

第11章 ライナープレート建込工法

11.1 工法概要

ライナープレート建込工法は、Aタイプのトンネルの地山や吹付等の劣化抑制対策として、既設トンネル内にライナープレートによる覆工を構築し、既設トンネルの表面（地山や吹付等）と覆工との間隙に裏込充填材を充填することで耐荷性の向上を図る工法である。

【解説】

ライナープレートは鋼板に波付け加工し、四辺にフランジを設けた構造部材であり、元来トンネルの覆工材として開発されたものである。ライナープレート建込工法は、Aタイプのトンネルの内面に、半円アーチと直線部に分割したライナープレートをフランジボルト締めにより接合組立して、新たな覆工を構築する工法である。ライナープレートと既設トンネルの表面（地山や吹付等）との間隙は裏込充填材により充填する（図-11.1.1 参照）。

Aタイプのトンネルは、亀裂の少ない新鮮な岩盤で、発破掘削後素掘りのままで長時間自立可能な地山に適用され、地圧は働かないものとして設計される。ライニングは施工上の最小厚さであればよく、吹付けコンクリート（モルタル）によって岩盤の風化を防ぐ場合や素掘トンネルが適用される場合もある。

水路トンネルの補強対策として適用されるライナープレート建込工法は、国営事業における実績から、Aタイプのトンネルの地山や吹付等の劣化抑制を主な目的とし、地圧の影響は考慮せず、裏込充填材の存置型枠として設計することを標準とする。

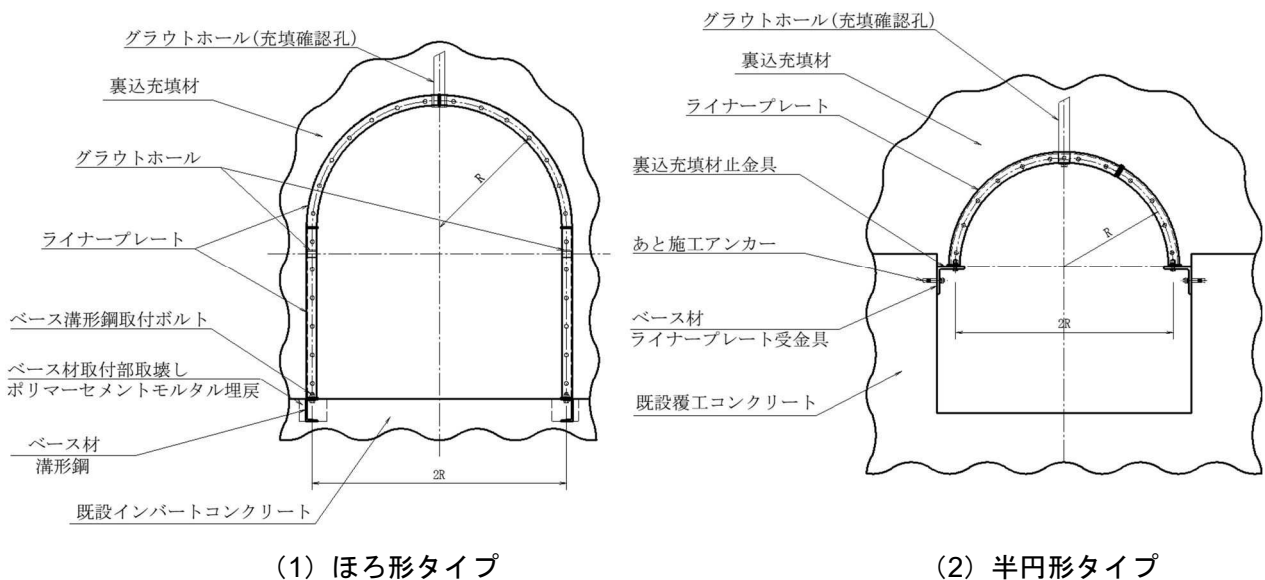


図-11.1.1 ライナープレート建込工法（例）

（1）適用条件

- ① 既設が A タイプのトンネルで、地山表面や吹付材の劣化範囲が広く、将来的に剥離・剥落に至ることが想定される場合
- ② 施工時に、落盤や肌落ちの危険性がない場合

(2) 工法の特徴

ライナープレート建込工法は、A タイプのトンネルの内面にライナープレートで新たな覆工を構築し、覆工（ライナープレート）と既設トンネルの表面との間隙に裏込充填材を充填して両者の一体化を図ることで、地山や吹付等の劣化を抑制する工法である。

ライナープレートは裏込充填材の自重や充填圧等の作用力を考慮して板厚を決定するので、強度面での最適設計が可能である。

(3) 施工の概要

ライナープレートは薄肉鋼板に波付け加工したものであり、軽量であるため人力で運搬が可能である。組立が内面からできるため、余掘りを必要としない。また、継手ボルトを取付けたり、取外したりすることにより簡単に組立・解体ができる。更に、積重ねた状態で運搬や保管ができ、狭隘なストックヤードでの保管が可能である。

ライナープレートの脚部に作用する鉛直力や水平力の伝達と不陸調整の目的でベース材を設置し、その上にフランジボルト締め構造のライナープレートを建込む。地山とライナープレートの間隙は裏込充填材で充填する。ライナープレートにはグラウト用の孔をあけておき、そこから裏込充填材を注入する。図-11.1.2 に標準的なライナープレートの建込順序を示す。

