

(1) トンネル本体工

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

(1) トンネル本体工

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

（設計要領第三集 トンネル建設編）令和5年7月	改定	備考
<p>(a) パターンの適用について</p> <p>1) 地山等級B～Dにおいては、湧水が多く施工上問題がある場合等、吹付けコンクリートおよびロックボルト等を支保構造として用いることが不適と考えられる場合を除いて、原則として、当初設計においては標準支保パターンを用いることとする。しかし、上下線が接近した、いわゆる、めがねトンネルになる場合、坑口部および土被りの小さい場合、地すべりのおそれがある場合、未固結砂質地山の場合、シラスなど地質が特殊な場合等においては標準支保パターンは適用しないものとし、個々の条件を十分に把握して個別に設計しなければならないが、その場合でも、原則として吹付けコンクリートやロックボルト等を主体とした設計とするものとする。</p> <p>表 4.5.3 に示す支保パターンは高強度吹付けコンクリートなどを用いた標準的な支保構造を示したものである。しかし、これまでの試験施工実績などを踏まえ決定されたものであるが、すべての地山条件・立地条件で実施されたものではなく、適用の際は、切羽の状況（破碎帯、崩落性の有無）や計測状況、変状の状況などに応じて、「4-5-3 設計の修正」に従いボルト本数、吹付け厚さ等を検討し、適宜対応するものとする。</p> <p>2) 地山等級Aの場合は工区に占める比率やその状態により、経済的な見地から考えられる設計・施工方式に幅があるため、岩盤および湧水の状況等を考慮してトンネルごとに設計するべきであると考え、標準を定めない。</p> <p>3) 地山等級Eは、地山条件の範囲が広く、地山の挙動の差も大きいので、個々のトンネルにおいて数値解析の結果や類似の地山条件の施工状況等を参考にして個別に検討するものとする。</p> <p>(b) 一掘進長について</p> <p>当初設計における標準一掘進長は表 4.5.3 に示したとおりであるが、本来地山等級はある幅を有していることから、実施工での一掘進長は地山条件を考慮し、決定する必要がある。</p> <p>(c) ロックボルトについて</p> <p>ロックボルトの効果は、不連続面の挙動が問題になる場合と、地山の強度そのものが問題となる場合では異なる。前者の場合には、ゆるんで一体性を失い不安定になる地山を安定化するために、不連続面での移動を拘束する効果を期待する。この場合、トンネル周辺の力のやりとりは岩塊相互で行われるので、ロックボルトに直接大きな軸力が作用しないことが多い。ただし、不連続面を縫い合わせているようなロックボルトには、比較的大きな軸力が発生することもある。後者の場合、地山の強度が不足して大きな変位が発生し、一体化を失いつつある地山に対して、崩壊を生じさせないよう一体性を確保し、地山自身の拘束圧を維持することが主目的となる。ロックボルトの適用上の留意点を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロックボルトの打設は、一掘進ごとにかつ切羽に可能な限り近接して行うことを原則とする。 ・ロックボルト径は、施工性を考慮してφ25mm 程度を標準とする。 <p>また、実施工において標準一掘進長と異なる一掘進長を採用した場合のロックボルトの延長方向間隔は、一掘進長を原則とし、周方向間隔を適宜配置するものとする。</p> <p>(d) 鋼アーチ支保工について</p> <p>鋼アーチ支保工を使用する第一の目的は、不連続面の状態が悪い（せん断抵抗が小さい、すべりやすい）場合に、落ちてこようとする岩塊を直接支えることである。不連続面の間隔が小さい場合でも、岩塊相互のかみ合わせが良い場合には、地山の深部では拘束圧が作用し不連続面でのせん断抵抗も確保されるので、地山の拘束圧が小さい掘削表面の一部が肌落ちするだけで大きな規模の落下はなく、むしろ鋼アーチ支保工を建て込む作業の方が危険である。