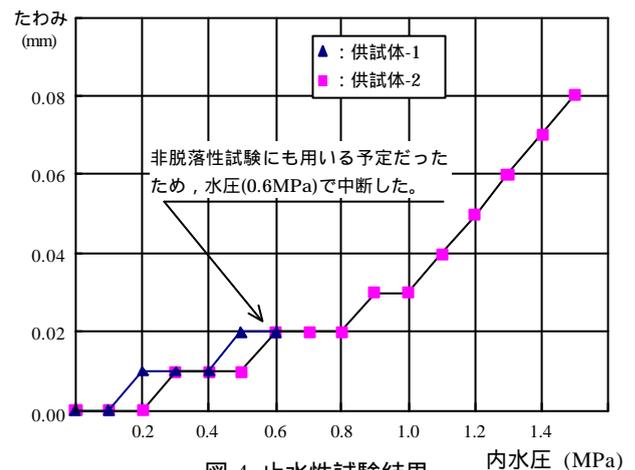


図-4 止水性試験結果

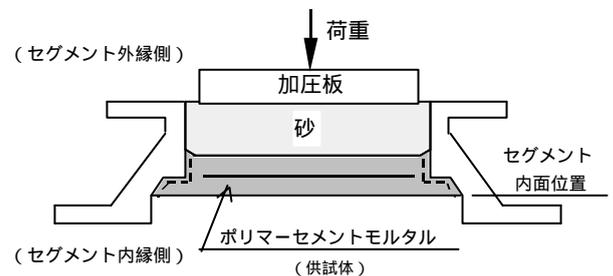


図-5 非脱落性試験

表-2 非脱落性試験結果

供試体	荷重 (kN/m <sup>2</sup> )	載荷圧力* (MPa)	目視結果
供試体-1	26.1	0.9	異常なし。
供試体-2	26.1	0.9	異常なし。
	33.3	1.17	音発生、脱落せず。
	37.2	1.31	ひび割れ発生、脱落せず。
	40.2	1.41	破壊時、脱落せず。