

# 道路トンネル点検記録作成支援ロボット技術 要求性能(案)

## ユースケースの前提条件

- 変状写真の撮影 (A-1) : 各レベルに応じて以下に示す変状種類について点検員が変状を示すチョーキングを行う。チョーキングを行った変状はチョーキングを、それ以外の変状は変状そのものを点検員が判読する。  
 【レベル1】点検員等がチョーキングを行う変状種類：ひび割れ幅0.3～3.0mmのひび割れ、うき・はく離の打音異常の有無及び範囲、鋼材腐食の範囲  
 【レベル2】点検員等がチョーキングを行う変状種類：うき・はく離の打音異常の有無及び範囲、鋼材腐食の範囲
- 変状の自動検出 (A-3) : 当該技術で取得した画像に基づき、別添に定める精度で変状を自動で検出  
**※上記とは別に、専門的な知識と技能を有する技術者が近接目視を行った上で健全性の診断を行う。**

評価項目			評価指標		性能評価		
精度	A-1	変状写真の撮影	点検員が当該技術により取得した画像(写真)を見て、別添に示す画像の判読精度(変状等を判読できる画像であること、変状と誤認しない画像であること)を有している。	判読可能率	(近接目視で検出した変状のうち、当該技術で記録した画像にて判読可能な変状箇所数)/(近接目視で検出した変状箇所数)	値が大きい方が高性能	
	A-2	変状写真台帳の自動整理	変状写真台帳に写真番号、変状部位(対象箇所、部位区分)、変状種類を自動で整理できる機能を有する。	機能の有無	変状写真の自動整理機能の有無	有の方が高性能	
	A-3-1	変状の自動検出	当該技術により取得した画像に基づき、変状を自動で検出することができる。	検出率	ひび割れ	(近接目視で検出した変状のうち、当該技術によりひび割れを正しく自動検出した延長)/(近接目視で検出したひび割れ延長)	値が大きい方が高性能
					ひび割れ以外	(近接目視で検出した変状のうち、当該技術によりひび割れ以外の変状を正しく自動検出した箇所数)/(近接目視で検出したひび割れ以外の変状箇所数)	値が大きい方が高性能
	A-3-2	的中率	ひび割れ	(近接目視で検出した変状のうち、当該技術によりひび割れを正しく自動検出した延長)/(当該技術によりひび割れを自動検出した延長)	値が大きい方が高性能		
ひび割れ以外	(近接目視で検出した変状のうち、当該技術によりひび割れ以外の変状を正しく自動検出した箇所数)/(当該技術により自動検出したひび割れ以外の変状箇所数)	値が大きい方が高性能					
効率性	B-1	現場規制時間の短縮	当該技術を導入したことによる現場規制時間の短縮	規制時間比率	(適用条件内は当該技術で実施し、適用条件外は近接目視で実施した場合の現場規制時間)/(全作業を近接目視で実施した場合の現場規制時間)	値が小さい方が効率的	
経済性	C-1	コスト比率(外業)	当該技術を導入したことによる従来技術とのコスト比率(外業)	コスト比率(外業)	(適用条件内は当該技術で実施し、適用条件外は近接目視で実施した場合のコスト(外業))/(全作業を近接目視で実施した場合のコスト(外業))	値が小さい方が経済的	
	C-2	コスト比率(内業)	当該技術を導入したことによる従来技術とのコスト比率(内業)	コスト比率(内業)	(適用条件内は当該技術で実施し、適用条件外は近接目視で実施した場合のコスト(内業))/(全作業を近接目視で実施した場合のコスト(内業))	値が小さい方が経済的	
	C-3	コスト比率(外業+内業)	当該技術を導入したことによる従来技術とのコスト比率(外業+内業)	コスト比率(外業+内業)	(適用条件内は当該技術で実施し、適用条件外は近接目視で実施した場合のコスト(外業+内業))/(全作業を近接目視で実施した場合のコスト(外業+内業))	値が小さい方が経済的	

