

# 標準試験法(トンネル)

---

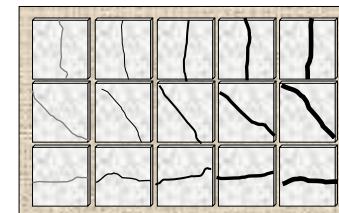
# 画像計測技術

① 計測精度 (※ [1] ~ [5] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う (複数可) )

## ■ 試験方法

### [1] 通常のひび割れ (2019)

- ① 幅0.1mm~3.0mmの間で異なるひび割れ幅を模した供試体を作成する。作成する供試体の内容は以下の通りとする。
  - (a) ひび割れ幅0.1mm~1.0mmについては0.1mm間隔で作成
  - (b) ひび割れ幅1.0mm~3.0mmについては0.5mm間隔で作成
  - (c) 各供試体につき「縦」「横」「斜め」の3種類をそれぞれ作成
  - (d) 現地でのひび割れ幅が既知の場合、現地でのひび割れを用いても良い
- ② 最小ひび割れ幅の検証において撮影した画像から各模擬ひび割れ幅の計測結果と真値の誤差 (mm) の二乗平均平方根誤差が「計測精度」である。
- ③ 環境条件として記載する日照条件として、想定している環境照度のパターンごとに、模擬供試体、あるいは、設定したひび割れのパターンを設置して、撮影する。以下は標準的なパターンだが、カタログの環境条件において別の境界値で定める場合は、それに従う。
  - ○ klx未満 (トンネル内の照度)
  - ○ klx未満/○ klx以上の混在 (照度差が○ klx以上)
- ④ 撮影画像により検出可能なひび割れを判定する。なお、超解像技術等を適用する場合は、同技術適用後の画像に対して検出したひび割れを求める。得られた結果より、最小ひび割れ幅を求める。また、ひび割れの検出手順を合わせて記載する。
- ⑤ 画像解析技術については、同技術が推奨する撮影条件で撮影した画像を用いて解析する。撮影条件は、性能カタログへ記載する。



## ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度 (車両型の場合)】 ○○km/h以下 (試験時の条件)

【照度】 ○lx (試験時の条件)

【覆工面の状況】 ○○ (試験時の条件)

【天候】 ○○ (試験時の条件)

【撮影条件 (画像解析技術の場合)】 ○○ (試験時の条件)

【覆工コンクリート以外の計測可否】 吹付けコンクリート面などでの計測可否を記載

## ■ カタログへの記載例

- ・ 最小ひび割れ幅0.3mm (0.3mmのひび割れを画像で視認できる)
- ・ 計測精度0.55mm (0.3mm幅のひび割れのみを対象とした検出性能)
- ・ 吹付けコンクリート面での計測も可

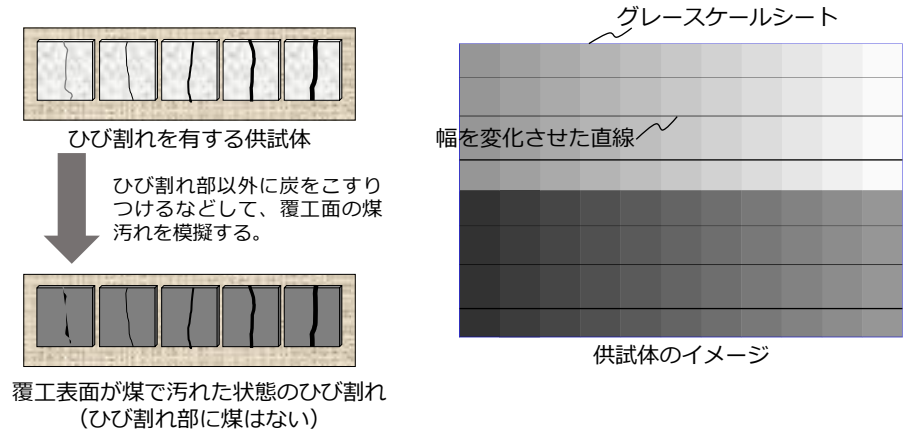
## 画像計測技術

① 計測精度（※ [1] ～ [5] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う（複数可））

### ■ 試験方法

#### 【2】 覆工表面が煤で汚れた状態のひび割れ（2022）

- ① ひび割れを有する供試体のひび割れ部以外に炭をこすりつけるなどして、煤汚れを模擬する。また、グレースケールシート（覆工表面の色を模擬）に幅0.3mm、0.5mm、1.0mmの黒色の直線（ひび割れを模擬）を引いたシートを作成する。
- ② 同供試体をトンネル内に貼り付けて新技術により撮影し、撮影した画像からひび割れあるいは直線を検出する。
- ③ ひび割れを有する供試体を用いた試験結果は、検出可能なひび割れ幅を性能カタログへ記載する。グレースケールシートを用いた試験結果は、点検支援技術により直線（ひび割れ幅）が検出可能なグレースケールシートの輝度を性能カタログへ記載する。輝度は0で黒色、255で白色となり、その間はグレーとなる。
- ④ 画像解析技術については、同技術が推奨する撮影条件で撮影した画像を用いて解析する。撮影条件は、性能カタログへ記載する。



### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度（車両型の場合）】 ○○km/h以下（試験時の条件）

【照度】 ○lx（試験時の条件）

【天候】 ○○（試験時の条件）

【撮影条件（画像解析技術の場合）】 ○○（試験時の条件）

【覆工コンクリート以外の計測可否】 吹付けコンクリート面などでの計測可否を記載

### ■ カタログへの記載例

覆工表面が煤で汚れた状態のひび割れの検出可否

幅0.3mm：不可

幅0.4mm：不可

幅0.5mm：可

幅1.0mm：可

幅1.5mm：可

・吹付けコンクリート面での計測も可

グレースケールシート上の黒色の直線  
が検出可能な輝度

直線の幅0.3mm：輝度80以上

直線の幅0.5mm：輝度60以上

直線の幅1.0mm：輝度30以上

## 画像計測技術

① 計測精度（※ [1] ～ [5] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う（複数可））

### ■ 試験方法

#### [3] 煤で埋まったひび割れ（2022）

- ① ひび割れを有する供試体のひび割れ部を炭をこすりつけるなどして埋める。
- ② 同供試体を新技術によって計測し、ひび割れの検出の可否を確認する。
- ③ 検出可能なひび割れ幅を性能カタログへ記載する。
- ④ 画像解析技術については、同技術が推奨する撮影条件で撮影した画像を用いて解析する。撮影条件は、性能カタログへ記載する。



ひび割れを有する供試体



炭をこすりつけるなどして  
ひび割れ部を埋める



煤により埋まったひび割れ供試体

### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度（車両型の場合）】 ○○km/h以下（試験時の条件）

【照度】 ○lx（試験時の条件）

【天候】 ○○（試験時の条件）

【撮影条件（画像解析技術の場合）】 ○○（試験時の条件）

【覆工コンクリート以外の計測可否】 吹付けコンクリート面などでの計測可否を記載

### ■ カタログへの記載例

煤等により埋まったひび割れの検出可否

幅0.3mm：不可

幅0.4mm：不可

幅0.5mm：可

幅1.0mm：可

幅1.5mm：可

・吹付けコンクリート面での計測も可

# 画像計測技術

① 計測精度 (※ [1] ~ [5] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う (複数可) )

## ■ 試験方法

### [4] ひび割れ等のマーキング (2022)

① コンクリート板に幅および色の異なるマーキングを施した供試体をトンネル内に設置する。マーキングはチョーク等により行うものとし、以下の仕様 (全18ケース) とする。

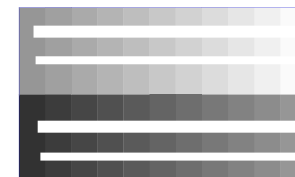
- マーキングの色 : 白色 / 黄色 / ピンク色
- マーキングの幅 : 5mm / 10mm
- マーキングの向き (路面に対しての角度) : 水平 / 垂直 / 45°
- マーキングの長さ : 全て100mm

また、グレースケールシート (覆工表面の色を模擬) に上記各の色幅5mm、10mmの直線を引いたシートを作成する (煤等で汚れた覆工表面のマーキングの検出性能を確認する)。

- ② 点検支援技術によるマーキングの検出を行う。
- ③ 点検支援技術により検出可能なマーキングを性能カタログへ記載する。グレースケールシート上のマーキングは、各マーキングが検出できる輝度を記載する。輝度は0で黒色、255で白色となり、その間はグレーとなる。
- ④ 画像解析技術については、同技術が推奨する撮影条件で撮影した画像を用いて解析する。撮影条件は、性能カタログへ記載する。



コンクリート面のマーキング



グレースケールシート面のマーキング

## ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度 (車両型の場合)】 ○○km/h以下 (試験時の条件)

【照度】 ○lx (試験時の条件)

【天候】 ○○ (試験時の条件)

【撮影条件 (画像解析技術の場合)】 ○○ (試験時の条件)

## ■ カタログへの記載例

コンクリート面のマーキングの検出可否 (検出可: ○ / 検出不可: ×)

マーキング色・幅※1		マーキングの向き※2		
色	幅(mm)	水平	垂直	45°
白	5	○	○	×
	10	○	○	○
黄	5	○	○	○
	10	○	○	○
ピンク	5	×	×	×
	10	○	×	×

※1 マーキングの長さは全て100mm

※2 路面に対しての角度

グレースケールシート面のマーキングの検出可否

マーキング色・幅		検出可能な輝度※3
色	幅(mm)	
白	5	150以下
	10	200以下
黄	5	140以下
	10	180以下
ピンク	5	100~220
	10	80~220

※3 輝度は0で黒色、255で白色、その間はグレー (数値が小さいほど濃い)

