

# 三協Mirai News



2019年春号 No. 25

三協Miraiからお届けする、技術情報ニュースです



- シリーズ「歴史」トンネル(8)
- 特集 断面修復工法
- 技術ニュース JASS 5-2018 改定の要点
- 日本のコンクリート構造物

## トンネル（8）

## ■シールドトンネル

1965年（昭和40年）に、東京都板橋区の下水道浮間幹線で日本初のブラインドシールド工法が採用されました。ブラインドシールド工法は、おもに地盤が軟弱な粘土層やシルト層に適用可能な工法で、切羽面を閉塞し、その一部に調節可能な土砂取り出し口を備えた部分開放型のシールド工法です。シールド前面を地盤に貫入させることにより貫入部分の土砂を塑性流動化させ、土砂取り出し口から排土します。土砂取り出し口の大きさを変えることにより、排土抵抗を調整して切羽を安定させます。

1960年代には地下鉄千代田線の千住緑町工区のトンネルにも採用されています。このトンネルは隅田川河川下を横断し、地質も軟弱なシルト層であったため、シールド掘進に伴う地表への影響を極力抑えるためにブラインドシールド工法が採用されました。

ブラインドシールド工法は設備がいらなことからコストが安く、昭和50年代まで軟弱地盤が続いているような場所で使われました。

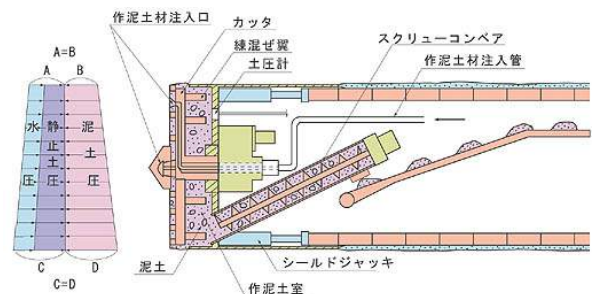
ブラインドシールド工法による掘進（地下鉄千代田線）



日本で初めて土圧式シールドが用いられたのは、1974年（昭和49年）東京都の東金町水元配水管トンネルです。

土圧式シールドでは掘削土砂を泥土化して、それに所定の圧力を与えて切羽の安定を図って掘削を行います。掘削速度と排土量を制御して土圧を保持します。排土量の制御はスクリーコンベアの回転数を増減して行います。

元々の地盤の粒度分布が適していなくて、掘削土砂の泥土化が難しい場合は、添加材を加えて土砂を泥土化します。この方法は泥土圧式シールドといいます。泥土圧式シールドは沖積の砂礫、砂、シルト、粘土などの固結度の低い軟弱地盤や、洪積地盤や硬軟入り混じっている互層地盤など、土質面では最も適用範囲の広い工法です。

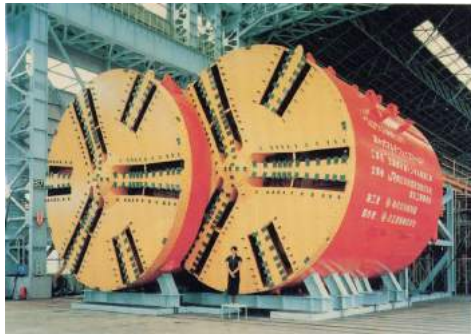


泥土圧式シールドシステム



泥土圧式シールドマシン

1988年（昭和63年）にJR京葉線京橋トンネルで、日本ではじめてのMFシールド（Multi-circular Face）工法が採用されました。MFシールド工法は複数の円形シールドのカッターヘッドを前後にずらし、その一部を重ねあわせたシールドを用いて、多円形断面のシールドトンネルを掘削する工法です。



MFシールドマシン



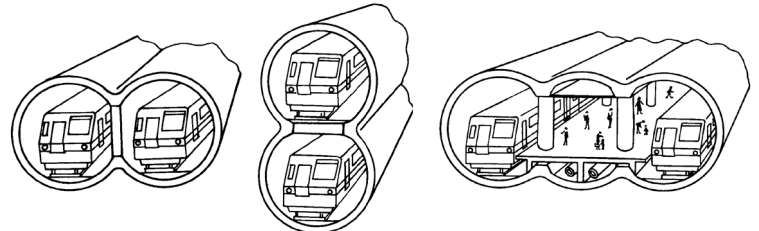
MFシールドによる掘削イメージ



京葉線京橋トンネルの坑口

MFシールドマシンは土圧式、泥土圧式、泥水式のいずれのタイプでも掘削が可能です。また、円をさまざまに組み合わせることにより、多種多様な断面のトンネルを構築することができるため、横や縦に長い断面のトンネルを掘削することができ、用地に制限がある

場合や地下構造物が複層している場合も対応することができます。1992年（平成4年）には都営地下鉄12号線で、1995年（平成7年）には大阪市地下鉄7号線で横3連型MFシールドでの施工が行われています。