したがって、このような場合には、吹付けコンクリートを施</p>	<p>(a) パターンの適用について</p> <p>1) 地山等級B～Dにおいては、湧水が多く施工上問題がある場合等、吹付けコンクリートおよびロックボルト等を支保構造として用いることが不適と考えられる場合を除いて、原則として、当初設計においては標準支保パターンを用いることとする。しかし、上下線が接近した、いわゆる、めがねトンネルになる場合、坑口部および土被りの小さい場合、地すべりのおそれがある場合、未固結砂質地山の場合、シラスなど地質が特殊な場合等においては標準支保パターンは適用しないものとし、個々の条件を十分に把握して個別に設計しなければならないが、その場合でも、原則として吹付けコンクリートやロックボルト等を主体とした設計とするものとする。</p> <p>表 4.5.3 に示す支保パターンは高強度吹付けコンクリートなどを用いた標準的な支保構造を示したものである。しかし、これまでの試験施工実績などを踏まえ決定されたものであるが、すべての地山条件・立地条件で実施されたものではなく、適用の際は、切羽の状況（破碎帯、崩落性の有無）や計測状況、変状の状況などに応じて、「4-5-3 設計の修正」に従いボルト本数、吹付け厚さ等を検討し、適宜対応するものとする。</p> <p>2) 地山等級Aの場合は工区に占める比率やその状態により、経済的な見地から考えられる設計・施工方式に幅があるため、岩盤および湧水の状況等を考慮してトンネルごとに設計するべきであると考え、標準を定めない。</p> <p>3) 地山等級Eは、地山条件の範囲が広く、地山の挙動の差も大きいので、個々のトンネルにおいて数値解析の結果や類似の地山条件の施工状況等を参考にして個別に検討するものとする。</p> <p>(b) 一掘進長について</p> <p>当初設計における標準一掘進長は表 4.5.3 に示したとおりであるが、本来地山等級はある幅を有していることから、実施工での一掘進長は地山条件を考慮し、決定する必要がある。</p> <p>(c) 鏡吹付けコンクリートについて</p> <p>鏡吹付けコンクリートは、掘削直後の鏡面に対し、肌落ち防止の観点から、吹付けコンクリートを行い切羽の自立性の向上を図るものであり、切羽における肌落ち災害防止対策の上で極めて重要なものである。鏡吹付けコンクリートの施工にあたっては、「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン（厚生労働省労働基準局）令和6年3月26日」に基づき適切に実施するものとする。</p> <p>鏡吹付けコンクリートの実施にあたっては、鏡面からの岩塊の抜け落ちや押出し等を考慮し、CII等級以下の悪い地山の場合には、上半部分に原則実施するものとして、DII、DI等級の地山および坑口部のDIII区間に対しては厚さ50mm、CII等級の地山に対しては厚さ30mmの施工を標準とする。なお、CI等級以上の良い地山であっても、切羽の状況や計測状況、変状の状況に応じて、鏡吹付けコンクリートの実施について検討し、適切に対応するものとする。</p> <p>(d) ロックボルトについて</p> <p>ロックボルトの効果は、不連続面の挙動が問題になる場合と、地山の強度そのものが問題となる場合では異なる。前者の場合には、ゆるんで一体性を失い不安定になる地山を安定化するために、不連続面での移動を拘束する効果を期待する。この場合、トンネル周辺の力のやりとりは岩塊相互で行われるので、ロックボルトに直接大きな軸力が作用しないことが多い。ただし、不連続面を縫い合わせているようなロックボルトには、比較的大きな軸力が発生することもある。後者の場合、地山の強度が不足して大きな変位が発生し、一体化を失いつつある地山に対して、崩壊を生じさせないよう一体性を確保し、地山自身の拘束圧を維持することが主目的となる。ロックボルトの適用上の留意点を以下に示す。</p>	

