

トンネル工事の実際の掘削量は、覆工の設計巻厚の確保を考えて支保工や矢板を入れるため当然設計巻厚線外に必要な掘削量と、さらにその外側に施工上やむを得ず生ずる余掘りの量が見込まれなければならない。また、覆工コンクリートの実際の施工量も、設計巻厚線外に生じた空間に入る量が加えられたものである。

工事費の算定には、これらの余分な量を見込んで数量と単価を決めなければならないのであるが、設計図上に支払線を明示する方法は設計巻厚線による数量をもととする方法などよりも、より工事の実情に即した妥当なものが算出でき、工事費の積算や工事の請負契約などのうえで一步前進であると考えられるのでこの条項を入れたのである。

支払線の設定に当っては、実際の施工数量に近いものを表わすよう、多くの施工実例を参照するなどして努めて実情に適合するものとしなければならない。

解説 図 36 は、1949 年ニューヨーク市水道局によるイーストデラウェア トンネル工事における、支払線を示した設計図の例である。この例によれば、支払線（B 線）は設計巻厚線（C 線）の外方に機械的に一定幅をとるのではなく、(a) 図の無普請の場合は最小巻厚線から、(b) 図のライナー プレート付きの鋼アーチ支保工やそのウォール プレート、柱などに対してはその背面の線から、いいかえれば設計および示方にしたがって必ず掘削されねばならぬ線から外方へ、この場合 13" を隔てて定めていることがわかる。

第5章 支保工の設計

第1節 総 則

第 28 条 支保工の選定

(1) 支保工は、地質、掘削方式、覆工方法などを考慮して、作業上の安全と経済性が得られるように、慎重にこれを設計しなければならない。

(2) 特に岩質が良好で安全な場合は、支保工を省略し得ることもあるが、このように見える場合でも肌落ちなどの危険防止を考えて、つとめて適当な支保工やルーフ ポルトなどを設計することが望ましい。

【解説】(1)について 支保工は、作業上の安全をはかるためにも重要なものである。したがって、地質、掘削方式、覆工の方法、作業員の技能などを総合して考えたうえ、経済的なものを選ばなければならない。

鋼アーチ支保工を用いた場合は、木製支柱式支保工を用いた場合に比較して、トンネル内の作業上の安全度が高く、より大型の機械を使用することができるので、わが国において

ても鋼アーチ支保工の使用が増大する傾向にある。

解説 表 4 は、労働省労働基準局調査による昭和 30~35 年の 6 年間に発生したトンネルの落盤による重大災害（一時に 3 名以上の死者または重傷者をともなう災害）を地質および支保工種類別に分類したものである。これによると、鋼アーチ支保工を用いた場合の落盤による重大災害は皆無であると報告されている。

解説 表 4 地質および支保工種類別の落盤による重大災害（昭和 30~35 年）

地質	支保工の種類	支保工なし	導坑支保工	鋼アーチ支保工	木製支柱式支保工	セントラル代用	補修用	支保工形式不明	卷立済	不明	計
閃緑岩(硬)	1										1
" (軟)		1									1
閃緑花崗岩(硬)		1									1
花崗岩(硬)	3			1							4
" (軟)						1					1
石英粗面岩(硬)	2										2
珪岩(軟)				1							1
安山岩(軟)	1							1			2
凝灰岩(硬)	1	2		3		1		1		1	9
" (軟)				1				1			2
頁岩(硬)				1							1
" (軟)				2		1		1	1	1	6
粘板岩(硬)	1			2	1						4
砂岩(軟)				2	1			2			5
石墨片岩	1			1							2
片岩	1	1									2
砂礫		3		3	1	1		3			11
関東ローム								1			1
粘土	1			1							2
不明	2	2		1	1		3	1	2	3	15
計	14	10	0	19	4	3	4	2	12	1	73

(2)について 支保工は、作業上の安全をはかるため重要なものであるから、岩質が良好に見える場合でも、掘削後の時間の経過による地山のゆるみや、発破の震動などによって肌落ちなどを生じやすいので、軽度の支保工を設けるのが望ましいのである。