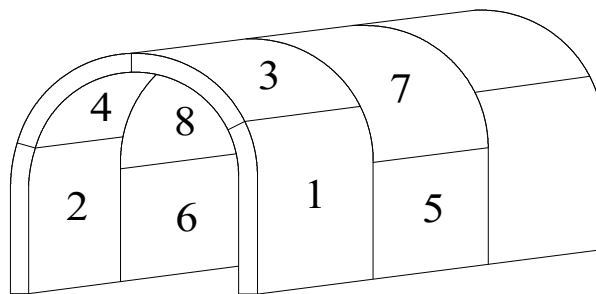


図-11.1.2 ライナープレートの建込順序

(ライナープレート設計・施工マニュアル、コルゲート・ライナー技術協会、p.130 を改変して転載)

(4) 留意事項

- ① 不定形な A タイプのトンネル内部に半円形やほろ形のライナープレートを組立る前に、障害となる地山の凸部がないことを確認する必要がある。
- ② 裏込充填材の選定に当たっては、トンネル内の湧水状況、圧送距離等に留意する必要がある。
- ③ 鋼材腐食に対する維持管理面に留意する必要がある。

(5) 裏込充填材

一般にライナープレート建込工法に適用する裏込充填材には、裏込注入工法と同等の材料・工法が適用される。これについては、第 5 章 裏込注入工法 を参照するものとする。それに際しては、裏込注入材を裏込充填材に置換して読むこととする。

11.2 要求性能、性能照査

11.2.1 ライナープレート建込工法の要求性能と性能照査

ライナープレート建込工法の要求性能は、現場条件に応じて適切に設定する。

ライナープレート建込工法の性能照査は、標準的な試験によって得られる材料及び施工の性能が、定められた基準値を満足することを適切な方法によって確認し、更に、施工が適切に実施されることを施工計画の照査により確認する。

【解説】

(1) 性能照査の基本的な考え方

ライナープレート建込工法の性能照査は、ライナープレート建込工法に期待される効果の持続期間中に、ライナープレート建込工法を施工した水路トンネルが所要の要求性能を満足することを確認しなければならない。しかし、施工対象の水路トンネルに対して試験施工を行うことやライナープレート建込工法に要求される性能を一つの試験で直接的に正しく評価することは、一般に困難である。

このため、ライナープレート建込工法の性能照査に当たっては、ライナープレート建込工法に係る材料及び施工に要求される照査項目について、その照査項目の試験値が基準値を満足することを標準的な試験等で確認することで性能照査とする。ただし、ライナープレート建込工法が所要の性能を有することを確認するためには、標準的な試験による確認に加えて、仕様どおりに確実に施工されるよう、施工計画が適切であることをあらかじめ確認しておかなければならない。

(2) 照査方法と品質規格値の考え方

ライナープレート建込工法を施工した水路トンネルが、所要の性能を確保するためには、ライナープレート建込工法に適用する材料の特性及びその施工方法等を考慮して要求性能を決定し、それらを明確にしておく必要がある。

材料及び施工の照査項目の試験方法については、例えば JIS 等に規定されている試験方法を用いてその品質を確認することを基本とし、基準値の適用に当たっては、変状や劣化要因に応じて要求される性能を考慮して設定する。

ライナープレート建込工法の要求性能に対する要求項目と照査方法及び要求値に関する基本的な考え方を表-11.2.1-1 に示す。なお、ライナープレート建込工法で使用する材料は、工場製品であることから、要求性能の確認はコルゲート・ライナー技術協会規格に基づくものとし、ここでは主にベース材を固定するあと施工アンカーの要求性能を示す。

また、裏込充填材の要求性能は、第 5 章 裏込注入工法 5.2 要求性能、性能照査を、埋戻用ポリマーセメントモルタルの要求性能は、第 10 章 ロックボルト補強工法 10.2 要求性能、性能照査の頭部処理材の要求性能と性能照査方法を参照する。

また、以下に性能照査に関する特記事項を記す。

通水性：排水トンネルやコルゲートパイプ、コルゲートフリュームの実績により性能照査試験を省略可能とする。ただし、水理計算により流下能力の照査を実施する。

水密性：ライナープレートは水密性がない。水密性が必要な場合にはライナープレートのフランジ間にパッキングを挟み込み、止水性能を持たせることが可能であるが、完全止水は構造上困難である。

耐荷性：構造計算によりライナープレートが施工時（裏込充填時）の耐荷強度を有していること。地山とライナープレートの間隙を充填する裏込充填材は、構造部材ではないため高い強度は必要ないが、地山との一体化を図ることで覆工としてのライナープレートに作用する荷重を均等に伝達できるように材料のバラつきがないこと、及び地山の風化や緩みの進行を抑制するために間隙を確実に充填する機能が求められる。

耐久性：ライナープレートは、亜鉛メッキを施したものと、黒皮品があるが、水路トンネルでは長期間耐用させるため、通常、溶融亜鉛めっき（JIS H 8641）による防食対策が適用される。ライナープレートにめっきを施す場合は、ライナープレートを成形加工した後、JIS H 8641「溶融亜鉛めっき」HDZT63（膜厚が片面 63 μm 以上）に規定された亜鉛めっきを施す。また、この場合には、組立ボルトなどにも、JIS H 8641「溶融亜鉛めっき」HDZ49 に規定された亜鉛めっきを施す。腐食が著しいと予想される環境の場合には必要に応じて塗装を行う。

引抜抵抗性：あと施工アンカー（図-11.1.1（2）を参照）によりライナープレートのベース材と既設覆工コンクリートとの一体化を図る場合は、あと施工アンカーの引抜抵抗性を「基本的性能」として扱う。

表-11.2.1-1 ライナープレート建込工法に求められる要求性能と性能照査方法

要求性能			要求項目	照査方法		要求値 (性能照査判定基準)
				試験方法	試験条件	
基本的性能	構造機能	引抜抵抗性	アンカー引抜強度	非破壊引張試験法 (注 1)	JCAA「日本建設あと施工アンカー協会が定めた非破壊引張試験法」	許容引張荷重又は設計荷重が予想破壊荷重の 2/3 を検査荷重とする (注 2)

