

(4) トンネル内装工

令和5年7月

東日本高速道路株式会社
中日本高速道路株式会社
西日本高速道路株式会社

(4) トンネル内装工

令和6年7月

東日本高速道路株式会社
中日本高速道路株式会社
西日本高速道路株式会社

7-2 施工法

新設トンネルにおける内装工の施工法は、白色照明下であることから、路面境界部が認識し易く、視線誘導効果が高い。視線誘導ライン反射材（青色）を接着剤等+アンカー止めで設置すること基本とする。

既設トンネルにおいて大規模内装工を取替える場合、照明種別、路面輝度、非常用設備の配線・配管の設置状況、漏水の程度、覆工面の状態等について調査し、施工性、経費性を勘案して材料、施工法を検討するものとする。

従来の浮かし張りで設置した内装板の取り付け金具が耐腐食性供用後10数年経過したトンネルにおいて腐食の事例が多く見られた。したがって金具の少ない施工法・耐久性の観点で有利であり、かつ経費的であることから、新設トンネルにおける内装工は点検・維持管理のしやすさを考慮し、脱落リスクの少ない、視線誘導ライン反射材（青色）による施工法を基本とする。

既設トンネルにおいては、内装工の取替えが行われている。また、特定更新工事等に伴い内装工の更新が行われる事例も考えられる。内装工を取替える場合も、内装工脱落リスクの抑制の観点から新設トンネルと同様に視線誘導ライン反射材（青色）による施工法が望ましいが、照明種別、路面輝度、非常用施設の配線・配管の設置状況、非常用施設の箱置きとの取り合い、取り付け金具の劣化状況等を調査し、内装材料や施工法を検討する必要がある。

また、覆工面の漏水が多く漏水処理を行う場合や、漏水が激しくエフロレッセンス等による内装工表面の汚れが想定される場合は、タイル直張り、塗装シート、視線誘導ラインが適さない状況もある。内装工の設置は、供用中における規制下での施工となるため、規制期間、施工性についても十分に検討する必要がある。

代表的な内装工および視線誘導ラインの施工法を表7.2に示す。

表7.2 内装工の施工法と材料の種類

番号	種別	施工法	材料	取り付け位置
①	タイル直張り	(a)接着剤張り	タイル	監視員通路側壁部 覆工側壁部
②	パネル直張り	(a)接着剤張りとアンカーボルトの併用 (b)上下部を押さえ金具とアンカーボルトで覆工面に固定	繊維強化セメント板	監視員通路側壁部 覆工側壁部
			金属板	
			タイルパネル	
			その他	
③	パネル浮かし張り	(a)胴縁方式 (b)点支持方式	繊維強化セメント板	覆工側壁部
			金属板	
			タイルパネル	
			その他	

7-2 施工法

新設トンネルにおける内装工の施工法は、白色照明下であることから、路面境界部が認識し易く、視線誘導効果が高い。視線誘導ライン反射材（青色）を金属拡張アンカー止め+接着剤等で設置すること基本とする。

既設トンネルにおいて大規模内装工を取替える場合、照明種別、路面輝度、非常用設備の配線・配管の設置状況、漏水の程度、覆工面の状態等について調査し、施工性、経費性を勘案して材料、施工法を検討するものとする。

従来の浮かし張りで設置した内装板の取り付け金具が耐腐食性供用後10数年経過したトンネルにおいて腐食の事例が多く見られた。したがって金具の少ない施工法・耐久性の観点で有利であり、かつ経費的であることから、新設トンネルにおける内装工は点検・維持管理のしやすさを考慮し、脱落リスクの少ない、視線誘導ライン反射材（青色）による施工法を基本とする。

既設トンネルにおいては、内装工の取替えが行われている。また、特定更新工事等に伴い内装工の更新が行われる事例も考えられる。内装工を取替える場合も、内装工脱落リスクの抑制の観点から新設トンネルと同様に視線誘導ライン反射材（青色）による施工法が望ましいが、照明種別、路面輝度、非常用施設の配線・配管の設置状況、非常用施設の箱置きとの取り合い、取り付け金具の劣化状況等を調査し、内装材料や施工法を検討する必要がある。

また、覆工面の漏水が多く漏水処理を行う場合、漏水が激しくエフロレッセンス等による内装工表面の汚れが想定される場合や付着力が確保できない場合は、タイル直張り、塗装シート、視線誘導ラインが適さない状況もあるため、漏水箇所を回避した設置範囲を検討すること、樋の回避または汚れ防止として浮かし張り構造を検討することが必要である。

内装工の設置は、供用中における規制下での施工となるため、規制期間、施工性についても十分に検討する必要がある。

代表的な内装工および視線誘導ラインの施工法を表7.2に示す。

表7.2 内装工の施工法と材料の種類

番号	種別	施工法	材料	取り付け位置
①	タイル直張り	(a)接着剤張り	タイル	監視員通路側壁部 覆工側壁部
②	パネル直張り	(a)接着剤張りとアンカーボルトの併用 (b)上下部を押さえ金具とアンカーボルトで覆工面に固定	繊維強化セメント板	監視員通路側壁部 覆工側壁部
			金属板	
			タイルパネル	
			その他	
③	パネル浮かし張り	(a)胴縁方式 (b)点支持方式	繊維強化セメント板	覆工側壁部
			金属板	
			タイルパネル	
			その他	