（設計要領第三集 トンネル建設編）令和5年7月	改定	備考
<p>工することによって肌落ちを防止する方がよい。不連続面の状態が悪化すると、拘束圧があってもせん断抵抗が大きくなるので、岩塊落下に対する注意が必要となる。一般的には、不連続面に粘土を挟んだり、鏡肌が多くなったりした場合、あるいは湧水が多く吹付けコンクリートの付着、強度発現が悪い場合には鋼アーチ支保工の使用を検討する。</p> <p>第二の目的は、トンネル掘削にともなう変位が大きくなり、吹付けコンクリートの変形能力より大きくなる場合に、吹付けコンクリートに靱性（タフネス）を与えることである。ただし、地山の強度が不足して塑性し変位が大きくなるような場合には、変位を抑制する効果については期待できないと考えるべきである。</p> <p>(e) インバートの取扱について</p> <p>インバートは、トンネル掘削時の変位が小さくても、その後の水による地山の劣化などでトンネルの長期的安定を損ねる恐れがある場合、あるいは掘削時の変位が大きくて早期にトンネルを閉合するとともに長期の安定を確保する必要がある場合に設置する。後者の場合には、インバート設置の判断基準は明確であるが、前者の場合には、設置の要否について十分な検討が必要である。このような場合には、以下の基準により設置の要否を判断するものとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 地山等級DⅠ、DⅡ、Eは原則としてインバートを設ける。 2) 地山等級CⅠ、CⅡにおいて、地質が泥岩、凝灰岩、蛇紋岩等の粘性土岩や風化結晶片岩、温泉余土など、劣化が予測される地質では、トンネルの長期耐久性を損なう恐れがあるので、原則としてインバートを設置するものとする。その場合のインバートの厚さは原則として40cmとする。ただし、「4-5-3(d)インバート設置の検討を要する地山」に示す、トンネルの長期耐久性についてのいくつかの評価方法（例えば概略の地山強度比を用いた地山等級の判定や浸水崩壊度試験後の岩片の強度による評価など）によって、トンネルの長期耐久性に対して十分安全であると判断される場合は省略してよいものとする。 <p>(f) 金網の取扱について</p> <p>高強度吹付けコンクリートを用い、材令3時間の平均強度を2N/mm²と規定したことにより、吹付け後の初期段階から肌落ち防止に対する、ある程度の強度が確保されるため、原則として金網は設置しないものとする。また、従来の設計基準強度18N/mm²の吹付けコンクリートを適用する場合は、金網工の設置の検討が必要である。ただし、高強度吹付けコンクリートを適用した場合であっても、「4-7-4金網」に示す内空変形量が大きく吹付けコンクリートにひび割れが発生する場合などは設置を検討できるものとする。</p> <p>(g) 変形余裕量について</p> <p>トンネル掘削時に変位が大きくなることが予想される地山については、10cmの変形余裕量を設けるものとする。ただし、掘削してから変位増大の傾向が認められた場合には、インバートの早期閉合によって対応するものとする。変形余裕を設定する場合には、全周にわたって設計どおりの変形量があることは、現実的には期待できないので計測によって実際の変形量が設計と異なることが確認された場合には、変形余裕量・支保構造の設計を修正するなどの変更を適宜行わなければならない。なお、ベンチカット工法の場合には、上下半の掘削時間差がある施工となることから、上半のみに10cmの変形余裕量を設定し、下半には設定しないものとする。</p>	<p>・ロックボルトの打設は、一掘進ごとにかつ切羽に可能な限り近接して行うことを原則とする。