(注 1) 現場試験に用いる引張試験装置は、油圧ジャッキを用いてアンカーに直接引張力を加えるタイプとアンカーのねじ部にナット等を嵌め、ナットを回転させてアンカーに引張力を生じさせるタイプの二つのタイプが一般的に用いられる。

(注 2) 検査荷重に対してアンカーの急激な抜け出しやコンクリート表面のひび割れが生じなければ合格とする。

(3) 耐久性

第 4 章 対策工法の共通事項 4.3 要求性能、性能照査を参照

11.2.2 ライナープレート建込工法の適用性

ライナープレート建込工法は、水利用機能、水理機能、構造機能、社会的機能及び施工条件を満足し、経済性、施工性、維持管理性等を比較検討して断面形式（半円形・ほろ形）や規格寸法を選定しなければならない。

【解説】

(1) ライナープレート建込工法の適用性

ライナープレート建込工法は、A タイプのトンネルの新たな覆工として構築される工法であるため、必要なトンネル断面からライナープレートの形状と寸法を決定する。ライナープレート建込工法の適用性については、通常水理設計を行い、ライナープレートによるライニング後の断面で、必要な通水量を確保できる場合に適用される。

また、ライナープレート建込工法は、地山の風化抑制対策で適用される場合が多く、その場合には地圧の影響は考慮しないが、岩石トンネルの支保工に作用する荷重や土砂トンネルに作用する土圧を載荷した構造設計も可能である。

(2) 裏込充填材の適用性

地山とライナープレートの間隙には裏込充填材を注入する。

裏込充填材は、背面地山からの外力を、ライナープレートに伝達し、並びにライナープレートの変形によって生じる反力を地山へと伝達する重要な基礎部材である。

セメント系の裏込充填材は、pH の高いアルカリ成分によりライナープレート外面を不動態化させる防食材としての機能も有している。また、非セメント系の裏込充填材（発泡ウレタン系注入材）を充填した場合は、裏込充填材がライナープレートに接着するため、酸素や水分の供給を遮断することによる防錆効果が期待できる。

裏込充填材の選定については、第 5 章 裏込注入工法 5.2 要求性能、性能照査 5.2.2 裏込注入工法の適用性を参照。なお、A タイプのトンネルの地山や吹付等の劣化抑制対策として適用するライナープレート建込工法の裏込充填材には、可塑性注入材又は発泡ウレタン系注入材が適用されていた。

11.3 水理設計

第 4 章 対策工法の共通事項 4.4 水理設計 を参照

11.4 構造設計

11.4.1 ライナープレート建込工法の構造設計

ライナープレート建込工法の適用に際しては、水路トンネルの特性を踏まえ、現場条件に応じた構造設計手法を選定し、適切な構造計算を実施して耐荷性能を照査する。

【解説】

(1) ライナープレート建込工法の骨組解析検討モデル

ライナープレート建込工法は、ライナープレートをはり要素と仮定し、下端を 2 点ヒンジで支持された構造モデルで解析を行う。図-11.4.1-1 にライナープレート建込工法の骨組解析検討モデル（例）を示す。構造計算においては、作用する適切な荷重を算定して、ライナープレートの板厚及び補強リングのピッチ等を定める。水路トンネルにおけるライナープレートの設計は、一般にその横断方向についてのみ行う。

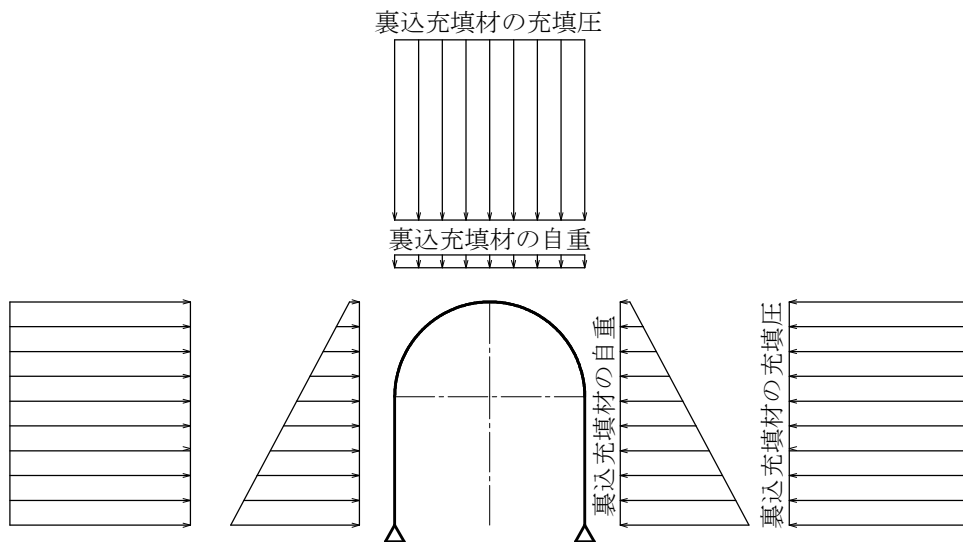


図-11.4.1-1 ライナープレート建込工法の骨組解析検討モデル

① ライナープレートの構造検討で考慮する荷重は次のとおりとする。

- ・ 自重（ライナープレートの自重はその他の荷重と比較して小さいことから無視する場合が多い）
- ・ 裏込充填材の自重（セメント系注入材の充填時の側圧は、液圧 p_w と見なしてよい）

$$p_w = W_c \cdot H$$

ここに、 p_w : 液圧 (kN/m²)