④	塗装		(a) 塗装	塗料	監視員通路側壁部 覆工側壁部
⑤	シート		(a) 粘着シートによるシート材の張り付け	シート材	監視員通路側壁部 覆工側壁部
⑥	視線誘導	非反射材 (橙色)	(a) 塗料材の塗布 (b) 粘着シートによるシート材の張り付け	塗料	側壁部で路面からの高さ 2.5m の位置を上端で設置
				シート	
				その他	
⑦	ライン	視線誘導ライン 反射材 (青色)	(a) 接着剤+アンカー止め (樹脂設置タイプでは粘着シートでの張り付け+アンカー止めも適用できる)	反射材	側壁部で路面からの高さ 0.5m~0.9m の位置を上端で設置

④	塗装		(a) 塗装	塗料	監視員通路側壁部 覆工側壁部
⑤	シート		(a) 粘着シートによるシート材の張り付け	シート材	監視員通路側壁部 覆工側壁部
⑥	視線誘導	非反射材 (橙色)	(a) 塗料材の塗布 (b) 粘着シートによるシート材の張り付け	塗料	側壁部で路面からの高さ 2.5m の位置を上端で設置
				シート	
				その他	
⑦	ライン	反射材 (青色)	(a) 金属拡張アンカー止め+接着剤 (樹脂設置タイプでは金属拡張アンカー止め+粘着シートでの張り付けも適用できる)	反射材	側壁部で路面からの高さ 0.5m~0.9m の位置を上端で設置

①タイル直張り

タイル直張りは図7.1に示すように、覆工面あるいは監視員通路側壁部に二丁掛り程度の大きさのタイルを、覆工面に接着剤を全面塗布後、しっかりと押し付け専用振動具（ビブラート）を用いて確実に圧着させて、所定の付着率を満足するように張り付けることをいう。

タイル直張りの設置方法は、接着剤張りを基本とし、接着される覆工面等の下地処理は、長期的に良好な付着を確保するため、サンディング処理し覆工表面の凹凸を平滑にし、汚れや型枠はく離材を十分に取り除く必要がある。また、気象条件等により張付け表面で結露が発生する場合は予想されるので、このような場合は布等や簡易送風機等により、結露を十分に取り除いた後、施工する必要がある。覆工表面の状態が施工に適した状態でない場合は施工しない。

②パネル直張り

パネル直張りは図7.2~7.3に示すように、覆工面あるいは監視員通路側壁部パネルをアンカーボルト、押さえ金具、または接着剤を用いて設置することをいう。

パネルを覆工面、監視員通路側面に直接する状態で設置するため、「7-2 施工法 ③パネル浮かし張り」から取り付け金具の量を軽減でき、背面の覆工等により清掃荷重を受けることができる。この場合、パネルの厚さを薄くできる可能性があり、浮かし張りに比べ耐久性、経済生で有利な工法である。維持管理面において、車両の衝突により大規模な損傷を免れる利点がある。

覆工コンクリートの施工目地を跨いで設置した場合、施工目地の変位に自従できず、パネル損傷の原因となることから、施工目地を跨がせないものとする。

①タイル直張り

タイル直張りは図7.1に示すように、覆工面あるいは監視員通路側壁部に二丁掛り程度の大きさのタイルを、覆工面に接着剤を全面塗布後、しっかりと押し付け専用振動具（ビブラート）を用いて確実に圧着させて、所定の付着率を満足するように張り付けることをいう。

タイル直張りの設置方法は、接着剤張りを基本とし、接着される覆工面等の下地処理は、長期的に良好な付着を確保するため、サンディング処理し覆工表面の凹凸を平滑にし、汚れや型枠はく離材を十分に取り除く必要がある。また、気象条件等により張付け表面で結露が発生する場合は予想されるので、このような場合は布等や簡易送風機等により、結露を十分に取り除いた後、施工する必要がある。覆工表面の状態が施工に適した状態でない場合は施工しない。

②パネル直張り

パネル直張りは図7.2~7.3に示すように、覆工面あるいは監視員通路側壁部パネルをアンカーボルト、押さえ金具、または接着剤を用いて設置することをいう。

パネルを覆工面、監視員通路側面に直接する状態で設置するため、「7-2 施工法 ③パネル浮かし張り」から取り付け金具の量を軽減でき、背面の覆工等により清掃荷重を受けることができる。この場合、パネルの厚さを薄くできる可能性があり、浮かし張りに比べ耐久性、経済生で有利な工法である。維持管理面において、車両の衝突により大規模な損傷を免れる利点がある。

覆工コンクリートの施工目地を跨いで設置した場合、施工目地の変位に自従できず、パネル損傷の原因となることから、施工目地を跨がせないものとする。

⑥非反射材 (橙色)

非反射材 (橙色) は図7.7~7.8に示すように、路面から2.5mの位置に、幅20cmで施工するものである。塗装を用いる場合は「7-2 施工法 ④塗装」、シートを用いる場合は「7-2 施工法 ⑤シート」にそれぞれ準拠し、適切に施工する必要がある。

⑦反射材 (青色)

反射材 (青色) は図7.9~7.10に示すように、路面から0.5m~0.9mの位置を基本とし、幅10cmで施工するものである。

反射材 (青色) の施工は、漏水がないことを原則とし、十分に覆工面の事前調査を行い適用可能であるか判断する必要がある。結露が発生する場合は十分に乾かしてから施工する必要がある。また、覆工表面の汚れ、脆弱部、ひび割れ、段差等を把握し、最適な下地処理を行わなければならない。下地処理後、覆工面または監視員通路側壁部に粘着シートや接着剤で固定後、アンカーを用いて設置する。

⑧その他の工法

その他の工法としてタイルパネルを監視員通路側壁部に型枠として兼用設置する事例等があるが、適用にあたっては、施工性や内装工の役割を満足しているか等を事前に十分検討する必要がある。また、その他にも、新しい製品の開発に加え、施工法について材料の特性を生かした様々な方法が試みられており、設置および維持・清掃作業の容易性、長期の耐久性、トンネル環境への適合性、走行車両に対する安全性、経費性を考慮し、内装工の役割を満足しているか等十分に検討する必要がある。