</p> <p>・ロックボルト径は、施工性を考慮してφ25mm程度を標準とする。</p> <p>また、実施工において標準一掘進長と異なる一掘進長を採用した場合のロックボルトの延長方向間隔は、一掘進長を原則とし、周方向間隔を適宜配置するものとする。</p> <p>(e) 鋼アーチ支保工について</p> <p>鋼アーチ支保工を使用する第一の目的は、不連続面の状態が悪い（せん断抵抗が小さい、すべりやすい）場合に、落ちてこようとする岩塊を直接支えることである。不連続面の間隔が小さい場合でも、岩塊相互のかみ合わせが良い場合には、地山の深部では拘束圧が作用し不連続面でのせん断抵抗も確保されるので、地山の拘束圧が小さい掘削表面の一部が肌落ちするだけで大きな規模の落下はなく、むしろ鋼アーチ支保工を建て込む作業の方が危険である。したがって、このような場合には、吹付けコンクリートを施工することによって肌落ちを防止する方がよい。不連続面の状態が悪化すると、拘束圧があってもせん断抵抗が大きくなるので、岩塊落下に対する注意が必要となる。一般的には、不連続面に粘土を挟んだり、鏡肌が多くなったりした場合、あるいは湧水が多く吹付けコンクリートの付着、強度発現が悪い場合には鋼アーチ支保工の使用を検討する。</p> <p>第二の目的は、トンネル掘削にともなう変位が大きくなり、吹付けコンクリートの変形能力より大きくなる場合に、吹付けコンクリートに靱性（タフネス）を与えることである。ただし、地山の強度が不足して塑性し変位が大きくなるような場合には、変位を抑制する効果については期待できないと考えるべきである。</p> <p>(f) インバートの取扱について</p> <p>インバートは、トンネル掘削時の変位が小さくても、その後の水による地山の劣化などでトンネルの長期的安定を損ねる恐れがある場合、あるいは掘削時の変位が大きくて早期にトンネルを閉合するとともに長期の安定を確保する必要がある場合に設置する。後者の場合には、インバート設置の判断基準は明確であるが、前者の場合には、設置の要否について十分な検討が必要である。このような場合には、以下の基準により設置の要否を判断するものとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 地山等級DⅠ、DⅡ、Eは原則としてインバートを設ける。 2) 地山等級CⅠ、CⅡにおいて、地質が泥岩、凝灰岩、蛇紋岩等の粘性土岩や風化結晶片岩、温泉余土など、劣化が予測される地質では、トンネルの長期耐久性を損なう恐れがあるので、原則としてインバートを設置するものとする。その場合のインバートの厚さは原則として40cmとする。ただし、「4-5-3(d)インバート設置の検討を要する地山」に示す、トンネルの長期耐久性についてのいくつかの評価方法（例えば概略の地山強度比を用いた地山等級の判定や浸水崩壊度試験後の岩片の強度による評価など）によって、トンネルの長期耐久性に対して十分安全であると判断される場合は省略してよいものとする。 <p>(g) 金網の取扱について</p> <p>高強度吹付けコンクリートを用い、材令3時間の平均強度を2N/mm²と規定したことにより、吹付け後の初期段階から肌落ち防止に対する、ある程度の強度が確保されるため、原則として金網は設置しないものとする。また、従来の設計基準強度18N/mm²の吹付けコンクリートを適用する場合は、金網工の設置の検討が必要である。ただし、高強度吹付けコンクリートを適用した場合であっても、「4-7-4金網」に示す内空変形量が大きく吹付けコンクリートにひび割れが発生する場合などは設置を検討できるものとする。</p> <p>(h) 変形余裕量について</p>	