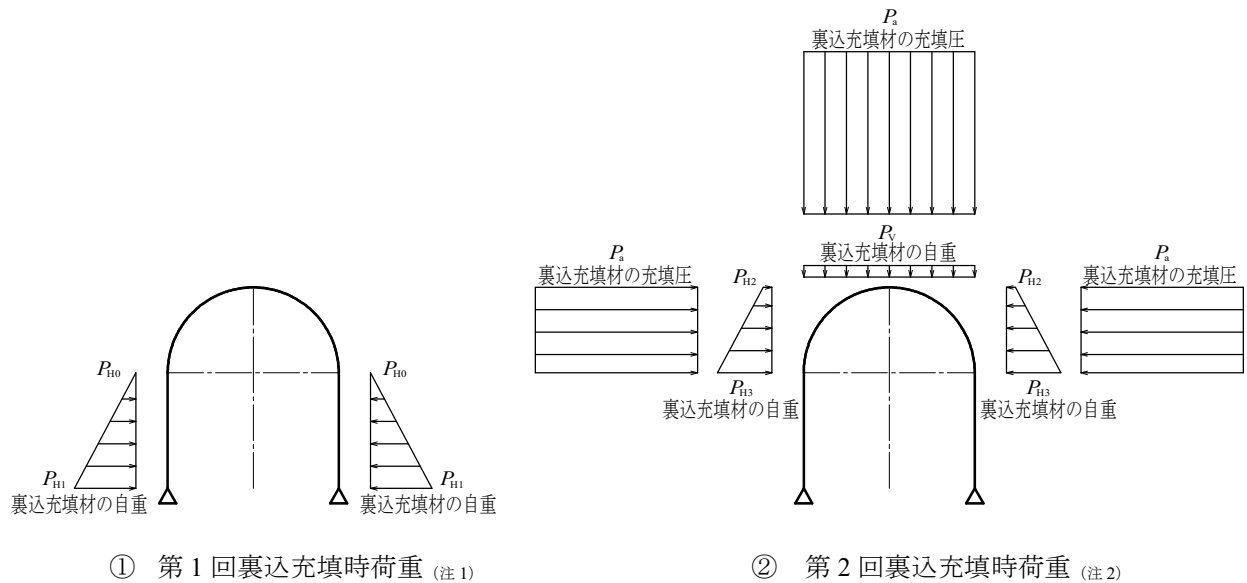
W_c : 裏込充填材の単位体積重量 (kN/m³)

H : 裏込充填材の充填高さ (m)

- ・ 施工時荷重（裏込充填材の充填圧は全周に作用させる）

裏込充填材の充填圧は 0.1～0.2MPa を標準とする。施工時荷重によりライナープレートの板厚や補強部材が決まる場合は、充填方法を検討して、可能な範囲で施工時荷重の減少を図る。

図-11.4.1-2 に裏込充填材を 2 回に分けて充填する場合の検討モデルを示す。



(注 1) ①の状態は下部に裏込充填材の液圧が発生する。

(注 2) ②の状態は①で充填した裏込充填材が硬化しているため下部の充填圧は計上しない。

図-11.4.1-2 裏込充填材を 2 回に分けて充填する場合の検討モデル

② A タイプのトンネルの地山や吹付等の劣化抑制対策として適用するライナープレート建込工法において、一部に地山表面の風化が認められるが、全体として地山が安定な場合には、地圧や水圧の影響を考慮しないのが一般的である。この用途におけるライナープレート建込工法において、構造設計に地圧や水圧の影響を考慮した事例は見られなかった。

③ ライナープレート本体は JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」に規定される SS330 材を使用する。補強リングに用いる H 形鋼並びに、これらの継手板には JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」に規定されている SS400 材を使用する (表-11.4.1-1 参照)。ボルト、ナット、ワッシャーは JIS B 1180「六角ボルト」、JIS B 1181「六角ナット」及び JIS B 1256「平座金」に規定されたものを使用する。ただし、コルゲート・ライナー技術協会の定める試験方法にて十分な性能を有していると判断される締結材は、ライナープレートに使用することができる。

表-11.4.1-1 鋼材の機械的性質

種類	化学成分 (%)		機 械 的 性 質				
	P	S	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)		曲げ角度 (°)
SS330	0.050 以下	0.050 以下	205 以上	330～430	板厚 ≤ 5mm	26 以上	180
					5mm < 板厚 ≤ 16mm	21 以上	
SS400	0.050 以下	0.050 以下	245 以上	400～510	板厚 ≤ 5mm	21 以上	180
					5mm < 板厚 ≤ 16mm	17 以上	

- ④ ライナープレートの断面寸法及び断面性能は図-11.4.1-3 及び表-11.4.1-2 に示すとおりである。

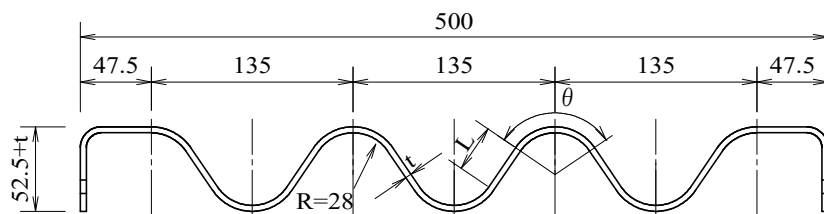


図-11.4.1-3 ライナープレートの断面寸法

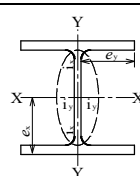
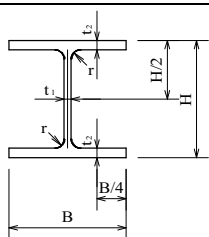
表-11.4.1-2 ライナープレートの断面性能