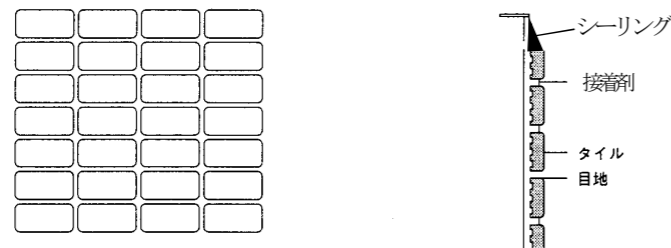


図7.1 タイル直張り

⑥非反射材 (橙色)

非反射材 (橙色) は図7.7~7.8に示すように、路面から2.5mの位置に、幅20cmで施工するものである。塗装を用いる場合は「7-2 施工法 ④塗装」、シートを用いる場合は「7-2 施工法 ⑤シート」にそれぞれ準拠し、適切に施工する必要がある。

⑦反射材 (青色)

反射材 (青色) は図7.9~7.10に示すように、路面から0.5m~0.9mの位置を基本とし、幅10cmで施工するものである。

反射材 (青色) の施工は、漏水がないことを原則とし、十分に覆工面の事前調査を行い適用可能であるか判断する必要がある。結露が発生する場合は十分に乾かしてから施工する必要がある。また、覆工表面の汚れ、脆弱部、ひび割れ、段差等を把握し、最適な下地処理を行わなければならない。下地処理後、覆工面または監視員通路側壁部に脱着し備え接着剤や粘着シートで固定後、**ねじ径が8 mm以上の金属拡張アンカーを用いて設置する。なお、アンカーの材質は、耐食性のあるステンレスを標準とする。**

漏水箇所において、接着剤や粘着シートによる固定が困難な場合は、代替となる脱落への備えとして、アンカーの脱着防止 (ゆるみ止めナット等) に配慮して固定することを検討する。

⑧その他の工法

その他の工法としてタイルパネルを監視員通路側壁部に型枠として兼用設置する事例等があるが、適用にあたっては、施工性や内装工の役割を満足しているか等を事前に十分検討する必要がある。また、その他にも、新しい製品の開発に加え、施工法について材料の特性を生かした様々な方法が試みられており、設置および維持・清掃作業の容易性、長期の耐久性、トンネル環境への適合性、走行車両に対する安全性、経費性を考慮し、内装工の役割を満足しているか等十分に検討する必要がある。

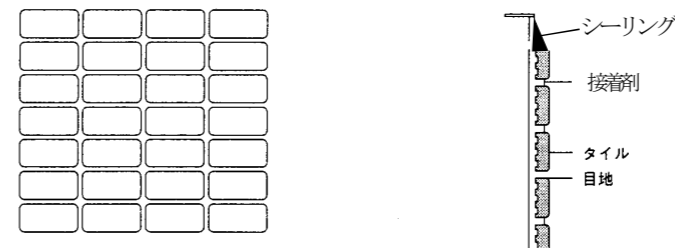


図7.1 タイル直張り

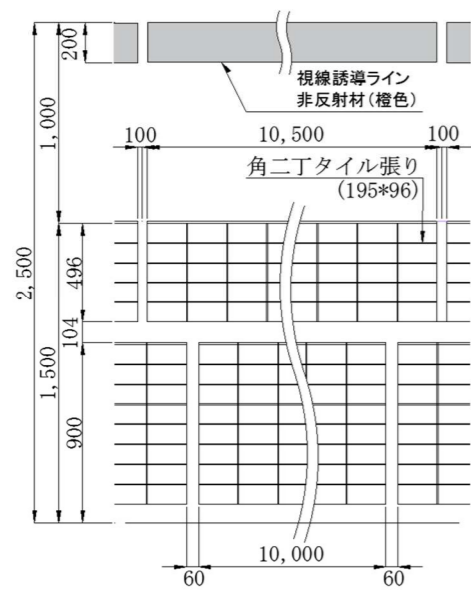


図7.7 内装高さ1.5mと視線誘導ライン
非反射材(橙色) (監視員通路有)

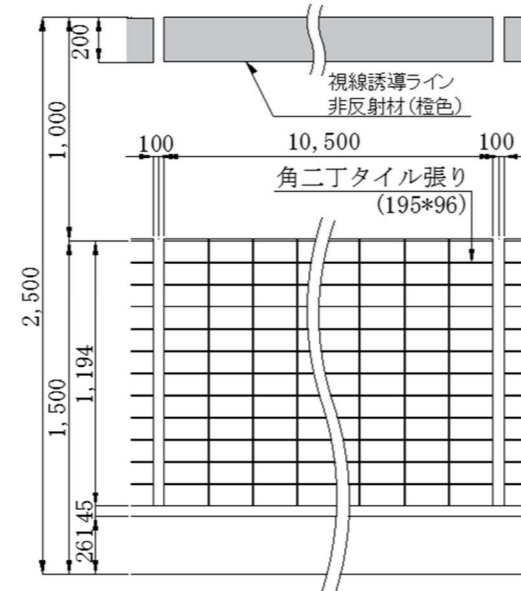


図7.8 内装高さ1.5mと視線誘導ライン
非反射材(橙色) (監視員通路無)



図7.7 内装高さ1.5mと視線誘導ライン
非反射材(橙色) (監視員通路有)