(設計要領第三集 トンネル建設編) 令和5年7月	改定	備考
	<p>トンネル掘削時に変位が大きくなることが予想される地山については、10cmの変形余裕量を設けるものとする。ただし、掘削してから変位増大の傾向が認められた場合には、インバートの早期閉合によって対応するものとする。変形余裕を設定する場合には、全周にわたって設計どおりの変形量があることは、現実的には期待できないので計測によって実際の変形量が設計と異なることが確認された場合には、変形余裕量・支保構造の設計を修正するなどの変更を適宜行わなければならない。なお、ベンチカット工法の場合には、上下半の掘削時間差がある施工となることから、上半のみに10cmの変形余裕量を設定し、下半には設定しないものとする。</p> <p>(i) 緩和区間について</p> <p>支保構造を急激に軽減した場合、支保構造の剛性差からトンネル縦断方向が不連続となりトンネル構造に影響を与える可能性があることから、支保パターンを2等級以上軽減しないように2D程度の緩和区間（例えばDI-bからCI-aへの変更の場合、緩和区間としてCII-a区間を20m）を設けるものとする。ただし、坑口部のように土被りで決まるDIIIパターンには緩和区間は基本設ける必要はない。</p>	

表 6.3.1 切羽安定対策工に用いられる代表的な補助工法 A

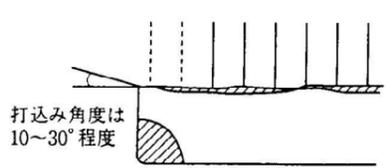
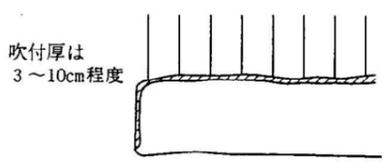
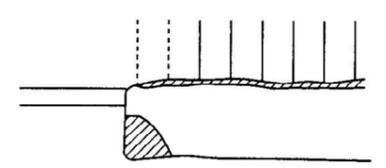
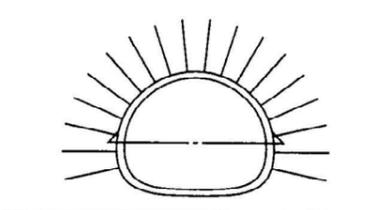
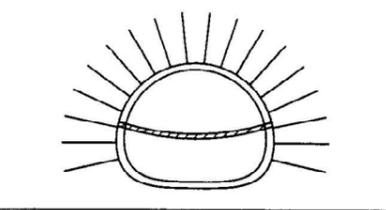
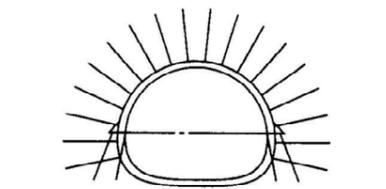
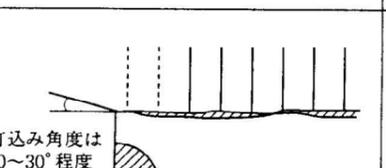
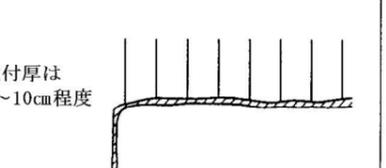
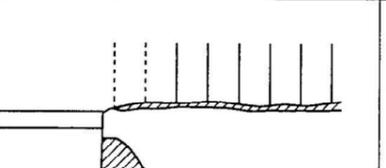
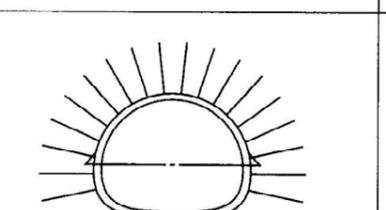
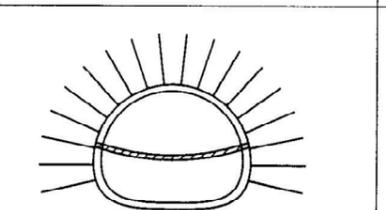
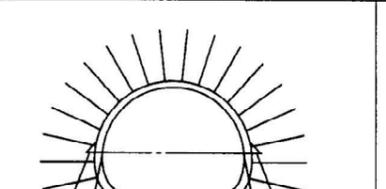
補助工法 A の種別	目的	概 念 図	適 用 性
① フォアボーリング 縫地ボルトや単管パイプ等によって前方の地山の拘束を高める方法	天端の安定	 打込み角度は10~30°程度	<ul style="list-style-type: none"> 最も適用性が広く事例も多いが、切羽状況によっては注入工と併用される場合がある。 原則として、全面定着方式とする。
② 鏡吹付けコンクリート 切羽(鏡)に吹付けコンクリートを施工する方法	鏡の安定	 吹付厚は3~10cm程度	<ul style="list-style-type: none"> ①の方法では困難な場合に用いられる。他の方法と併用されることが多い。
③ 鏡ボルト 切羽(鏡)にロックボルトを打設してせん断強度を補強する方法	鏡の安定		<ul style="list-style-type: none"> ①の方法では困難な場合に用いられる。膨張性、地山等の押し出し現象を生じる地山に効果的である。
④ ウィングリップ付き鋼アーチ支保工 上半部の鋼アーチ支保工の脚部にウィングリップを取り付け接地面積を広くする方法	脚部の安定		<ul style="list-style-type: none"> 坑口部や軟弱な地山で、支保工の沈下が切羽の安定を損なう場合に用いられる。
⑤ 仮インバート 上半盤を吹付けコンクリートで仮閉合する方法	脚部の安定		<ul style="list-style-type: none"> ①~③方法では困難な場合に用いられる。膨張性、地山等の押し出し現象を生じる地山に効果的である。
⑥ 脚部補強ボルト 上半部の鋼アーチ支保工の脚部にロックボルトを打設して、支保工接地部の応力集中を緩和する方法	脚部の安定		<ul style="list-style-type: none"> ①~⑤の方法を用いて、さらに支保工の沈下を抑制する必要がある場合に用いられる。 脚部地山を補強するため、下半掘削時の崩落防止の目的も含む。