板厚 t (mm)	弧の 中心角 θ	L (mm)	1枚あたり			1mあたり		
			断面積 A (cm ²)	断面係数 Z (cm ³)	断面二次 モーメント I (cm ⁴)	断面積 A (cm ² /m)	断面係数 Z (cm ³ /m)	断面二次 モーメント I (cm ⁴ /m)
2.7	109° 30′	33.9	19.88	23.0	70.5	39.76	46.0	141
3.2	110° 14′	33.1	23.56	27.2	83.8	47.12	54.4	168
4.0	111° 26′	31.8	29.43	33.7	105	58.86	67.4	210
4.5	112° 14′	31.0	33.11	37.9	119	66.22	75.8	238
5.3	113° 36′	29.6	38.97	44.4	140	77.94	88.8	280
6.0	114° 52′	28.3	44.10	50.0	160	88.20	100	320
7.0	116° 50′	26.4	51.43	58.1	188	102.9	116	376

(出典：ライナープレート設計・施工マニュアル、コルゲート・ライナー技術協会、平成23年4月 pp.3~4)

- ⑤ 補強部材として用いられる H 形鋼の断面性能は、JIS G 3192 に規定される表-11.4.1-3 の値を用いる。補強部材として H 形鋼以外の形鋼を用いる場合も、JIS G 3192 の規定による。

表-11.4.1-3 H 形鋼の断面性能



標準断面寸法 (mm)					断面積 (cm ²)	単位 質量 (kg/m)	参考					
呼称寸法 (高さ×辺)	H×B	t ₁	t ₂	r			断面二次 モーメント (cm ⁴)		断面二次 半径 (cm)		断面係数 (cm ³)	
							I ₁₁	I _y	i ₁₁	i _y	Z ₁₁	Z _y
100×100	100×100	6	8	8	21.59	16.9	378	134	4.18	2.49	75.6	26.7
125×125	125×125	6.5	9	8	30.00	23.6	839	293	5.29	3.13	134	46.9
150×150	150×150	7	10	8	39.65	31.1	1620	563	6.40	3.77	216	75.1
175×175	175×175	7.5	11	13	51.42	40.4	2900	984	7.50	4.37	331	112
200×200	200×200	8	12	13	63.53	49.9	4720	1600	8.62	5.02	472	160
250×250	250×250	9	14	13	91.43	71.8	10700	3650	10.8	6.32	860	292
300×300	300×300	10	15	13	118.4	93.0	20200	6750	13.1	7.55	1350	450

- ⑥ ライナープレート及び補強部材の組み立てに用いるボルトの有効断面積は JIS B 1180 に規定される表-11.4.1-4 の値を用いる。

表-11.4.1-4 ボルトの有効断面積

ボルト呼称	M16	M18	M20	M22	M24
有効断面積 (mm ²)	157	192	245	303	353

- ⑦ ライナープレートの標準的な設計手順を図-11.4.1-4 に示す。

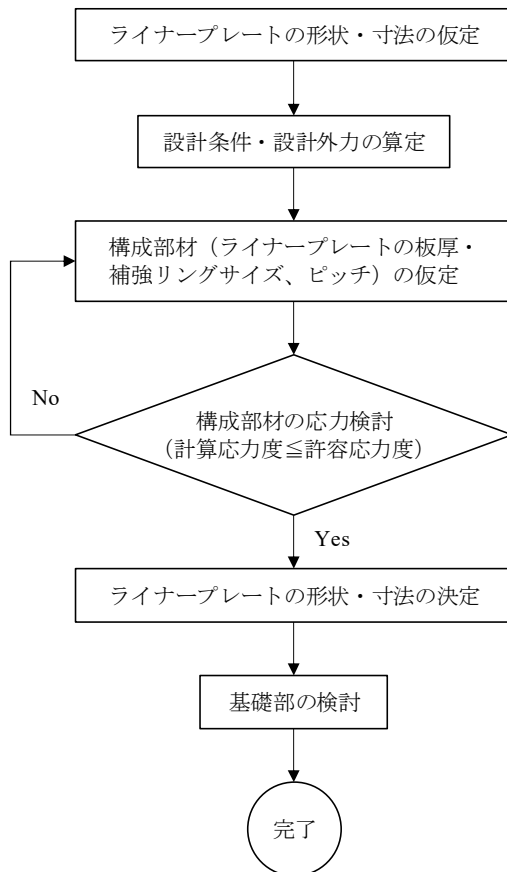


図-11.4.1-4 ライナープレート建込工法の設計の手順

- ⑧ 発生する応力度の照査

- a) ライナープレートのみの場合

$$\sigma_L = \frac{M}{Z_L} + \frac{N}{A_L} \leq \sigma_{La} \quad \cdots \cdots \text{式 11.4.1-1}$$

ここに

σ_L : ライナープレートに生じる応力度 (N/mm²)

σ_{La} : ライナープレートの許容応力度 (N/mm²)

M : 曲げモーメント (N・mm/m)

N : 軸力 (N/m)

Z_L : ライナープレートの断面係数 (mm³/m)

A_L : ライナープレートの断面積 (mm²/m)

b) 補強リングを用いる場合

横杭用ライナープレートに発生する曲げモーメントと軸力は、それぞれライナープレート及び補強リングの曲げ剛性、軸剛性に比例して分担するものと考えて応力度の照査を行う。ライナープレートと補強リングとの断面力の分担率は表-11.4.1-5 に示すとおりである。

表- 11.4.1-5 ライナープレートと補強リングとの断面力の分担率

項 目	ライナープレート	補強リング
軸 力	$\alpha_L = A_L / \left(A_L + \frac{A_H}{\ell_H} \right)$	$\alpha_H = \frac{A_H}{\ell_H} / \left(A_L + \frac{A_H}{\ell_H} \right)$
曲げモーメント	$\beta_L = I_L / \left(I_L + \frac{I_H}{\ell_H} \right)$	$\beta_H = \frac{I_H}{\ell_H} / \left(I_L + \frac{I_H}{\ell_H} \right)$