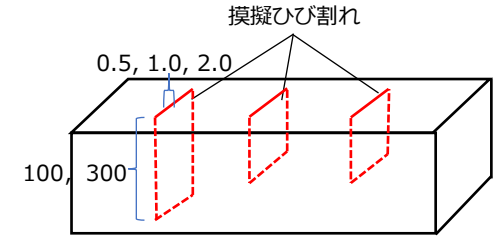
# 画像計測技術

① 計測精度 (※ [1] ~ [5] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う (複数可) )

## ■ 試験方法

### [5] ひび割れ深さ (2022)

- ① コンクリート試験体内にひび割れを模擬した長方形の塩ビ板を埋め込む。塩ビ板の幅は0.5mm、1.0mm、2.0mmの3種類とし、深さは100mm、300mmの2種類とする (全6ケース)。
- ② 点検支援技術によるひび割れ幅・深さの検出を行う。
- ③ 点検支援技術により求めたひび割れ幅、深さと供試体のひび割れ幅、深さの比較を行い、比較結果は性能カタログへ記載するものとする。



ひび割れ供試体のイメージ

## ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【照度】 ○lx (試験時の条件)

【覆工面の状況】 ○○ (試験時の条件)

【天候】 ○○ (試験時の条件)

## ■ カタログへの記載例

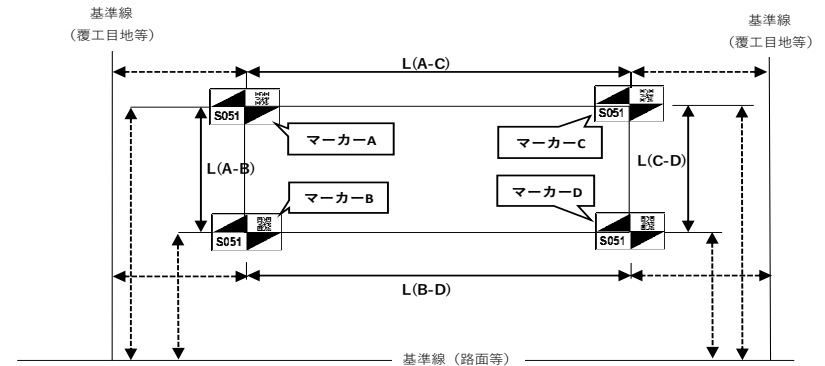
ケース	模擬ひび割れ (mm)		検出結果 (mm)	
	幅	深さ	幅	深さ
1	0.5	100	検出不可	検出不可
2	0.5	300	0.5	289
3	1.0	100	1.0	101
4	1.0	300	1.3	299
5	2.0	100	2.0	100
6	2.0	300	2.1	310

# 画像計測技術

## ② 長さ計測精度 (2019)

### ■ 試験方法

- ① トンネル壁面の4箇所に、目印となるマーカーを設置する(右図)。
  - 全線直線のトンネルでは任意の1箇所(目地をまたがっても良い)に設置
  - 曲線を有するトンネルでは曲線区間の任意の1スパン(複数の曲率を有するトンネルでは曲率ごとに)の両側の壁面に設置
- ② ロボットにより、走行撮影を行う。
- ③ トンネル展開画像から、4箇所のマーカー間隔と1枚のマーカー寸法との比率により、4箇所のマーカー間の縦断・横断方向の距離(右図、 $L(A-B)$ ,  $L(A-C)$ ,  $L(B-D)$ ,  $L(C-D)$ の各距離)を求める。また、各マーカーの基準線からの距離(覆工目地からの水平距離、路面からの鉛直距離等(右図、破線矢印の各距離))を求める。
- ④ 上記③で求められたマーカーの間の距離と設置場所の実測値との誤差を算出することによって検証する。
  - ※ 計測結果を手動で図面に合わせて伸縮させることで合成する機構の場合は、検証箇所を合成の起点としないこと。



### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

- 【走行速度 (車両型の場合)】 ○○km/h以下 (試験時の条件)
- 【照度】 ○lx (試験時の条件)
- 【覆工面の状況】 ○○ (試験時の条件)
- 【天候】 ○○ (試験時の条件)