表 6.3.1 切羽安定対策工に用いられる代表的な補助工法 A

補助工法 A の種別	目的	概 念 図	適 用 性
① フォアボーリング 縫地ボルトや単管パイプ等によって前方の地山の拘束を高める方法	天端の安定	 打込み角度は10~30°程度	<ul style="list-style-type: none"> 最も適用性が広く事例も多いが、切羽状況によっては注入工と併用される場合がある。 原則として、全面定着方式とする。
② 鏡吹付けコンクリート 切羽(鏡)に吹付けコンクリートを施工する方法	鏡の安定	 吹付厚は3~10cm程度	<ul style="list-style-type: none"> 掘削直後の肌落ち防止に用いられるほか、①の方法では困難な場合に用いられる。他の方法と併用されることが多い。
③ 鏡ボルト 切羽(鏡)にロックボルトを打設してせん断強度を補強する方法	鏡の安定		<ul style="list-style-type: none"> ①の方法では困難な場合に用いられる。膨張性、地山等の押し出し現象を生じる地山に効果的である。
④ ウィングリップ付き鋼アーチ支保工 上半部の鋼アーチ支保工の脚部にウィングリップを取り付け接地面積を広くする方法	脚部の安定		<ul style="list-style-type: none"> 坑口部や軟弱な地山で、支保工の沈下が切羽の安定を損なう場合に用いられる。
⑤ 仮インバート 上半盤を吹付けコンクリートで仮閉合する方法	脚部の安定		<ul style="list-style-type: none"> ①~③方法では困難な場合に用いられる。膨張性、地山等の押し出し現象を生じる地山に効果的である。
⑥ 脚部補強ボルト 上半部の鋼アーチ支保工の脚部にロックボルトを打設して、支保工接地部の応力集中を緩和する方法	脚部の安定		<ul style="list-style-type: none"> ①~⑤の方法を用いて、さらに支保工の沈下を抑制する必要がある場合に用いられる。 脚部地山を補強するため、下半掘削時の崩落防止の目的も含む。

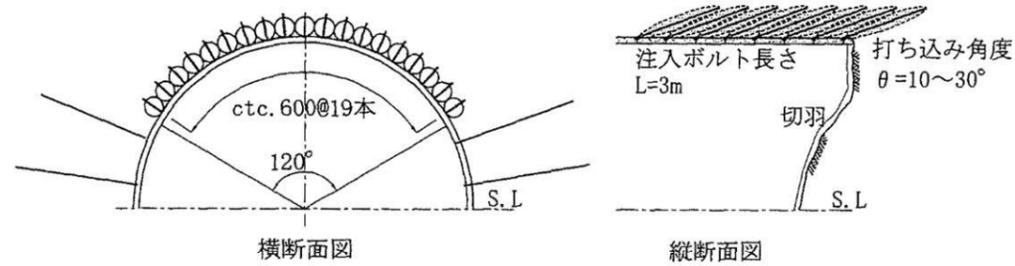


図 6.3.3 注入式フォアポーリングの概念図¹⁾

また、注入式フォアポーリングには、穿孔後注入用ボルトを挿入し注入するタイプと、穿孔と注入を同一ボルトで行う自穿孔タイプなどがある。この工法は、芯材のボルトと注入材による改良ゾーンにより、一定範囲内の地山を改良する効果があり、簡易な天端の安定対策としては比較的施工性が良く、多くの施工実績がある。しかしながら、充填式フォアポーリングに比べ非常に高価であり、施工する範囲（断面内の改良幅や縦断的な施工延長等）や使用する注入剤の種類・注入量・注入圧の組み合わせによっては、後述する長尺フォアパイリングや薬液注入よりも高価なものとなる場合もあり得るので、その採用にあたっては、地山条件、環境条件、施工法等を総合的に考慮し、目的、効果、経済性および施工性について十分な検討が必要である。さらに、湧水などの状況により、注入材としてウレタン系の薬液を使用せざるを得ない場合にあつては、地下水等の汚染の防止および作業者の安全確保に必要な事項について、「**薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針について**」（建設省事務次官通達 昭和49年7月10日）が制定されているのでこれにより安全な施工を行わなければならない。

6-3-2 鏡面の安定対策

鏡面の安定対策は、核残しや一掘進長を短くする等の施工上の配慮だけでは対処出来ない場合や、対処することが得策でない場合に、鏡面に吹付けコンクリートやロックボルト等を施工することで、鏡面の自立性の向上を図るもので

- ① 掘削終了と同時に、鏡面に吹付けコンクリートを施工するもの。
- ② 掘削に先立ち、鏡面にあらかじめ仮設のロックボルトを施工するもの。

などが代表的なものである。

鏡面の自立性と切羽の断面の大きさは、図 6.3.1 から分かるように密接な関係があり、加背割りを小分割することにより、切羽掘削高さを小さくし、かつ掘削時間の短縮により素掘り状態をできるだけ短くすることで切羽の自立性が向上する。しかしながら加背割りの変更は工期や経済性に多大な影響を与えることから、トンネルの規模、断面の大きさと形状、地山条件、施工性等を十分に考慮して慎重な検討が必要である。