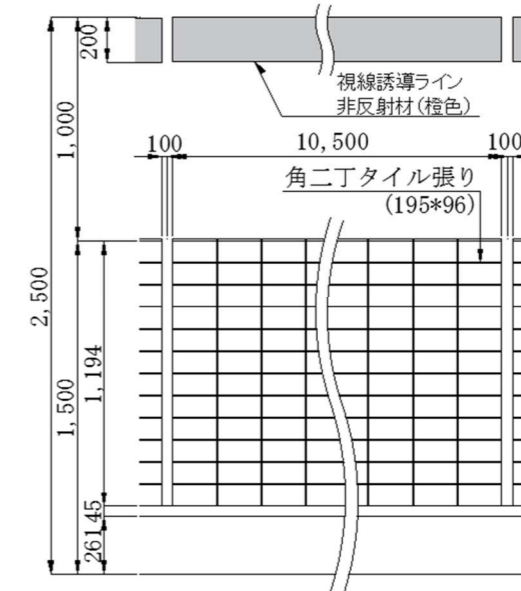


図7.8 内装高さ1.5mと視線誘導ライン
非反射材(橙色) (監視員通路無)

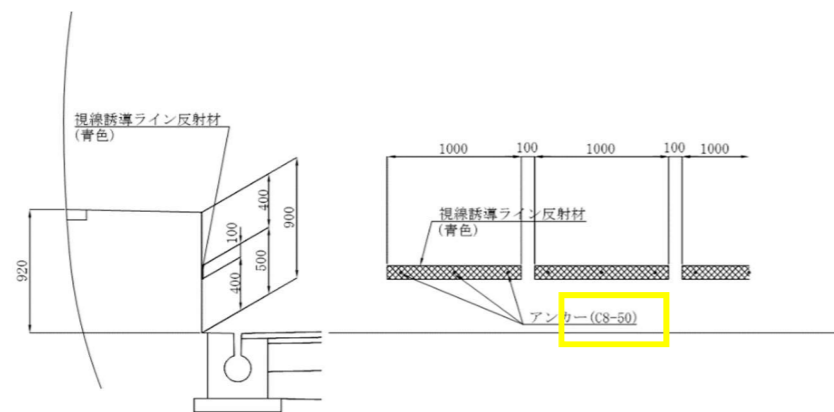


図7.9 視線誘導ライン反射材(青色) (監視員通路有) ※標準設置タイプの例

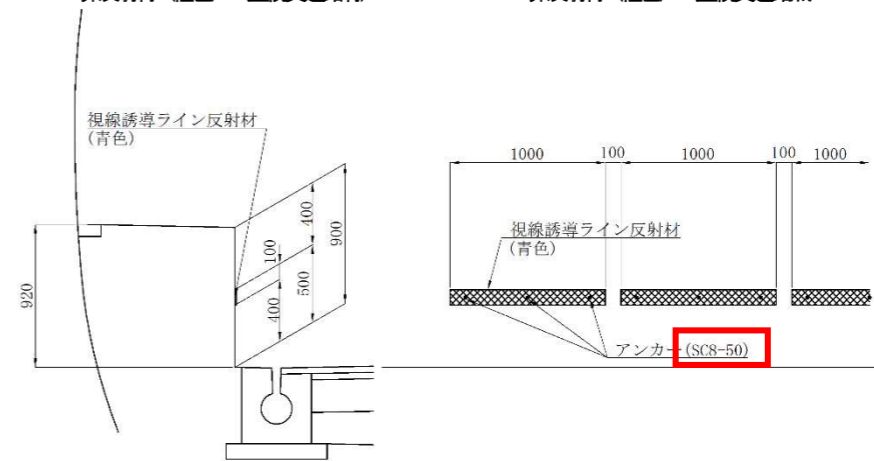


図7.9 視線誘導ライン反射材(青色) (監視員通路有) ※標準設置タイプの例

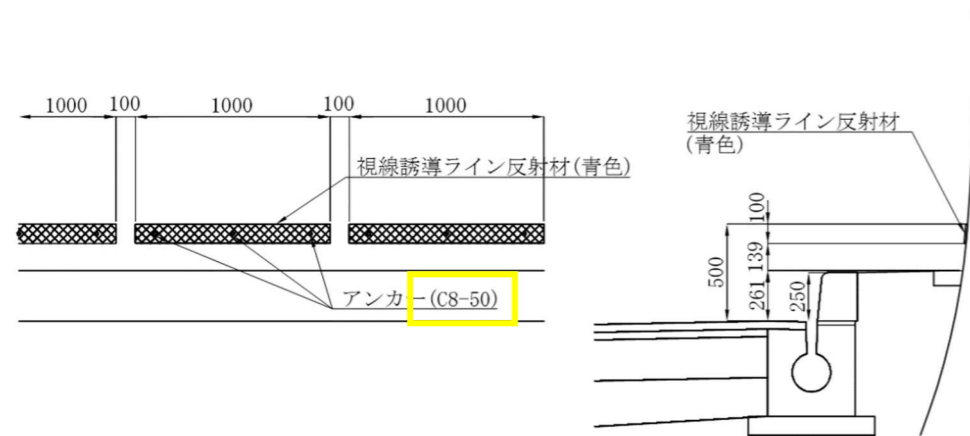


図7.10 視線誘導ライン反射材(青色) (監視員通路無) ※標準設置タイプの例

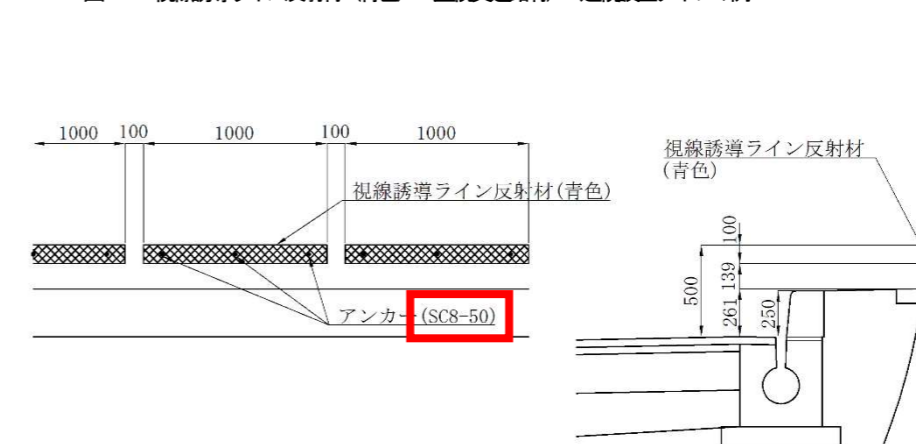


図7.10 視線誘導ライン反射材(青色) (監視員通路無) ※標準設置タイプの例

<p>(設計要領第三集 トンネル保全編) 令和5年7月</p>	<p>改定</p>	<p>備考</p>
<p>9-2-2 視線誘導ライン 反射材 (青色)</p> <p>視線誘導ラインのうち、反射材 (青色) は再帰性反射材を用いて施工する。材質規格以下のとおりとする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>視線誘導ラインのうち反射材 (青色) の材質規格は次のとおりである。</p> <p>(1) 反射材 (青色) の構造および材質</p> <p>反射材 (青色) の構造は、幅 100mm の柔軟な樹脂系材料の基盤にプリズム型反射シートを張り付けた複合材料であり、コンクリート面への固定は、建築限界を逸脱しない範囲で、基盤に塗布された接着剤等で固定し、脱着に備えアンカーでの固定も行う。また、火災時の延焼を抑制するために最大長さL=1,000mm以下とし、設置間隔を100mm程度確保するものとする。ただし、反射材 (青色) の設置については、走行車両から線状に反射材 (青色) が視認できることが重要であり、延焼抑制のため設置間隔を開けた未設置区間と反射材 (青色) の設置区間が適切な割合となるよう設計すること。</p> <p>(2) 耐火性</p> <p>耐火性は、JIS C 60695-11-10 A法：水平燃焼試験による測定とし、試験片の厚さ3mm以上において延焼速度$t \leq 40$mm/min以下とする。</p> <p>(3) 再帰反射と色調</p> <p>再帰反射は、JIS Z 9117による測定法とし、再帰反射係数は表8.1に示す値以上とし、色は表8.2に示す色度基準の範囲とする。</p> <p>(4) 下地処理後の覆工コンクリート表面硬度</p> <p>下地処理後の覆工コンクリート表面硬度は、日本建築士協会会の引っかけ傷によるコンクリートの表面強度推定試験方法による測定法とし、加圧力1.0kgの損傷幅を0.6mm以内とすることを目安とするが、現地のコンクリートの状態に合わせて素地調整後の損傷幅の目標値を決定するものとする。測定原則として反射材 (青色) を設置する高さでの測定とする。</p> <p>(5) 接着性 (付着強度)</p> <p>接着剤を用いて設置する場合の付着強度は、JIS A 6909に準拠した試験で0.6N/mm²以上とする。なお、断続設置タイプについては、粘着テープを使用してもよく、その場合はJIS Z 0237:2022に準拠した引きはがし試験で8.0N/24mm以上とする。</p> <p>(6) その他</p> <p>反射材(青色)の材質は、現地の条件に応じて耐火性、施工性、維持管理の難易を考慮し検討しなければならない。</p> </div> <p>(1) 反射材 (青色) の構造および材質</p> <p>反射材 (青色) は、再帰反射効果およびドライバーへの圧迫感抑制を勘案し設置幅を100mmとする。落下時の第三者被害を抑制するために、柔軟な樹脂系材料の基盤を用いることとし、再帰反射性の高いプリズム型反射シートを張り付けた複合材料とする。反射材 (青色) は、再帰反射性能を高めるために、凹凸等の加工を施すことがあるが、監視員通路側壁、覆工面の建築限界を逸脱してはならない。反射材 (青色) には連続的に線状になったタイプの製品 (断続設置タイプ) とL型の反射体を一定間隔を置いて施工することで線状に視認することのできる製品 (断続設置タイプ) の2つのタイプが一般的に市場で扱われており、いずれを用いても良い。採用にあたり表9.1に示す特性および経済性を考慮して設計を行うことが望ましい。走行車両のヘッドライトで再帰性反射が確認できる形状・設置間隔としなければならない。ただし、対面通行の場合は双方から見えるように反射体が設置されていることが必要となる。反射材 (青色) の覆工コンクリート面への固定は、基盤に塗布された粘着シートや接着剤に加え、脱着に備えた対策としてアンカーにより固定する。また、火災時の延焼を抑制するために、反射材 (青色) は、連続的に設置してはならない。