### ■ カタログへの記載例

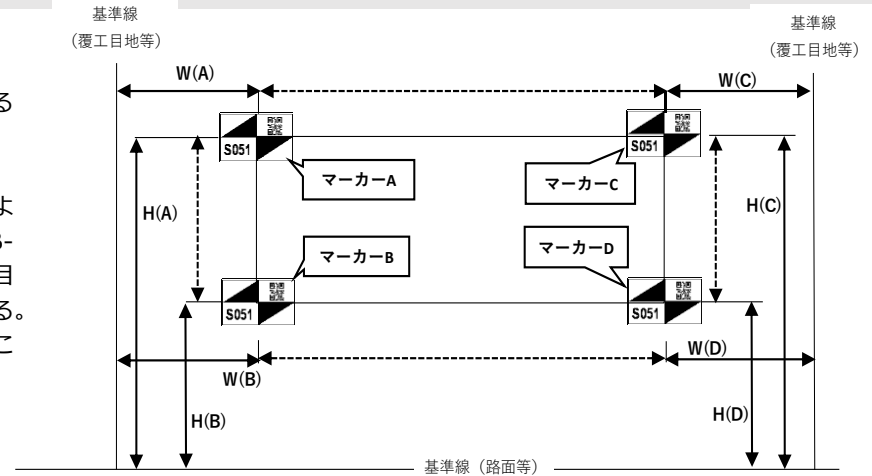
長さ計測精度 : 1.15%

# 画像計測技術

## ③ 位置精度 (2019)

### ■ 試験方法

- ① トンネル壁面の4箇所に、目印となるマーカーを設置する(右図)。
  - 全線直線のトンネルでは任意の1箇所(目地をまたがっても良い)に設置
  - 曲線を有するトンネルでは曲線区間の任意の1スパン(複数の曲率を有するトンネルでは曲率ごとに)の両側の壁面に設置することとする。
- ② ロボットにより、走行撮影を行う。
- ③ トンネル展開画像から、4箇所のマーカー間隔と1枚のマーカー寸法との比率により、4箇所のマーカー間の縦断・横断方向の距離(右図、 $L(A-B)$ ,  $L(A-C)$ ,  $L(B-D)$ ,  $L(C-D)$ の各距離)を求める。また、各マーカーの基準線からの距離(覆工目地からの水平距離、路面からの鉛直距離等(右図、破線矢印の各距離))を求める。
- ④ 上記③で求められたマーカーの間の距離と設置場所の実測値との誤差を算出することによって検証する。
  - ※ 計測結果を手動で図面に合わせて伸縮させることで合成する機構の場合は、検証箇所を合成の起点としないこと。



### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

- 【走行速度(車両型の場合)】  $\circ\circ$  km/h以下(試験時の条件)
- 【照度】  $\circ$  lx(試験時の条件)
- 【覆工面の状況】  $\circ\circ$ (試験時の条件)
- 【天候】  $\circ\circ$ (試験時の条件)

### ■ カタログへの記載例

#### 位置精度

- 進行方向: 10.1mm (6測線の平均値)
- 周方向: 5.0mm (6測線の平均値)



## 画像計測技術

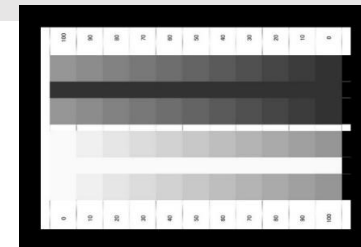
### ④ 色識別性能 (2019)

#### ■ 試験方法

※ 下記に記載する試験方法により性能を確認し、カタログには「フルカラー識別可能/グレースケール識別可能」のいずれかを記載する。

#### 【モノクロ画像】

- ① 色調を変化させた画像を含むシートを作成する（例：右図）。
- ② 同供試体をトンネル内に貼り付けてロボットにより走行撮影し、撮影された画像からどの程度の色調差が識別できるかどうかについて、撮影画像を3人の技術者が目視確認することによって検証する。設置場所は、環境条件記載の照度差が再現できる2箇所以上とする。



モノクロチャート

#### 【カラー画像】

- ① 当該技術で把握させたい変状と構造物の色に近い色見本を含んだ適切なカラーチャートを選択する。
- ② 同供試体をトンネル内に貼り付けてロボットにより走行撮影し、撮影されたカラーチャートの各色見本と撮影画像を3人の技術者が目視確認し、識別の可否を検証する。設置場所は、環境条件記載の照度差が再現できる2箇所以上とする。



カラーチャート

#### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度（車両型の場合）】 ○○km/h以下（試験時の条件）

【照度】 ○lx（試験時の条件）

【覆工面の状況】 ○○（試験時の条件）

【天候】 ○○（試験時の条件）

#### ■ カタログへの記載例

##### 【記載例1】

色識別性能

- ・フルカラー識別可能

##### 【記載例2】

色識別性能

- ・グレースケール識別可能
- ・輝度220未満で輝度差約20を区別可能

# 非破壊検査技術

① 計測精度（※ [1] ～ [6] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う（複数可））

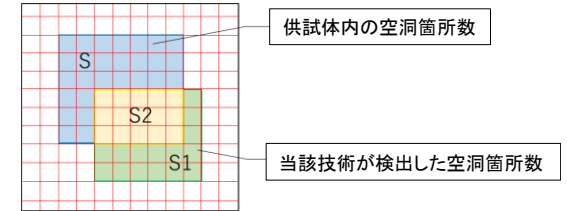
## ■ 試験方法

### [1] 劣化、表面近くの空洞（2020）

- ① 覆工コンクリートの表面近くの空洞（ジャンカ（劣化）を含む）を模した打音検査用模擬供試体（以下、模擬体という）を製作する。模擬体には、トンネルの目地を模擬した箇所を有するものとする。
- ② 模擬供試体に50mm×50mmのメッシュを設ける※。
- ③ 点検支援技術により、模擬体内における空洞箇所の計測を実施する。新技術によって検出された空洞箇所を記録する。合わせて、計測対象箇所に目地部を含むか否かを記載する。また、供試体内の空洞箇所に対する検出率、的中率（下式）を記載する。

$$\text{検出率} = \frac{\text{供試体内の空洞箇所数のうち当該技術で検出できた空洞箇所数}(S2)}{\text{供試体内の空洞箇所数}(S+S2)}$$

$$\text{的中率} = \frac{\text{当該技術で検出できた空洞箇所数のうち供試体内の空洞箇所数}(S2)}{\text{当該技術により検出した空洞箇所数}(S1+S2)}$$