横2連型

縦2連型

横3連型

1991年（平成3年）には、広島の新交通システムの鯉城シールド工事ではじめてDOT（Double-0-Tube）工法が施工されました。DOT工法はMFシールドではカッターヘッドが前後にずれているのに対して、複数のカッターを歯車のように噛みあわせた状態で同一平面に配置し、一対のカッターを相互に干渉しないように同期回転させたものです。

1999年（平成11年）には、名古屋地下鉄4号線でDOT工法によって1,007mの施工が行われています。



鯉城シールドトンネル



DOTシールドマシン（名古屋地下鉄4号線）

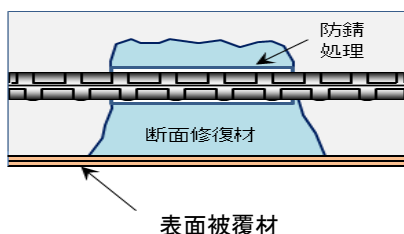


特集

# 断面修復工法

## 断面修復工法とは

断面修復工法は、コンクリート構造物が劣化により元の断面を喪失した場合の修復や、中性化、塩化物イオンなどの劣化因子を含むかぶりコンクリートを除去した場合の断面修復を目的とした補修工法です。



断面修復工法

断面修復材に要求される性能は、修復部材、環境条件、施工法などにより様々ですが、一般的には

- ① 圧縮、曲げおよび引張強度などが既存コンクリートと同等以上であること。
  - ② 熱膨張係数、弾性係数およびポアソン比などが既存コンクリートと同等であること。
  - ③ 乾燥収縮が小さく、接着性が高いこと。
  - ④ 現場施工であるため作業性がよいこと。
- などが要求されます。

断面修復工法は、一般に、プライマーあるいは防錆材などの下塗りと、断面修復材による欠損部充填の2工程で実施されます。

## 断面修復工法の種類

断面修復工法は、施工条件や補修規模により、左官工法、充填（注入）工法、吹付け工法があります。

いずれの工法でも、

- ・鉄筋の背面までコンクリートをはつり取る。

- ・はつり面にひび割れを生じさせないように、小型ピックなどで入念に仕上げる。
- ・補修材との付着を高めるため凹凸面に仕上げる。

などの注意が必要です。

## 左官工法

左官工法は、一般に補修面積が  $100\text{m}^2$  以下の小規模な断面修復に用いられます。エポキシ樹脂モルタルやポリマーセメントモルタルを左官こてを使用して充填する工法です。一層を  $10\text{mm}$  以内の厚さで塗り重ね、1日の塗り重ね厚さは  $30\text{mm}$  以内とします。



左官工法

## 充填（注入）工法

充填（注入）工法は、一般に補修面積が  $100\text{m}^2$  以上の大規模な断面修復の場合に用いられます。断面修復部の厚さは一般に  $30\text{mm}$  以上で、補修断面に合わせた形状で型枠を組み、流動性に優れたポリマーセメントモルタル、セメントモルタルやコンクリートをポンプで圧送して充填（注入）する工法です。部材の鉛直面（側面）や下面などの箇所にも適用されます。

施工に当たっては

- ・ 空気溜まりができないように低所から高所に向かって注入し、高い位置に適宜エア抜きを設ける。
- ・ 打継ぎが生じないように断面修復材を連続的に注入する。
- ・ 断面修復材が材料分離しないよう、注入中はバイブレータによる加振や、型枠のたたきなどは行わない。

などに注意します。



充填（注入）工法

## 吹付け工法

吹付け工法は、一般に補修面積が10～100 m<sup>2</sup>の中～大規模な断面修復の場合に用いられます。あらかじめ練り混ぜた断面修復材を吹付ける湿式工法と、紛体と水または混和液を別々に圧送して吹付ける乾式工法があります。



吹付け工法

湿式工法は、吹付け材料のリバウンド量、粉じん量が少なくコテ仕上げも併用できます。一回の吹付け厚さは上向き施工で30mm以下、横向き施工で50mm以下程度です。

乾式工法は、施工能率が高く、吹付け材の強度発現が速いので、施工面積が大きな場合に有利になります。一回で10cm以上の吹付けが可能です。

## 断面修復用材料

### ○プライマー及び防錆材

プライマーは断面修復材のコンクリートへの接着を強固にするために用いられます。また鋼材部では錆の発生を防ぐために防錆材が使われます。材料の種類は次の通りです。

- ① 有機系プライマー：溶剤型エポキシ樹脂、水性アクリル樹脂など。
- ② ポリマーセメント系プライマー：SBR系、PAE系などのポリマーセメントペースト。防錆剤を混和したものもある。
- ③ 錆転換塗料：リン酸、有機酸、キレート化剤などを配合した塗料。

### ○断面修復材

一般に使用されている断面修復材は、ポリマーセメント系と樹脂モルタル系に大別されます。材料の種類は以下の通りです。

- ① ポリマーセメント系：SBR系、PAE系などのポリマーセメントモルタルおよびコンクリート
- ② 樹脂モルタル系：軽量エポキシモルタル、メタクリルモルタル、ポリエステルモルタルなど。