ここに

A_L : ライナープレートの断面積 (mm²/m)

A_H : 補強リングの断面積 (mm²)

I_L : ライナープレートの断面二次モーメント (mm⁴/m)

I_H : 補強リングの断面二次モーメント (mm⁴)

ℓ_H : 補強リングの間隔 (m)

応力度の照査はそれぞれ式 11.4.1-2、式 11.4.1-3 により行う。

〔ライナープレート〕

$$\sigma_L = \frac{\alpha_L \cdot N}{A_L} + \frac{\beta_L \cdot M_{\max}}{Z_L} \leq \sigma_{La} \quad \cdots \cdots \text{式 11.4.1-2}$$

〔補強リング〕

$$\sigma_H = \frac{\alpha_H \cdot N}{\frac{A_H}{\ell_H}} + \frac{\beta_H \cdot M_{\max}}{\frac{Z_H}{\ell_H}} \leq \sigma_{Ha} \quad \cdots \cdots \text{式 11.4.1-3}$$

ここに

σ_L : ライナープレートの発生応力度 (N/mm²)

σ_H : 補強リングの発生応力度 (N/mm²)

σ_{La} : ライナープレートの許容応力度 (N/mm²)

σ_{Ha} : 補強リングの許容応力度 (N/mm²)

N : 軸力 (N/m)

$M_{\max}$: 曲げモーメント (N・mm/m)

A_L	: ライナープレートの断面積 (mm^2/m)
A_H	: 補強リングの断面積 (mm^2)
Z_L	: ライナープレートの断面係数 (mm^3/m)
Z_H	: 補強リングの断面係数 (mm^3)
α_L	: ライナープレートの軸力分担率
α_H	: 補強リングの軸力分担率
β_L	: ライナープレートの曲げモーメント分担率
β_H	: 補強リングの曲げモーメント分担率
ℓ_H	: 補強リングの間隔 (m)

⑨ 許容応力度及び弾性係数

ライナープレート

JIS G 3101 SS330	許容曲げ応力度	: $\sigma_{La}=120\text{N/mm}^2$ (長期)
		: $\sigma_{La}=180\text{N/mm}^2$ (短期)

補強部材 (H 形鋼)

JIS G 3101 SS400	許容曲げ応力度	: $\sigma_{Ha} = \sigma_{Sa}=140\text{N/mm}^2$ (長期)
		: $\sigma_{Ha} = \sigma_{Sa}=210\text{N/mm}^2$ (短期)

添字の H 、 S はそれぞれ補強リング、支保部材を示す

ボルト

強度区分 4.6	許容せん断応力度	: $\tau_a=90\text{N/mm}^2$ (長期)
		: $\tau_a=135\text{N/mm}^2$ (短期)
強度区分 8.8	許容せん断応力度	: $\tau_a=200\text{N/mm}^2$ (長期)
		: $\tau_a=300\text{N/mm}^2$ (短期)

ライナープレート及び補強部材の弾性係数

	: $E=200\text{kN/mm}^2$
--	-------------------------

裏込充填材の充填圧及び充填時の側圧を考慮した構造計算においては、短期の許容応力度を適用する。

⑩ 施工時荷重によって構成部材の規格（ライナープレートの板厚等）が決定されることを避けるため、充填方法を工夫することにより、可能な範囲で施工時荷重を低減するものとする。

11.4.2 水抜工

第 4 章 対策工法の共通事項 4.5.3 水抜工 を参照

ライナープレート建込工法においては、湧水状況に応じてウィープホールの要否を検討する必要がある。ライナープレート建込工法は水密性がないため、少量の湧水に対する水抜工は不要である。ただし、大量の湧水がある場合は、裏込充填材の止水効果により排水機能が失われることがあるため、水抜工の設置を検討する必要がある。なお、A タイプのトンネルの地山や吹付等の劣化抑制対策として適用するライナープレート建込工法において、水抜工が設置された事例は見られなかったが、排水トンネルでは水抜工が設置されている場合がある。

11.5 施工方法

11.5.1 長寿命化対策の施工

第 4 章 対策工法の共通事項 4.6.1 長寿命化対策の施工 を参照

11.5.2 仮設備工

第 4 章 対策工法の共通事項 4.6.2 仮設備工 を参照

11.5.3 坑内作業準備工

第 4 章 対策工法の共通事項 4.6.3 坑内作業準備工 を参照

11.5.4 ライナープレート建込工法の施工

ライナープレート建込工法は、現場条件を十分に踏まえた計画の下で施工を行うことが求められる。

【解説】

図-11.5.4-1 にライナープレート建込工法の施工手順を示す。

(1) 準備工（測量・トンネルの断面測定）（写真-11.5.4-3、写真-11.5.4-21 参照）

実施設計段階で行われた坑内路線測量の確認のための測量を行い、トンネルの高さ・ライナープレート布設延長・芯ズレの確認と、ベース材据付高さを決定する。また、トンネルの断面測定を行い、裏込充填量の確認とライナープレート設置の支障となる部分的な地山の撤去（岩盤掘削）計画を立案する。岩盤掘削に際しては、事前に目視調査や打音調査を行い、肌落ちの危険性がないことを確認する。