※「道路トンネル定期点検要領」では、目地部及びその周辺については定期点検ごとに打音検査をすることが推奨されている。ここでは、目地部から50mm以内を目地部とし、当該部分を検査できれば目地部の検査が可能と判断した。これをもとに、目地部以外の区間についても50mm間隔で変状の有無を評価することとした。

## ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度（車両型の場合）】 ○○km/h以下（試験時の条件）

【覆工面の状況】 ○○（試験時の条件）

【天候】 ○○（試験時の条件）

## ■ カタログへの記載例

劣化、表面近くの空洞

- ・ 空洞厚10mm、深さ30mmの場合：□30mm以上検出可
- ・ 空洞厚10mm、□10mmの場合：深さ10mm以上検出可

※計測対象に目地部含まず

※全空洞に対する検出率：92%、的中率：87%

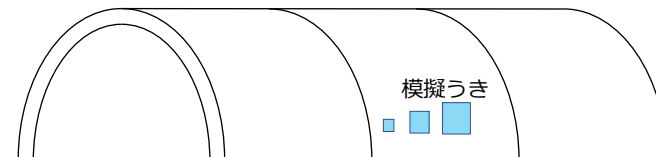
## 非破壊検査技術

① 計測精度（※ [1] ～ [6] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う（複数可））

### ■ 試験方法

#### 【2】 うき・はく離（2020）

- ① トンネル表面に模擬うき（厚さ：0.5mm、1mm、3mm、5mm／サイズ5cm×5cm、10cm×10cm、20cm×20cm）を塩ビ板等の貼り付けにより設ける。
- ② 模擬うきを含む区間の計測を点検支援技術により行う。
- ③ 新技術によって検出可能な変状のサイズを記載する。合わせて、計測対象箇所に目地部を含むか否かを記載する。



### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度（車両型の場合）】 ○○km/h以下（試験時の条件）

【覆工面の状況】 ○○（試験時の条件）

【天候】 ○○（試験時の条件）

### ■ カタログへの記載例

#### 【記載例1】

うき・はく離

- ・厚さ0.5mmの場合：検出不可
  - ・厚さ1mmの場合：□10cm以上検出可
  - ・厚さ3mmの場合：□10cm以上検出可
  - ・厚さ5mmの場合：□5cm以上検出可
- ※計測対象に目地部を含まず

#### 【記載例2】

うき・はく離

- ・厚さ0.5mmの場合：検出不可
  - ・厚さ1mmの場合：検出不可
  - ・厚さ3mmの場合：検出不可
  - ・厚さ5mmの場合：□5cm以上検出可
- ※計測対象に目地部含む

# 非破壊検査技術

① 計測精度 (※ [1] ~ [6] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う (複数可) )

## ■ 試験方法

### [3] 背面空洞 (2022)

- ① トンネルの実験施設に設けられた背面空洞、背面空洞を模擬した供試体、実トンネルの背面空洞等を試験対象とする。試験対象とする背面空洞は、その規模・形状が把握可能なものとする。
- ② 点検支援技術による背面空洞の検出を行う。
- ③ 点検支援技術により求めた背面空洞と試験対象とした背面空洞の比較を行う。比較結果は性能カタログへ記載するものとし、試験対象空洞の形状・規模、および位置のずれに対する検出結果が把握できる記載方法とする。また、試験対象とした背面空洞の平面図および縦断面図に、点検支援技術で検出した背面空洞の平面図および縦断面図を重ねた図を作成し、確認シートに記載する (平面ならびに縦断のずれを確認できる図)。



2 試験用トンネル

背面空洞を有するトンネル実験施設の例 (福島ロボットテストフィールドホームページより引用)

## ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度 (車両型の場合)】 ○○km/h以下 (試験時の条件)

【覆工面の状況】 ○○ (試験時の条件)

【天候】 ○○ (試験時の条件)

【背面空洞の条件】 ○○ (実トンネルに生じた背面空洞、空洞天端を鉄板とした模擬空洞等、具体的な条件を記載)