補修材料の特性を下表に示します。

補修材料の特性：無機系と有機系との相違

	セメント系	ポリマーセメント系 小 ← P/C → 大 (ポリマー含有率)	ポリマー系
弾性係数	高	←	低
引張強度・曲げ強度	低	→	高
接着性	可	→	良
湿潤面接着性	可	→	良
熱膨張係数	小	→	大
吸水率	大	←	小
導電性	有	→	無
価格	安	→	高

P/C:ポリマー・セメント比、上表は繊維を混入していない場合の関係

## 「JASS5 鉄筋コンクリート工事」改定の要点

JASS5 鉄筋コンクリート工事が、2018年7月に改定されました。今回の第14次の改定は2020年ごろの予定でしたが、2016年にJASS5に関連する3つの重要な国土交通省告示(以下、告示)に大幅な改正があったため、新しい告示とJASS5の関係を明文化してほしいとの要望が強まったことから、小改定が行われました。

### 1. 改正された告示

- ・使用材料に関する告示の改正では、国土交通大臣の認定などを取得しなくても再生骨材Hが使えるようになった。また、旧告示では認められていなかったエコセメントについても、建築物で使用可能となった。なお、2016年の改正告示では回収骨材は使えないこととなっていたが、2018年に同告示がさらに改正され、現在では使用できるようになっている。
- ・型枠の取外しに関する告示の改正では、打込み後のコンクリートの履歴温度によってせき板の取外し時期を判断できる方法が追加された。
- ・コンクリートの強度に関する告示の改正では、従来のコア供試体、現場水中養生供試体、現場封かん養生供試体に加えて、標準養生供試体でも構造体コンクリート強度が管理できるようになった。

### 2. 告示改正に伴って改定された2018年版JASS5

- ・5節(調査): JASS5と告示の強度補正值の使い方は微妙に異なるため、告示の強度補正值を使う場合の留意点を追記した。
- ・9節(型枠工事): 告示にせき板の取外しに関する新たな方法が追加されたため、告示番号などを追記した。
- ・11節(品質管理および検査): 新たに告示に加わった温度履歴からコンクリートの圧縮強度を推定する手法を追記した。また、標準養生を行った供試体を用いた構造体コンクリートの管理方法について、告示との関係を詳しく追記した。
- ・27節(エコセメントを使用するコンクリート): 国土交通大臣の認定などを取得せずにエコセメントが使用できるようになったことを追記した。
- ・28節(再生骨材コンクリート): エコセメント同様に、再生骨材Hに関しても国土交通大臣の認定などを取得せずに使用できるようになったことを追記した。また、再生骨材のJISが改正され、再生骨材Mの考え方が改められたため、再生骨材コンクリートの種類と骨材の組み合わせをJISと整合するように改定した。また、関連する細かい規定もJISの考え方を踏襲して改定した。
- ・29節(住宅基礎用コンクリート): 基礎のかぶり厚さについて、過去の経緯や告示の解釈などを考慮して、住宅基礎のかぶり厚さの例を作図し、例示した。



# 日本のコンクリート構造物

## 千葉市内で最も古い鉄筋コンクリート建築 —千葉市民ギャラリー・いなげ（旧神谷伝兵衛稲毛別荘）—

旧神谷伝兵衛稲毛別荘は1918年（大正7年）の建築で、鉄筋コンクリート造の建築物としては千葉市内で最も古く、全国的に見ても初期のものです。この洋館は半地下、地上2階建てで、1階正面にはロマネスク様式風の5連アーチの柱廊が配置されています。建物内部は、1階が本格的な洋間であるのに対して、2階は数寄屋風の和室となっています。

施主の神谷伝兵衛は日本のワイン王といわれ、電気ブランで有名な浅草の神谷バーや茨城県にある牛久シャトーの創始者として知られています。この建物にもシャンデリアの飾りに葡萄のレリーフが施されたり、2階の床柱に葡萄の巨木が用いられたりしています。

現在は千葉市民ギャラリー・いなげとして一般に公開されています。1997年（平成9年）に国登録有形文化財に指定されています。



正面



5連アーチの柱廊



2階の和室



玄関天井シャンデリアの葡萄のレリーフ

# 三協M i r a i 株式会社

本 社	〒105-0013	東京都港区浜松町 1-9-10 (DaiwaA 浜松町ビル) Tel. 03(3431)8266/Fax. 03(3434)5422
大阪支店	〒541-0059	大阪市中央区博労町 3-3-7(ビル博丈) Tel. 06(6252)7075/Fax. 06(6252)7076
仙台営業所	〒980-0023	仙台市青葉区北目町 2-39(東北中心ビル) Tel. 022(266)4662/Fax. 022(266)4663
福岡営業所	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東 2-4-17(第六岡部ビル) Tel. 092(481)3265/Fax. 092(481)3266



発行 三協M i r a i 株式会社  
東京都港区浜松町 1-9-10 (DaiwaA 浜松町ビル)  
U R L : <http://www.sankyomirai.co.jp>