(1) 鏡吹付けコンクリート

鏡吹付けコンクリートは、表 6.3.1 ②および図 6.3.4 に示すように、掘削直後の鏡面に 3~10cm 程度の吹付けコンクリートを行い切羽の自立性の向上を図るものである。吹付けコンクリートは、切羽の崩壊のきつかけとなる鏡面の肌落ちを防止すればよいので、厚さ 3cm 程度を最小限の範囲に吹付けるだけでも効果がある場合が多い。吹付けコンクリートは、掘削後極力早期に施工することが重要であり、初期の崩壊防止と鏡面の拘束により鏡面の安定性が向上する。

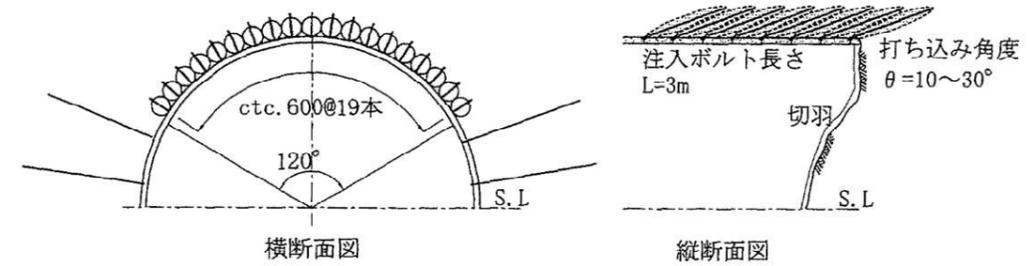


図 6.3.3 注入式フォアポーリングの概念図¹⁾

また、注入式フォアポーリングには、穿孔後注入用ボルトを挿入し注入するタイプと、穿孔と注入を同一ボルトで行う自穿孔タイプなどがある。この工法は、芯材のボルトと注入材による改良ゾーンにより、一定範囲内の地山を改良する効果があり、簡易な天端の安定対策としては比較的施工性が良く、多くの施工実績がある。しかしながら、充填式フォアポーリングに比べ非常に高価であり、施工する範囲（断面内の改良幅や縦断的な施工延長等）や使用する注入剤の種類・注入量・注入圧の組み合わせによっては、後述する長尺フォアパイリングや薬液注入よりも高価なものとなる場合もあり得るので、その採用にあたっては、地山条件、環境条件、施工法等を総合的に考慮し、目的、効果、経済性および施工性について十分な検討が必要である。さらに、湧水などの状況により、注入材としてウレタン系の薬液を使用せざるを得ない場合にあつては、地下水等の汚染の防止および作業者の安全確保に必要な事項について、「**薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針について**」（建設省事務次官通達 昭和49年7月10日）が制定されているのでこれにより安全な施工を行わなければならない。

6-3-2 鏡面の安定対策

鏡面の安定対策は、核残しや一掘進長を短くする等の施工上の配慮だけでは対処出来ない場合や、対処することが得策でない場合に、鏡面に吹付けコンクリートやロックボルト等を施工することで、鏡面の自立性の向上を図るもので

- ① 掘削終了と同時に、鏡面に吹付けコンクリートを施工するもの。
- ② 掘削に先立ち、鏡面にあらかじめ仮設のロックボルトを施工するもの。

などが代表的なものである。

鏡面の自立性と切羽の断面の大きさは、図 6.3.1 から分かるように密接な関係があり、加背割りを小分割することにより、切羽掘削高さを小さくし、かつ掘削時間の短縮により素掘り状態をできるだけ短くすることで切羽の自立性が向上する。しかしながら加背割りの変更は工期や経済性に多大な影響を与えることから、トンネルの規模、断面の大きさと形状、地山条件、施工性等を十分に考慮して慎重な検討が必要である。

(1) 鏡吹付けコンクリート

鏡吹付けコンクリートは、表 6.3.1 ②および図 6.3.4 に示すように、掘削直後の鏡面に 3~10cm 程度の吹付けコンクリートを行い切羽の自立性の向上を図り、鏡面の肌落ち等を防止するものである。施工範囲はその施工目的に合った範囲に吹付けるものとする。吹付けコンクリートは、掘削後極力早期に施工することが重要であり、初期の崩壊防止と鏡面の拘束により鏡面の安定性が向上する。