※精度は、「道路トンネル定期点検要領」の本体工の変状種類①②④⑥別に指標値を算出する。

※予め申請した適用条件(変状部位、変状種類)の、試験・評価を行う。

※ひび割れ以外とは、うき、はく離、鋼材腐食、漏水等による変状を示す。

変状種類別の要求性能(精度)【詳細版】

別添

区分	変状種類	要求性能(精度)			【参考】「道路トンネル定期点検要領」(平成26年6月国土交通省道路局) 付録	
		[A-1] 変状写真の撮影	[A-2] 変状写真台帳の整理	[A-3] 変状の自動検出	判定区分	判定の目安例 (下線は、画像だけでは判別困難な部分)
本 体 工	① 圧ぎ、ひび割れ	<p>【レベル1】 点検員が画像を見て、ひび割れ幅3mm以上のひび割れ及びひび割れ幅0.3～3.0mmのひび割れを示すチョーキングについて、方向と本数、ひび割れ幅(3mm未満にあたっては0.1mm単位、3mm以上にあたっては0.5mm単位)、ひび割れ長さ(0.1m単位)がわかるようにスパン別に変状展開図に記録できる画像精度を有していること。</p> <p>【レベル2】 点検員が画像を見て、ひび割れ幅0.3mm以上のひび割れについて、方向と本数、ひび割れ幅(3mm未満にあたっては0.1mm単位、3mm以上にあたっては0.5mm単位)、ひび割れ長さ(0.1m単位)がわかるようにスパン別に変状展開図に記録できる画像精度を有していること。</p>	<p>変状写真に写真番号、変状部位(対象箇所、部位区分)、変状種類を自動で記録・整理できる。</p>	<p>ひび割れ幅0.3mm以上のひび割れについて、方向と本数、ひび割れ幅(3mm未満にあたっては0.1mm単位、3mm以上にあたっては0.5mm単位)、ひび割れ長さ(0.1m単位)の精度で当該技術により自動で検出することができる。</p>	I	ひび割れ幅(3mm未満)、ひび割れ長さによらず【外力が作用している可能性が低い場合】
					II b	ひび割れ幅(3mm未満)、ひび割れ長さによらず【外力の作用の可能性のある場合】 ひび割れ幅(3～5mm)、ひび割れ長さ(5m未満) ひび割れ幅(5mm以上)、ひび割れ長さ(5m未満)
					II a	ひび割れ幅(3mm未満)、ひび割れ長さによらず ひび割れ幅(3～5mm)、ひび割れ長さ(5m未満) ひび割れ幅(5mm以上)、ひび割れ長さ(5m未満)
					III	ひび割れ幅(3～5mm)、ひび割れ長さ(5～10m以上) ひび割れ幅(3～5mm)、ひび割れ長さ(10m以上) ひび割れ幅(5mm以上)、ひび割れ長さ(5m未満) ひび割れ幅(5mm以上)、ひび割れ長さ(5～10m)
	IV	ひび割れ幅(5mm以上)、ひび割れ長さ(10m以上)				
	② うき、はく離	<p>点検員が画像を見て、うき、はく離の範囲を示すチョーキング及びひび割れ等の状況(閉合、ブロック化、補修材等の材質劣化、覆工コンクリート等の細片化、覆工コンクリート等の材質劣化)を判読可能な画像精度を有していること。</p>	<p>変状の発生している場所と範囲を当該技術により自動で検出することができる。</p>	II b	<p>打音異常の有無にかかわらず、ひび割れ等はあるものの、進行しても閉合の恐れがない</p> <p>打音異常が無く、ひび割れ等は閉合してはいないものの、ひび割れの進行により閉合が懸念される</p> <p>打音異常が無く、ひび割れ等が閉合しブロック化している</p> <p>打音異常が無く、漏水防止モルタルや補修材が材質劣化している</p> <p>打音異常が無く、覆工コンクリートや骨材が細片化している、あるいは豆板等があり材質劣化している</p>	
				II a	<p>打音異常が無く、ひび割れ等が閉合しブロック化している</p> <p>打音異常が無く、漏水防止モルタルや補修材が材質劣化している</p> <p>打音異常が無く、覆工コンクリートや骨材が細片化している、あるいは豆板等があり材質劣化している</p>	
				III	<p>打音異常が有り、ひび割れ等は閉合してはいないものの、ひび割れの進行により閉合が懸念される</p> <p>打音異常が無く、ひび割れ等が閉合しブロック化している</p> <p>打音異常が有り、漏水防止モルタルや補修材が材質劣化している</p> <p>打音異常が無く、漏水防止モルタルや補修材が材質劣化している</p> <p>打音異常が無く、覆工コンクリートや骨材が細片化している、あるいは豆板等があり材質劣化している</p>	
				IV	<p>打音異常が有り、ひび割れ等が閉合しブロック化している</p> <p>打音異常が有り、漏水防止モルタルや補修材が材質劣化している</p> <p>打音異常が有り、覆工コンクリートや骨材が細片化している、あるいは豆板等があり材質劣化している</p>	
	④ 鋼材腐食	<p>点検員が画像を見て、鋼材腐食の範囲を示すチョーキング及び鋼材腐食の有無を判読可能な画像精度を有していること。</p>	<p>変状の発生している場所と範囲を当該技術により自動で検出することができる。</p>	I	鋼材腐食が生じてない、またはあっても軽微なため、措置を必要としない状態	
				II b	表面的あるいは小面積の腐食があるため、監視を必要とする状態	
				II a	孔食あるいは鋼材全周のうき錆がみられるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態	
III				腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造用鋼材として機能が損なわれているため、早期に対策を講じる必要がある状態		
IV	腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造用鋼材として機能が著しく損なわれているため、緊急に対策を講じる必要がある状態					