ここにいう適当な支保工とは、鋼アーチ支保工では 第33条表2の「第28条(2)に規定する場合」の程度のもの、木製支柱式支保工では合掌式程度のものをいう。

第29条 支保工設計の基本

支保工は、必要な強度と建込み間隔を有し、沈下、変状、転倒、ねじれなどを起さないように、これを設計しなければならない。

【解説】 支保工は、第3章に述べた荷重に耐えて、変状を起さない強度と建込み間隔を持つことが基本であるが、特に次の諸点に注意しなければならない。

① 地質が弱く地耐力に不安のある場合には、その状況により皿板やウォールプレートを敷き、あるいは根固めのコンクリートなどを施工して、沈下、変形しないよう、② やらずによりトンネル軸方向の力で転倒しないよう、③ つなぎを十分とって、ねじれなどを起さないようにしなければならない。

第2節 鋼アーチ支保工

第30条 鋼アーチ支保工

鋼アーチ支保工は、掘削作業にともない、あるいは掘削後なるべく早く建込みができ、覆工完了までの間荷重を安全に支えるものでなければならない。また、鋼アーチ支保工は、コンクリート覆工の中に埋込むものとする。

【解説】 トンネル掘削にともなう支保工に対する荷重は、掘削後の時間の経過とともに増大することが多いので、掘削後すみやかに建込みのできる支保工としなければならない。なお、いったん建込んだ鋼アーチ支保工を撤去することは、掘削によりゆるんだ地山を受けている支保工を一挙にはずすこととなり、非常に危険であるので、安全の見地から鋼アーチ支保工はコンクリート覆工中に埋込むこととしたのである。またコンクリート覆工中に埋込まれた鋼アーチ支保工は、覆工コンクリートと一体となって地山を支持すると考えられる。

鋼アーチ支保工は、多くの点で木製支柱式支保工などに比べて特長を有するが、鋼アーチ

チ支保工といえども過信は危険であって、その特性と安全のためには十分の注意を怠ってはならない。

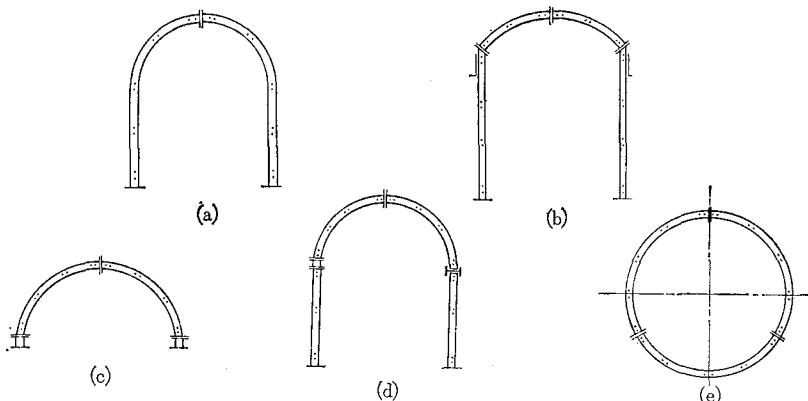
ここにいう鋼アーチ支保工には、導坑支保工を含まないが、導坑用の鋼アーチ支保工も、第2節 鋼アーチ支保工の各条項に準じて設計しなければならない。

第31条 支保工の形状寸法

鋼アーチ支保工は、地質および施工法との関連を考えて、その形状や寸法を決定しなければならない。また、なるべく継手が少なく、かつ想定される外力その他の諸条件に対して有利な形を有し、施工上の便宜を備えたものでなければならない。

【解説】 鋼アーチ支保工には、解説 図 37 に示すような種々の形状のものがある。採用する形状や寸法は、地質による荷重の大きさおよび性質、施工法などの関連を考えてこれを決定しなければならない。なお荷重による変形および製作や建込みなどの施工誤差に対する余裕も考えておかなければならない。

解説 図 37 鋼アーチ支保工の各種の形状



継手が少なくについて 継手は支保工の弱点となるので、なるべく少ないのが望ましい。解説 表 5 は、昭和 35 年国鉄静岡幹線工事局において行なったトンネル幅約 10m の上部半断面用 2 部材支保工と 4 部材支保工の強度の比較試験の結果である。