## ■ カタログへの記載例

平面サイズ) 試験対象:  $\Phi 300\text{mm}$

検出結果:  $\Phi 292\text{mm}$

代表点のずれ: 空洞中心点が15mmのずれ

奥行) 試験対象:  $L=300\text{mm}$

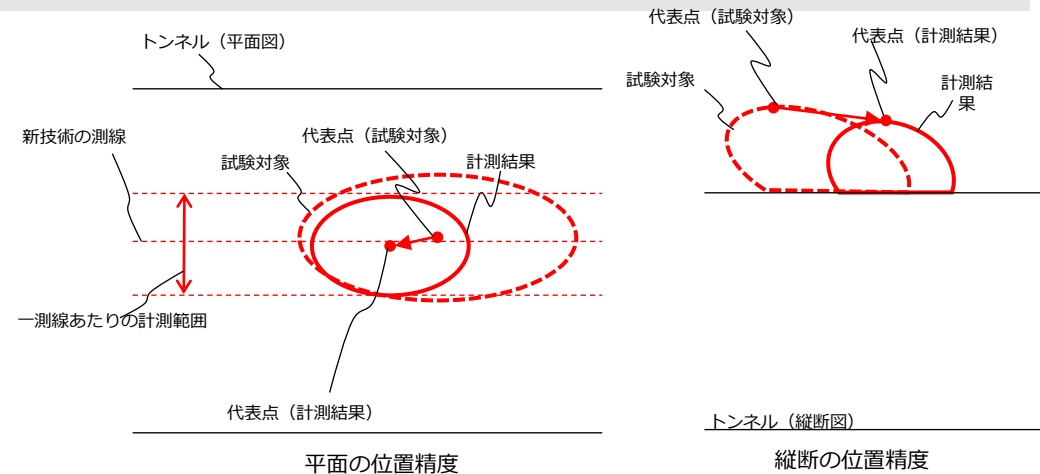
検出結果:  $L=250\text{mm}$

代表点のずれ: 空洞頂点が30mmのずれ

平面・縦断の位置精度検証対象トンネルとの位置関係は確認シートに図示

計測可能な背面空洞深さの理論値: ○cm (周波数○Hz) 計測可能な計測範囲の理論値: ○cm (1測線あたり)

鉄筋コンクリート覆工の背面空洞の計測値 (実績or理論値): 深さ○cm (周波数○Hz), 範囲○cm (1測線あたり)



## 非破壊検査技術

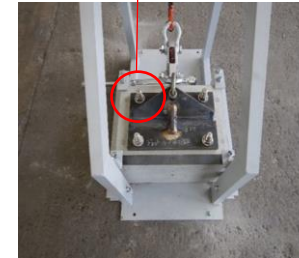
① 計測精度 (※ [1] ~ [6] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う (複数可) )

### ■ 試験方法

#### [4] ボルトの緩み (2021)

- ① 模擬試験体に取り付けられた金具をボルトを用いてコンクリート台座に固定する (右図)。
- ② ボルトを締め付けるトルクを段階的に変化させ、各トルクにおいて検出されるゆるみの有無を計測する。
- ③ 上記の試験から、締め付トルクとゆるみの有無の関係を確認する。

段階的にトルクを変化



ジェットファンの荷重を想定



ボルトの緩み試験体例

### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【天候】 ○○ (試験時の条件)

### ■ カタログへの記載例

ボルト寸法 : M24

- 条件1) 締め付トルク : ●N・m  
人力点検結果 : 健全  
検出結果 : 健全
- 条件2) 締め付トルク : ●N・m  
人力点検結果 : 緩みあり  
検出結果 : 健全
- 条件3) 締め付トルク : ●N・m  
人力点検結果 : 緩みあり  
検出結果 : 異常

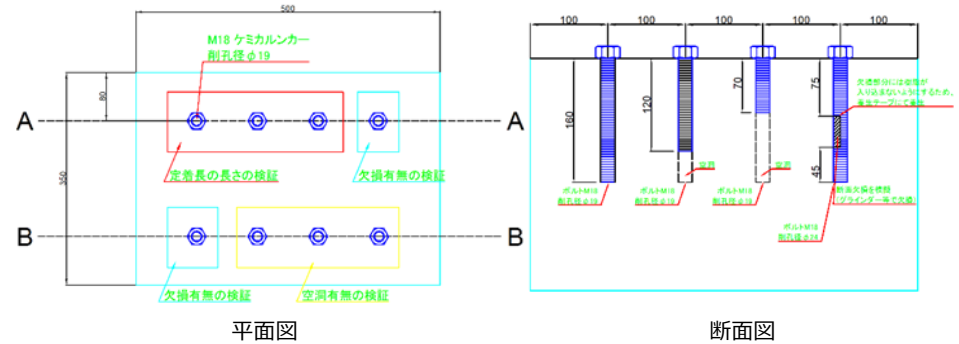
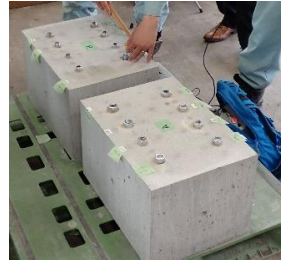
# 非破壊検査技術