区分	変状種類	要求性能(精度)			【参考】「道路トンネル定期点検要領」(平成26年6月国土交通省道路局) 付録	
		[A-1] 覆工展開画像の記録	[A-2] 変状写真台帳の整理	[A-3] 変状展開図の作成支援	判定 区分	判定の目安例 (下線は、画像だけでは判別困難な部分)
本 体 工	⑥ 漏水等による変状	点検員が画像を見て、漏水(漏水跡を含む)の有無及び範囲、発生部位(アーチ、側壁、路面)、種類(帯水、氷、土砂)を判別可能な画像精度を有していること。	変状写真に写真番号、変状部位(対象箇所、部位区分)、変状種類を自動で記録・整理できる。	変状の発生している場所と範囲を当該技術により自動で検出することができる。	II b	アーチ、漏水浸出、利用者への影響無し アーチ、つらら、利用者への影響無し 側壁、漏水、利用者の影響無し 側壁、側水、利用者影響無し 路面、土砂流出、利用者影響無し 路面、帯水、利用者影響無し 路面、凍結、利用者影響無し
					II a	アーチ、漏水滴水、利用者への影響有り 側壁、漏水滴水、利用者の影響有り 側壁、漏水流下、利用者の影響有り
					III	アーチ、漏水流下、利用者への影響有り アーチ、つらら、利用者への影響無し 側壁、漏水噴出、利用者の影響有り 側壁、側水、利用者影響有り 路面、土砂流出、利用者影響有り 路面、帯水、利用者影響有り 路面、凍結、利用者影響有り
					IV	アーチ、漏水噴出、利用者への影響有り アーチ、つらら、利用者への影響無し 側壁、側水、利用者影響有り 路面、土砂流出、利用者影響有り 路面、帯水、利用者影響有り 路面、凍結、利用者影響有り
③ 変形、移動、沈下	(対象外)	(対象外)	(対象外)	II b	変形速度1mm/年未満(緩慢)	
				II a	変形速度1mm/年未満(緩慢) 変形速度1~3mm/年(進行が見られる~緩慢)将来的に構造物の機能低下につながる可能性が低い場合(変形量自体が小さい場合、変形の外的要因が明確でないまたは進行も収束しつつある場合等)	
				III	変形速度1~3mm/年(進行が見られる~緩慢)将来的に構造物の機能低下につながる可能性が高い状態(変形量自体が大きい場合、地山からの荷重作用が想定される場合(変形の方向が斜面方向と一致する等)) 変形速度3~10mm/年(進行が見られる)	
				IV	変形速度10mm/年以上(著しい)	
⑤ 有効巻厚の不足または減少	(対象外)	(対象外)	(対象外)	II b	有効巻厚/設計巻厚(2/3以上)	
				II a	有効巻厚/設計巻厚(1/2~2/3)	
				III	有効巻厚/設計巻厚(1/2~2/3) 有効巻厚/設計巻厚(1/2未満)	
				IV	有効巻厚/設計巻厚(1/2未満)	
附 属 物	⑦ 破断	(対象外)	(対象外)	(対象外)	○ 附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合	
					× 附属物の取付状態に異常がある場合	
	⑧ 緩み、脱落	(対象外)	(対象外)	(対象外)	(対象外)	○ 附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合
						× 附属物の取付状態に異常がある場合
	⑨ 亀裂	(対象外)	(対象外)	(対象外)	(対象外)	○ 附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合
						× 附属物の取付状態に異常がある場合
	⑩ 腐食	(対象外)	(対象外)	(対象外)	(対象外)	○ 附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合
						× 附属物の取付状態に異常がある場合
	⑪ 変形、欠損	(対象外)	(対象外)	(対象外)	(対象外)	○ 附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合
						× 附属物の取付状態に異常がある場合
	⑫ がたつき	(対象外)	(対象外)	(対象外)	(対象外)	○ 附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合
						× 附属物の取付状態に異常がある場合

# 今回の要求性能の対象とする変状の種類と部位

## ■変状種類

区分	種類
本体内工	① 圧ざ、ひび割れ
	② うき、はく離
	③ 変形、移動、沈下
	④ 鋼材腐食
	⑤ 有効巻厚の不足または減少
	⑥ 漏水等による変状
附属物	⑦ 破断
	⑧ 緩み、脱落
	⑨ 亀裂
	⑩ 腐食
	⑪ 変形、欠損
	⑫ がたつき

	今回の検証対象
	今回の検証対象外

## ■変状部位

	対象箇所	部位区分
本体内工	覆工	アーチ
		側壁
	坑門	
	内装板	
	路面	
	路肩	
	排水施設	
	補修・補強材	
附属物	付属施設	換気施設
		照明施設
		非常用施設
		関連施設
		ケーブル類
	標識	
	情報板	
	吸音板	
	取付金具	
	ボルト・ナットアンカー類	