最大設置長さは1,000mm以下とし、設置間隔原則として100mm開けるものとするが、反射材 (青色) の設置については、走行車両から線状に反射材 (青色) が視認できることが重要であり、延焼抑制のため設置間隔を開けた未設置区間と反射材 (青色) の設置区間が適切な割合となるよう設計すること。</p>	<p>9-2-2 視線誘導ライン 反射材 (青色)</p> <p>視線誘導ラインのうち、反射材 (青色) は再帰性反射材を用いて施工する。材質規格以下のとおりとする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>視線誘導ラインのうち反射材 (青色) の材質規格は次のとおりである。</p> <p>(1) 反射材 (青色) の構造および材質</p> <p>反射材 (青色) の構造は、幅100mmの柔軟な樹脂系材料の基盤にプリズム型反射シートを張り付けた複合材料であり、コンクリート面への固定は、建築限界を逸脱しない範囲で、ねじ径が8mm以上の金属拡張アンカーで固定し、脱着に備え基盤に塗布された接着剤等での固定も行う。なお、アンカーの材質は、耐食性のあるステンレスを標準とする。漏水箇所において、接着剤粘着シートによる固定が困難な場合は、代替えとなる脱着への備えとして、アンカーの脱着防止 (ゆるみ止めナット等) に配慮して固定することを検討する。</p> <p>また、火災時の延焼を抑制するために最大長さL=1,000mm以下とし、設置間隔を100mm程度確保するものとする。ただし、反射材 (青色) の設置については、走行車両から線状に反射材 (青色) が視認できることが重要であり、延焼抑制のため設置間隔を開けた未設置区間と反射材 (青色) の設置区間が適切な割合となるよう設計すること。</p> <p>(2) 耐火性</p> <p>耐火性は、JIS C 60695-11-10 A法：水平燃焼試験による測定とし、測定結果の分類HBの基準を満足するものとする。</p> <p>(3) 再帰反射と色調</p> <p>再帰反射は、JIS Z 9117による測定法とし、再帰反射係数は表9.2に示す値以上とし、色は表9.3に示す色度基準の範囲とする。</p> <p>(4) 下地処理後の覆工コンクリート表面硬度</p> <p>下地処理後の覆工コンクリート表面硬度は、日本建築士協会会の引っかけ傷によるコンクリートの表面強度推定試験方法による測定法とし、加圧力1.0kgの損傷幅を0.6mm以内とすることを目安とするが、現地のコンクリートの状態に合わせて素地調整後の損傷幅の目標値を決定するものとする。測定原則として反射材 (青色) を設置する高さでの測定とする。</p> <p>(5) 接着性 (付着強度)</p> <p>接着剤を用いて設置する場合の付着強度は、JIS A 6909に準拠した試験で0.6N/mm²以上とする。なお、断続設置タイプについては、粘着テープを使用してもよく、その場合はJIS Z 0237:2022に準拠した引きはがし試験で8.0N/24mm以上とする。</p> <p>(6) その他</p> <p>反射材(青色)の材質は、現地の条件に応じて耐火性、施工性、維持管理の難易を考慮し検討しなければならない。</p> </div> <p>(1) 反射材 (青色) の構造および材質</p> <p>反射材 (青色) は、再帰反射効果およびドライバーへの圧迫感抑制を勘案し設置幅を100mmとする。落下時の第三者被害を抑制するために、柔軟な樹脂系材料の基盤を用いることとし、再帰反射性の高いプリズム型反射シートを張り付けた複合材料とする。反射材 (青色) は、再帰反射性能を高めるために、凹凸等の加工を施すことがあるが、監視員通路側壁、覆工面の建築限界を逸脱してはならない。反射材 (青色) には連続的に線状になったタイプの製品 (断続設置タイプ) とL型の反射体を一定間隔を置いて施工することで線状に視認することのできる製品 (断続設置タイプ) の2つのタイプが一般的に市場で扱われており、いずれを用いても良い。採用にあたり表9.1に示す特性および経済性を考慮して設計を行うことが望ましい。走行車両のヘッドライトで再帰性反射が確認できる形状・設置間隔としなければならない。ただし、対面通行の場合は双方から見えるように反射体が設置されていることが必要となる。反射材 (青色) の覆工コンクリート面への固定は、ねじ径が8mm以上の金属拡張アンカーに加え、脱着に備えた対策として基盤に塗布された接着剤粘着シートにより固定する。なお、アンカーの材質は、耐食性のあるステンレスを標準とする。漏水箇所において、接着剤粘着シートによる固定が困難な場合は、代替えとなる脱着への備えとして、アンカーの脱着防止 (ゆるみ止めナット等) に配慮して固定することを検討する。</p> <p>また、火災時の延焼を抑制するために、反射材 (青色) は、連続的に設置してはならない。最大設置長さは1,000mm以下とし、設置間隔原則として100mm開けるものとするが、反射材 (青色) の設置については、走行車両から線状に反射材 (青色) が視認できることが重要であり、延焼抑制のため設置間隔を開けた未設置区間と反射材 (青色) の設置区間が適切な割合となるよう設計すること。</p>	