① 計測精度 (※ [1] ~ [6] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う (複数可) )

## ■ 試験方法

### [5] ボルトの定着不良 (2021)

- ① 模擬試験体に定着不良を模したボルトを設置する (右図)。
- ② 定着不良の検知の可否を確認する。



## ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【天候】 ○○ (試験時の条件)

## ■ カタログへの記載例

- ボルトNo.1) 定着長不足 (定着長 : ●mm)  
人力点検結果 : 健全  
検出結果 : 健全 (定着長 : △mm)
- ボルトNo.2) 欠損あり  
人力点検結果 : 健全  
検出結果 : 異常あり
- ボルトNo.3) 空洞有 (空洞深さ : ●mm)  
人力点検結果 : 緩みあり  
検出結果 : 異常 (空洞深さ : △mm)

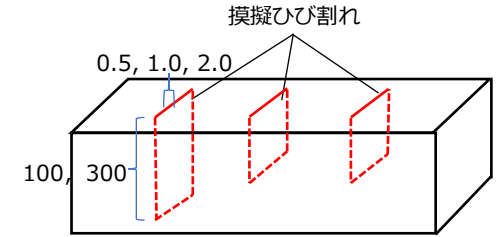
# 非破壊検査技術

① 計測精度 (※ [1] ~ [6] の試験方法のうち、技術が対象とする項目について試験を行う (複数可) )

## ■ 試験方法

### [6] ひび割れ深さ (2022)

- ① コンクリート試験体内にひび割れを模擬した長方形の塩ビ板を埋め込む。塩ビ板の幅は0.5mm、1.0mm、2.0mmの3種類とし、深さは100mm、300mmの2種類とする (全6ケース)。
- ② 点検支援技術によるひび割れ幅・深さの検出を行う。
- ③ 点検支援技術により求めたひび割れ幅、深さと供試体のひび割れ幅、深さの比較を行い、比較結果は性能カタログへ記載するものとする。



ひび割れ供試体のイメージ

## ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【照度】 ○lx (試験時の条件)

【覆工面の状況】 ○○ (試験時の条件)

【天候】 ○○ (試験時の条件)

## ■ カタログへの記載例

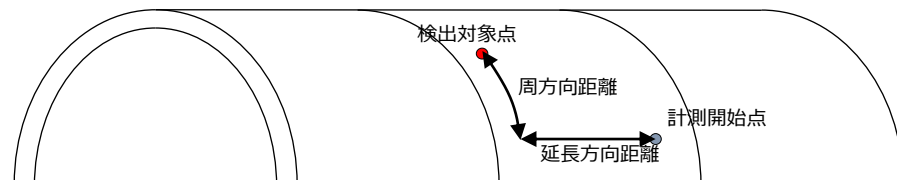
ケース	模擬ひび割れ (mm)		検出結果 (mm)	
	幅	深さ	幅	深さ
1	0.5	100	検出不可	検出不可
2	0.5	300	0.5	289
3	1.0	100	1.0	101
4	1.0	300	1.3	299
5	2.0	100	2.0	100
6	2.0	300	2.1	310

## 非破壊検査技術

### ② 位置精度 (2020)

#### ■ 試験方法

- ① 二車線トンネル内において検出すべき点（検出対象点）を3点程度指定する。
- ② 検出対象点とは別に計測を開始する点（計測開始点）を指定し、検出対象点と計測開始点の距離（トンネル延長方向、トンネル周方向）を計測する。
- ③ 点検支援技術により計測を実施し、出力された計測結果から計測対象点と計測開始点との距離（トンネル延長方向、トンネル周方向）を求める。
- ④ ②で計測した距離と、③で計測した点検支援技術による距離から、トンネル延長方向、トンネル周方向の誤差を検出対象点ごとに求め、これらの誤差の平均値を位置精度とする。
- ⑤ 曲線を有するトンネルでは曲線区間の任意の1スパン（複数の曲率を有するトンネルでは曲率ごとに）の両側の壁面に設置することとする。



#### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

- 【走行速度（車両型の場合）】 ○○km/h以下（試験時の条件）
- 【照度】 ○lx（試験時の条件）
- 【覆工面の状況】 ○○（試験時の条件）
- 【天候】 ○○（試験時の条件）

#### ■ カタログへの記載例

延長方向誤差：12mm，周方向誤差：8mm

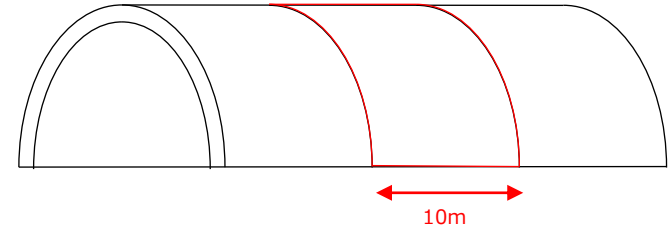


## 非破壊検査技術

### ③ 計測速度（移動しながら計測する場合）（2020）

#### ■ 試験方法

- ① 二車線トンネルの1スパン（10m程度）を使用して、点検支援技術による計測を行う。
- ② 計測結果から、1分当たりの計測可能面積（ $\text{m}^2/\text{min}$ ）を求める。



#### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度（車両型の場合）】  $\text{〇〇 km/h}$ 以下（試験時の条件）

#### ■ カタログへの記載例

$10\text{m}^2/\text{min}$

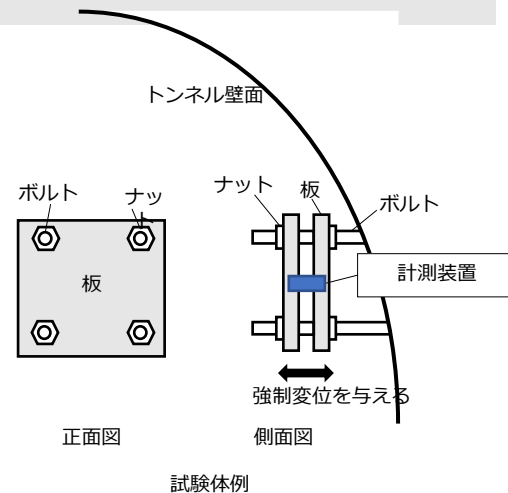
## 計測・モニタリング技術

### ① 計測精度

#### ■ 試験方法

##### 附属物等の変位 (2020)

- ① トンネル内等に、右図のような試験体を設置する。
- ② 試験体に計測装置を設置し、ナットの緩み（もしくは締め付け）によって強制変位を与えたときの変位量を計測する。



#### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【照度】 ○lx (試験時の条件)

【覆工面の状況】 ○○ (試験時の条件)

【天候】 ○○ (試験時の条件)

#### ■ カタログへの記載例

ケース1) 試験体の変位量 : 1.0mm (ノギス計測)

検出結果 : 1.03mm

ケース2) 試験体の変位量 : 1.5mm (ノギス計測)

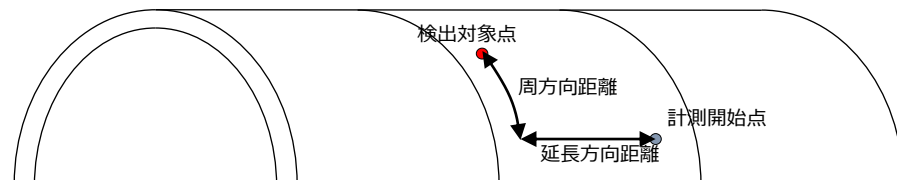
検出結果 : 1.48mm

## 計測・モニタリング技術

### ② 位置精度 (2020)

#### ■ 試験方法

- ① 二車線トンネル内において検出すべき点（検出対象点）を3点程度指定する。
- ② 検出対象点とは別に計測を開始する点（計測開始点）を指定し、検出対象点と計測開始点の距離（トンネル延長方向、トンネル周方向）を計測する。
- ③ 点検支援技術により計測を実施し、出力された計測結果から計測対象点と計測開始点との距離（トンネル延長方向、トンネル周方向）を求める。
- ④ ②で計測した距離と、③で計測した点検支援技術による距離から、トンネル延長方向、トンネル周方向の誤差を検出対象点ごとに求め、これらの誤差の平均値を位置精度とする。
- ⑤ 曲線を有するトンネルでは曲線区間の任意の1スパン（複数の曲率を有するトンネルでは曲率ごとに）の両側の壁面に設置することとする。



#### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

- 【走行速度（車両型の場合）】 ○○km/h以下（試験時の条件）
- 【照度】 ○lx（試験時の条件）
- 【覆工面の状況】 ○○（試験時の条件）
- 【天候】 ○○（試験時の条件）

#### ■ カタログへの記載例

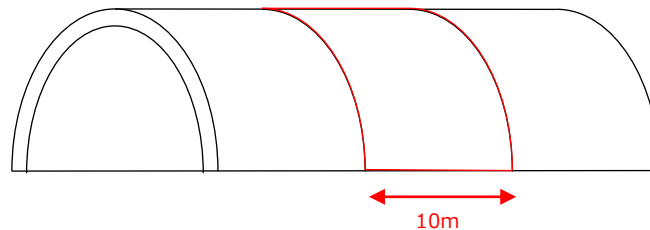
延長方向誤差：12mm，周方向誤差：8mm

## 計測・モニタリング技術

### ③ 計測速度（移動しながら計測する場合）（2020）

#### ■ 試験方法

- ① 二車線トンネルの1スパン（10m程度）を使用して、点検支援技術による計測を行う。
- ② 計測結果から、1分当たりの計測可能面積（ $\text{m}^2/\text{min}$ ）を求める。



#### ■ 特に記載を要する動作条件及び環境条件

【走行速度（車両型の場合）】  $\text{〇〇 km/h}$ 以下（試験時の条件）

#### ■ カタログへの記載例

$10\text{m}^2/\text{min}$