しかしながら、これらはトンネルの立地条件等に大きく影響されるものであり、例えば上下線間の高低差が大きい等の理由によりやむを得ない場合は階段とするなど、実情を十分勘案したなかでの対応が望まれる。

段階とする場合の勾配は1/2以下を標準とし、やむを得ない場合でも、け上げ寸法 16cm 以下、踏み面寸法 26cm 以上とすべきである。

高さ 3m を超える階段には、高さ 3m 以内ごとに踊り場として 2m 程度の踏み面を確保しなければならない。また、必要がある所では階段に並行して斜路を設けるのが望ましい。

避難連絡坑と本線トンネルとの交差は原則として直交とするが、避難連絡坑の勾配を考慮し、斜交とすることもある。

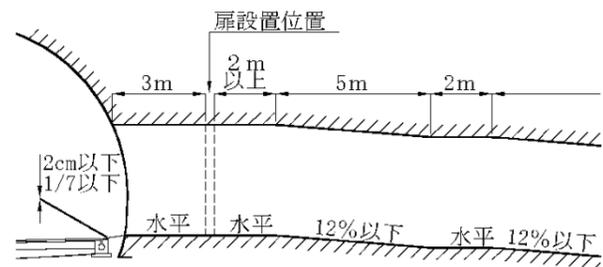


図 8.3.3 標準的な斜路例

(2) 避難坑

避難坑の内空断面は、原則として図 8.3.1 (b) に示すものとするが、その決定にあたっては、計画トンネルの延長、作業横坑の有無、地山条件等を総合的に検討し、経済的なものとするようにしなければならない。

将来併設が計画されている対面 2 車線トンネルの避難坑は、原則として、将来線トンネルの断面内に設けるものとする。その場合の内空断面は、上記を踏まえ将来線トンネルの施工法や経済性も含めて検討し決定する必要がある。なお、対面交通方式で使用する期間が短い場合は、覆工を省略することを検討する。これらの避難時の安全設備のほか、誘導標識、照明等の設備も併せて検討しなければならない。

しかしながら、これらはトンネルの立地条件等に大きく影響されるものであり、例えば上下線間の高低差が大きい等の理由によりやむを得ない場合は階段とするなど、実情を十分勘案したなかでの対応が望まれる。

階段とする場合の勾配は1/2以下を標準とし、やむを得ない場合でも、け上げ寸法 16cm 以下、踏み面寸法 26cm 以上とすべきである。

高さ 3m を超える階段には、高さ 3m 以内ごとに踊り場として 2m 程度の踏み面を確保しなければならない。また、必要がある所では階段に並行して斜路を設けるのが望ましい。

避難連絡坑と本線トンネルとの交差は原則として直交とするが、避難連絡坑の勾配を考慮し、斜交とすることもある。

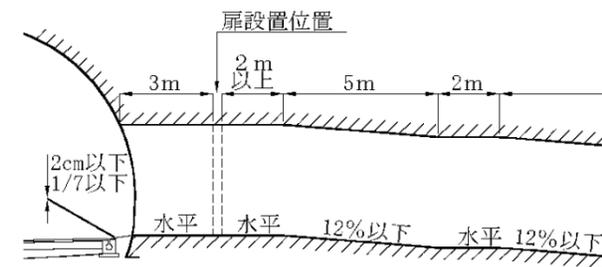


図 8.3.3 標準的な斜路例

(2) 避難坑

避難坑の内空断面は、原則として図 8.3.1 (b) に示すものとするが、その決定にあたっては、計画トンネルの延長、作業横坑の有無、地山条件等を総合的に検討し、経済的なものとするようにしなければならない。

将来併設が計画されている対面 2 車線トンネルの避難坑は、原則として、将来線トンネルの断面内に設けるものとする。その場合の内空断面は、上記を踏まえ将来線トンネルの施工法や経済性も含めて検討し決定する必要がある。なお、対面交通方式で使用する期間が短い場合は、覆工を省略することを検討する。これらの避難時の安全設備のほか、誘導標識、照明等の設備も併せて検討しなければならない。