表9.1 反射材の仕様特性

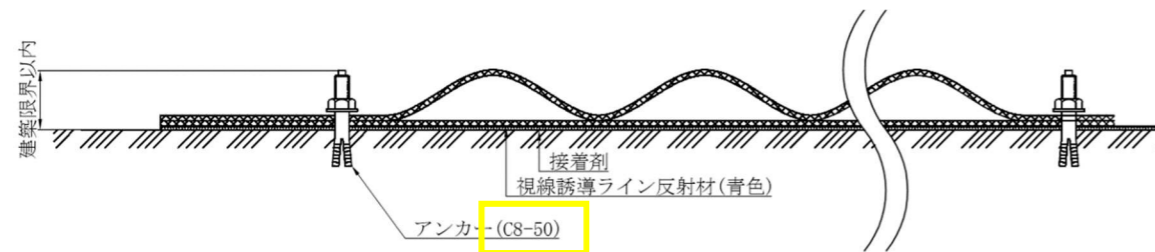
項目	タイプ		備考
	連続設置	断続設置	
平面線形が曲線となる区間	◎	○	各トンネル内での視環境の連続性を確保するため、原則としてトンネル毎に種別を選択することが望ましい。ただし、トンネル連続区間においては必要に応じて連続性を考慮すること。また延長が長いトンネルの場合、坑口部等の一部のみ曲線線形となっている場合は、トンネル内で切り替える等の対応を検討してもよい。
平面線形が直線となる区間	○	◎	
交換性	○	◎	
建築限界への対応	◎	○	断続設置タイプの方が連続設置タイプと比較して反射体が大きくなるのが一般的であり、監視員通路前面に設置する場合は、確実に建築限界内に入らないよう注意する必要がある。
対面通行への対応	◎	△	視線誘導ライン反射材（青色）については、トンネル左右に反射材を設置するが、対面通行等で一方通行ではない場合においては、いずれの方向からも視認できる必要があるため、断続設置タイプについては両方向から見えるよう2個設置する等の対応が必要となる。特定更新工事や、東名高速道路等において左右ルート等での運用切り替え等が発生する場合においても同様の対応を検討する必要がある。