縦断測量の調査結果を基に、凸部の管頂部には裏込充填確認孔を凹部の管底部には湧水排水用孔を設けポンプ等で排水できる構造とすることが望ましい。

(2) ライナープレート割付図作成

準備工の測量結果を踏まえ、ライナープレートの割付図を作成する。

(3) 構造物取壊し・地山掘削（写真-11.5.4-4～6、写真-11.5.4-22 参照）

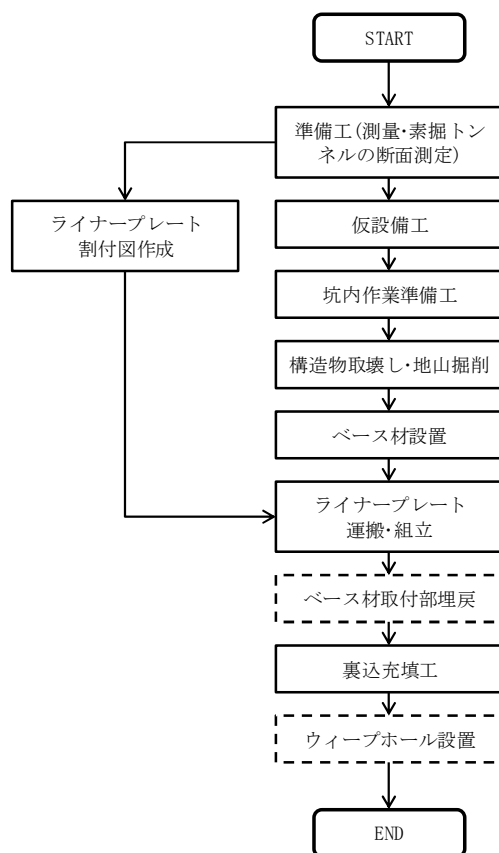
ベース材設置のために既設インバートコンクリートの取壊しを行う。また、ライナープレート設置の障害となる地山を部分的に掘削（岩掘削）する。コンクリート殻及び岩塊等の残土は坑外搬出・処分する。

(4) ベース材設置（写真-11.5.4-7、写真-11.5.4-23～26 参照）

既設インバートコンクリートの取壊し後、断面を清掃し、ベース材設置位置の高さを確認の上、調整モルタル等によりベース材の高さ調整を行った上でベース材（溝形鋼等）を設置する。

また、既設側壁コンクリートにベース材（等辺山形鋼等）を設置する場合は、あと施工アンカー

によりベース材を固定する。



注)破線は必要に応じて実施する

図-11.5.4-1 ライナープレート建込工法の施工手順（例）

(5) ライナープレート運搬・組立（写真-11.5.4-8～10、写真-11.5.4-27～28 参照）

ベース材設置後に、ライナープレート部材を坑内施工箇所へ運搬・配置する。最下部の部材をベース材に仮締めし、そのあと上部部材を連結してボルトナットにより仮締めする。前後のリングのボルトナットを通し、連結、仮締めする。

それぞれのプレートを合わせる際にボルト穴が合わない箇所は、シノ等を突き刺し穴の通りを合わせ、ボルトを通す。仮締め固定ができるまでは部材プレートを押さえる担当と、ボルトナットを仮締めする担当の複数人により作業を進める。

仮組が完了した後、通り、かみ合わせ、よれ等の調整を行い、本締めする。本締めの際には、裏込充填材の漏れの原因にもなるので、ライナープレートの上下、円周方向、隣同士に隙間のないよう十分に締め付ける。

(6) ベース材取付部埋戻（写真-11.5.4-11～12 参照）

ベース材取付のために取壊したインバート材の取壊し面を洗浄後、プライマーを塗布する。埋戻に用いるポリマーセメントモルタル（PCM）は、使用する材料毎に決められた配合を用いるものとし、決められた練混ぜ方法（材料の投入順序、ミキサ能力、練混ぜ時間等）により作成する。ベー

ス材の周囲にポリマーセメントモルタルを充填し、表面をコテ仕上げする。

(7) 裏込充填工 (写真-11.5.4-13～17、写真-11.5.4-29～33 参照)

裏込充填材の注入手順は、使用材料や工法毎に異なる。裏込充填工の施工については、第5章 裏込注入工法 5.4 施工方法 5.4.7 裏込注入工法の施工を参照。注入スパン毎の間仕切りや端部には型枠用合板等を用いて間仕切り壁を設ける。

以下にほろ形タイプの施工状況写真を示す。



写真-11.5.4-1 着手前



写真-11.5.4-2 完成



写真-11.5.4-3 断面測定



写真-11.5.4-4 インバート取壊し



写真-11.5.4-5 地山掘削



写真-11.5.4-6 殻集積・運搬・搬出



写真-11.5.4-7 ベース材（溝形鋼）設置



写真-11.5.4-8 ライナープレート運搬・搬入



写真-11.5.4-9 ライナープレート仮置き

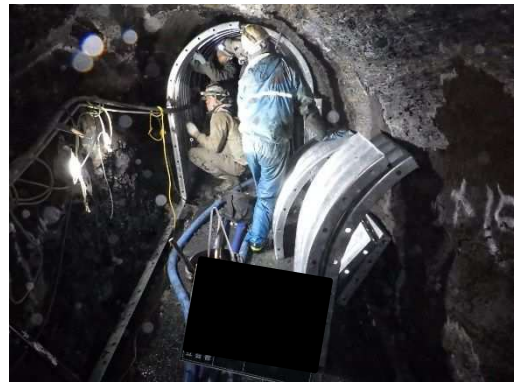


写真-11.5.4-10 ライナープレート組立



写真-11.5.4-11 PCM 混練



写真-11.5.4-12 ベース材取付部埋戻(PCM)