※◎：最適、○：適用可、△：検討が必要

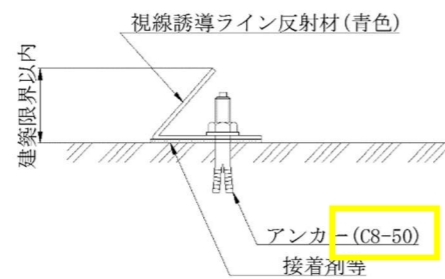
表9.1 反射材の仕様特性

項目	タイプ		備考
	連続設置	断続設置	
平面線形が曲線となる区間	◎	○	各トンネル内での視環境の連続性を確保するため、原則としてトンネル毎に種別を選択することが望ましい。ただし、トンネル連続区間においては必要に応じて連続性を考慮すること。また延長が長いトンネルの場合、坑口部等の一部のみ曲線線形となっている場合は、トンネル内で切り替える等の対応を検討してもよい。
平面線形が直線となる区間	○	◎	
交換性	○	◎	
建築限界への対応	◎	○	断続設置タイプの方が連続設置タイプと比較して反射体が大きくなるのが一般的であり、監視員通路前面に設置する場合は、確実に建築限界内に入らないよう注意する必要がある。
対面通行への対応	◎	△	視線誘導ライン反射材（青色）については、トンネル左右に反射材を設置するが、対面通行等で一方通行ではない場合においては、いずれの方向からも視認できる必要があるため、断続設置タイプについては両方向から見えるよう2個設置する等の対応が必要となる。特定更新工事や、東名高速道路等において左右ルート等での運用切り替え等が発生する場合においても同様の対応を検討する必要がある。

※◎：最適、○：適用可、△：検討が必要

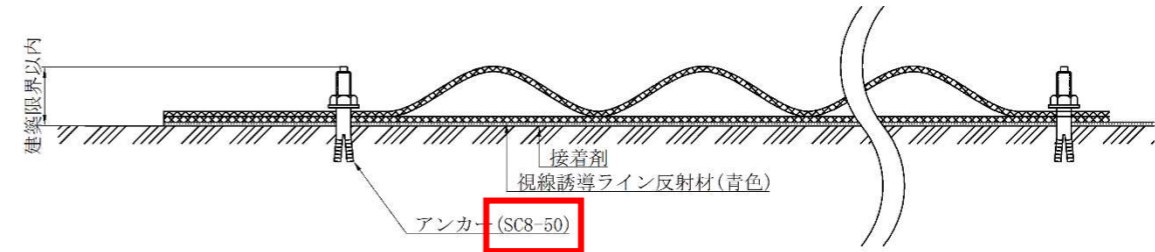


連続設置タイプ

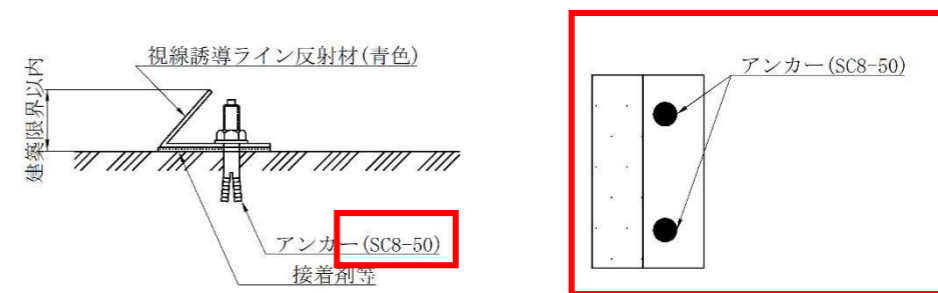


断続設置タイプ

図9.2 反射材（青色）の構造例



連続設置タイプ



断続設置タイプ

図9.2 反射材（青色）の構造例

② 耐火性

反射材(青色)は、白色内装工と比べると面積が小さいことから、不燃材である必要はなく、周囲で延焼を引き起こさないようにすればよい。延焼スピードをJIS C 60695-11-10 A法：水平延焼試験の測定方法による測定とし、試験片の厚さ3mm～13mmにおいて延焼速度 $t \leq 40\text{mm/min}$ 以下とする。

③ 再帰反射と色調

反射材(青色)の再帰反射性能と色調は、これまでの走行試験において、視認誘導効果が優れドライバーへの圧迫感を抑制することが確認されている青色を基本とする。再帰反射の測定は、JIS Z 9117による測定法とし、再帰反射係数は表9.2に示した値以上とし、色度座標は、表9.3の範囲とする。

表9.2 反射材(青色)の再帰反射係数(R)

色	観測角	入射角	
		5°	30°
青	12°	50	16
	20°	30	12
	30°	30	12
	1°	5	2.5

表9.3 反射材(青色)の色

色	色度座標の範囲					Y値の限界(%)	
	座標	1	2	3	4	上限	下限
青	x	0.140	0.244	0.190	0.065	10	1
	y	0.035	0.210	0.255	0.216		

④ 下地処理後の覆工コンクリート表面硬度

覆工コンクリート面や監視員通路側壁コンクリート面に、汚れ、断面欠損、クラック、巣穴、極端な凹凸等がある場合は、施工する際の障害となるばかりか、長期的な付着耐久性を阻害する原因となることから、下地処理を行い、覆工表面の凹凸を平滑にし、脆弱部、汚れや型枠まど離材等を十分に取り除くものとする。下地処理後の覆工コンクリート表面の仕上がり状況の目安として、日本建築工学会式の引っかけ傷によるコンクリートの表面硬度推定試験方法を行う方法があり、コンクリート表面に引っかけ傷をつけ、その引っかけ傷の幅でコンクリート表面の硬度を推定する。既設覆工コンクリートの強度はトンネルの施工方式や供用年数、現地環境条件が大きく異なることから、一概に評値を定めることは難しいが、加圧力1.0kgの損傷幅0.6mm以内を一つの目安とし、脆弱部の除去程度を判断するが、経路上覆工コンクリート表面の強度が路面に近くなるにつれて低くなる傾向があることが分かっているため、現地のコンクリートの状態に合わせて素地調整後の損傷幅の目標値を決定するものとする。測定原則として反射材(青色)を設置する高さでの測定とする。

⑤ 接着性(付着強度)

付着強度は、JIS A 6909に準拠した試験で0.6N/mm²以上とする。なお、断縁設置タイプについて粘着テープを使用する場合は、JIS Z 0237:2022に準拠した引きはがし試験で8.0N/24mm以上とする。

⑥ 耐久性

反射材(青色)の材料は、現地の条件に応じて耐久性、施工性、維持管理の難易を考慮し検討しなければならない。JIS Z 9117により規定された光沢度、耐候性、接着性、収縮性、可とう性、耐溶剤性を満足するものとする。

白色内装工は「3. 内装工の役割」の解説にある目的の①～④を期待することから所定の反射率が必要となるが、反射材(青色)は目的の③の視認誘導効果を大きく期待しているものであり、白色内装工を求めた反射率を期待するものではなく、再帰反射を必要としている。反射材(青色)について、汚れにより本来の機能が損なわれる場合は、洗浄を行い、再帰性反射材としての効果を発揮させ、視認性を確保する必要がある。

② 耐火性

反射材(青色)は、白色内装工と比べると面積が小さいことから、不燃材である必要はなく、周囲で延焼を引き起こさないようにすればよい。延焼スピードをJIS C 60695-11-10 A法：水平延焼試験の測定方法による測定とし、測定結果の分類Bの基準を満足するものとする。

③ 再帰反射と色調

反射材(青色)の再帰反射性能と色調は、これまでの走行試験において、視認誘導効果が優れドライバーへの圧迫感を抑制することが確認されている青色を基本とする。再帰反射の測定は、JIS Z 9117による測定法とし、再帰反射係数は表9.2に示した値以上とし、色度座標は、表9.3の範囲とする。

表9.2 反射材(青色)の再帰反射係数(R)

色	観測角	入射角	
		5°	30°
青	12°	50	16
	20°	30	12
	30°	13	6
	1°	5	2.5

表9.3 反射材(青色)の色

色	色度座標の範囲					Y値の限界(%)	
	座標	1	2	3	4	上限	下限
青	x	0.140	0.244	0.190	0.065	10	1
	y	0.035	0.210	0.255	0.216		

④ 下地処理後の覆工コンクリート表面硬度

覆工コンクリート面や監視員通路側壁コンクリート面に、汚れ、断面欠損、クラック、巣穴、極端な凹凸等がある場合は、施工する際の障害となるばかりか、長期的な付着耐久性を阻害する原因となることから、下地処理を行い、覆工表面の凹凸を平滑にし、脆弱部、汚れや型枠まど離材等を十分に取り除くものとする。下地処理後の覆工コンクリート表面の仕上がり状況の目安として、日本建築工学会式の引っかけ傷によるコンクリートの表面硬度推定試験方法を行う方法があり、コンクリート表面に引っかけ傷をつけ、その引っかけ傷の幅でコンクリート表面の硬度を推定する。既設覆工コンクリートの強度はトンネルの施工方式や供用年数、現地環境条件が大きく異なることから、一概に評値を定めることは難しいが、加圧力1.0kgの損傷幅0.6mm以内を一つの目安とし、脆弱部の除去程度を判断するが、経路上覆工コンクリート表面の強度が路面に近くなるにつれて低くなる傾向があることが分かっているため、現地のコンクリートの状態に合わせて素地調整後の損傷幅の目標値を決定するものとする。測定原則として反射材(青色)を設置する高さでの測定とする。

⑤ 接着性(付着強度)

付着強度は、JIS A 6909に準拠した試験で0.6N/mm²以上とする。なお、断縁設置タイプについて粘着テープを使用する場合は、JIS Z 0237:2022に準拠した引きはがし試験で8.0N/24mm以上とする。

⑥ 耐久性

反射材(青色)の材料は、現地の条件に応じて耐久性、施工性、維持管理の難易を考慮し検討しなければならない。JIS Z 9117により規定された光沢度、耐候性、接着性、収縮性、可とう性、耐溶剤性を満足するものとする。

白色内装工は「3. 内装工の役割」の解説にある目的の①～④を期待することから所定の反射率が必要となるが、反射材(青色)は目的の③の視認誘導効果を大きく期待しているものであり、白色内装工を求めた反射率を期待するものではなく、再帰反射を必要としている。反射材(青色)について、汚れにより本来の機能が損なわれる場合は、洗浄を行い、再帰性反射材としての効果を発揮させ、視認性を確保する必要がある。