写真-11.5.4-13 裏込充填機材搬入



写真-11.5.4-14 裏込充填機材（発泡ウレタン）



写真-11.5.4-15 裏込充填材注入状況



写真-11.5.4-16 発泡ウレタン注入状況



写真-11.5.4-17 裏込充填材注入完了



写真-11.5.4-18 施工完了

以下に半円形タイプの施工状況写真を示す。



写真-11.5.4-19 着手前

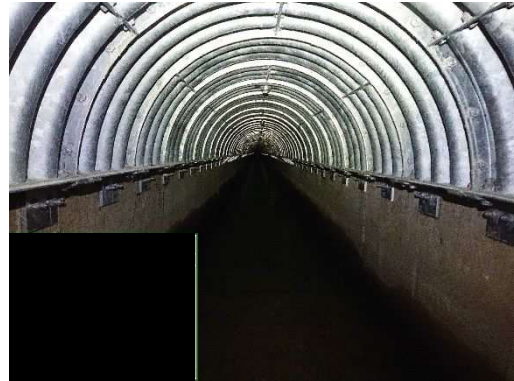


写真-11.5.4-20 完成



写真-11.5.4-21 断面測定



写真-11.5.4-22 人力岩掘削



写真-11.5.4-23 アンカーボルト削孔



写真-11.5.4-24 アンカーボルト設置



写真-11.5.4-25 アンカーボルト引抜試験



写真-11.5.4-26 ベース材設置



写真-11.5.4-27 ライナープレート組立



写真-11.5.4-28 ライナープレート組立完了



写真-11.5.4-29 可塑性注入材注入プラント設置



写真-11.5.4-30 可塑性注入材注入用配管



写真-11.5.4-31 可塑性注入材注入管取付



写真-11.5.4-32 可塑性注入材注入状況

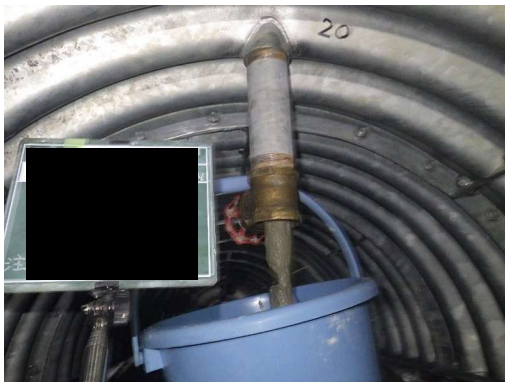


写真-11.5.4-33 可塑性注入材リーク確認



写真-11.5.4-34 端部（管口）仕上げ状況
（モルタル仕上）

11.6 ライナープレート建込工法の施工管理

11.6.1 ライナープレート建込工法の材料の承諾及び保管管理

ライナープレート建込工法に使用する資材の搬入検査は、適正な管理下で製造されたことを証明する資料に基づいて行う。資材の保管及び搬送・搬入時の環境条件は適正なものとする。また、資材の取り扱いにも十分に留意する必要がある。

【解説】

(1) ライナープレート建込工法に使用する資材の製造管理と品質管理

ライナープレート建込工法に使用する資材は、表-11.6-1 に示す構成要素からなっており、受入検査項目は、それぞれ次のとおりである。

表-11.6-1 鋼板内張工法に使用する資材の構成要素と原材料搬入検査項目

構成要素	材 質	原材料受入検査項目
金属部材	鋼製材等 (鋼製材は製作仕様書を提出する)	製作仕様書に基づく寸法等 (入荷ロットごとの品質チェック)
裏込充填材	セメント系注入材、 非セメント系注入材	圧縮強さ、フロー値等 (原材料の入荷ロットごとの品質チェック)

(2) ライナープレート建込工法に要求される保管及び搬送・搬入管理

1) 金属部材

金属部材には、長期にわたる屋外暴露等による著しい発錆がないように、適切な対策を講じなければならない。なお、取扱いは慎重に行い、大きな変形や傷を与えてはならない。

2) 裏込充填材

裏込充填材については、第 5 章 裏込注入工法 5.5 裏込注入工法の施工管理 5.5.1 裏込注入工法の材料の承諾及び保管管理を参照

11.6.2 ライナープレート建込工法の施工時の管理

- ライナープレート建込工法の施工管理においては、次の項目について確認を行う。
- (1) ライナープレート設置段階の施工管理（ベース材設置、ライナープレート組立）
 - (2) 裏込充填材物性管理 (3) 裏込充填材圧力管理
 - (4) 裏込充填材充填量管理

【解説】

(1) ライナープレート設置状態の確認

ベース材設置時の既設構造物取壊し長さ、幅及び厚さ等を測定し確認する。ライナープレート組立段階では基準高、内空高さ、内空幅等を測定し確認する。なお、測定項目と管理値については、監督職員の承諾を得るものとする。

あと施工アンカーを設置する場合は、非破壊引張試験法によりアンカー引抜強度を確認する。

(2) 裏込充填材物性管理

(3) 裏込充填材圧力管理

(4) 裏込充填材充填量管理

裏込充填材物性管理、裏込充填材圧力管理、裏込充填材充填量管理については、第 5 章 裏込注入工法 5.5 裏込注入工法の施工管理 5.5.2 裏込注入工法の施工時の管理を参照

11.6.3 ライナープレート建込工法の出来形管理及び品質管理

出来形管理及び品質管理は、土木工事施工管理基準による。

裏込充填材の出来形管理は充填量、品質管理は一軸圧縮強さ（材齢 28 日）等による。

【解説】

出来形管理は「土木工事施工管理基準（水路トンネル工事、管水路工事）」によるものとする。ただし、当該基準に記載されていない項目については、巻末資料「施工管理項目等参考例」や各団体等が発行する資料に則って行う。

裏込充填材の出来形管理は、充填量により確認する。なお、ウィープホールを設置する場合は、コア抜きにより充填状況を確認する。

品質管理基準、計測等による出来形管理、工事記録写真の内容及び撮影頻度は、本書の巻末資料に示す。