これによると、2 部材支保工はいずれの場合も 4 部材支保工に比し約 2 倍の強度を示している。

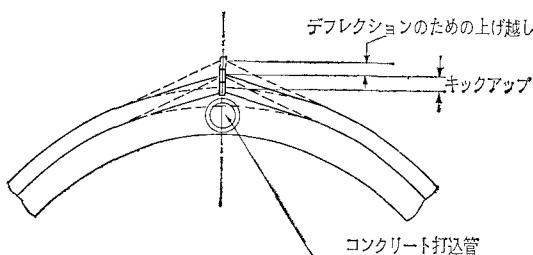
解説 表 5 2部材支保工、4部材支保工強度比較

部材数	路図	支保工材 古レールの本 数と種類	重さ kg/組	対称荷重 総破壊荷重(t)	偏荷重 破壊荷重(t)
2 部 材		アーチ 1-50	663	48 (100%)	28 (100%)
4 部 材		アーチ 1-50 ポスト 1-50	683	—	15 (54%)
		アーチ 1-50 ポスト 2-30	685	48 (100%)	14 (50%)
		アーチ 2-30 ポスト 2-50	1,017	29 (60%)	17 (61%)

注：支保工の重さは、古50kgレール＝46.4 kg/m,
古30kgレール＝27.7 kg/mとして計算した。

施工上の便宜について たとえば、コンクリートポンプを使用して薄い覆工を施工する場合は、コンクリート打込み管の挿入に支障を与えないよう、支保工のクラウンの部分を解説 図 38 のようにキックアップをつけて設計する必要がある。また部材の曲げ加

解説 図 38 キックアップ



工の便宜を考えると、その両端に多少の直線部を設けることが経済的である。ただし、直線部を余り長くすると、支保工の弱点となるので避けなければならない。

第 32 条 支保工の材質

鋼アーチ支保工に用いる鋼材は、伸び率が大きく、かつ曲げや溶接などの加工性のよいものが望ましく、普通には、JIS G 3101 に規定する SS 41 が適当である。

【解説】 鋼アーチ支保工に用いる鋼材は、大きな荷重がかかって大きな変形がある折損しにくく、また冷間で相当急な円弧に曲げ加工するものである点からも、伸び率の大きいどちらかといえばあまり硬くないものが望まれる。

溶接については、支保工としての使用上の特性から見て、通常特に厳重な示方によらなくてもよいと考えられるが、あまり溶接困難な材質のものは継手、その他の溶接加工に不便であり、また隨時の溶接補強が効かないなどの不利も生ずる。

これらの点や経済上の考慮も含んで、現状では最も広く市販されている JIS の SS 41 程度の鋼材がよいとしたのである。特に必要ある場合は、検討のうえより高い強度の鋼材や、より溶接性のよい鋼材を使用することも考えられる。

鋼アーチ支保工用として主として経済上の理由から、鉄道用レールや軽便レールなどの中古品が用いられることが多いが、これらの古レールは強度は大きいが、材質が硬く、もうろく、伸びも少ない曲げや溶接の加工性もよくないので、加工や使用中に急に折れることがある。したがって、使用に当っては腐蝕や摩耗の著しいもの、きずや割れのあるものなどは用いてはならず、また外見上の欠陥は見当らなくても、すでに疲労に達していたり、かくれた欠点のある場合も多いので注意を要する。

第 33 条 支保工の断面と建込み間隔

(1) 鋼アーチ支保工用鋼材の断面は、覆工の厚さ、コンクリートの最小かぶり、施工法などを考えて、適当なものを選ばなければならない。

また、単独に用いた場合でも十分な剛性を有し、バックリング、ねじれおよび局部的荷重による変形などを起しにくいものでなければならない。

(2) 鋼アーチ支保工の建込みの間隔は、120 cm 以下を標準とし、最大でも 150 cm 以下としなければならない。

(3) 鋼アーチ支保工の形状、寸法および建込み間隔は、責任技術者がこ

れを定めなければならない。

第24条表1に示す土荷重を用いた場合は、表2の値を用いてもよい。

表2 鋼アーチ支保工の量

地圧の大きさ 種類 内空断面の幅	28条(2)に規定する場合		土圧があると推定される場合		土圧が大きいと推定される場合	
	形状寸法	間隔	形状寸法	間隔	形状寸法	間隔
5m	H-100×100 (17 kg/m)	1.5m	H-125×125 (24 kg/m)	1.2m	H-150×150 (32 kg/m)	1.0m
10m	H-150×150 (32 kg/m)	1.5m	H-200×200 (50 kg/m)	1.0m	H-250×250 (72 kg/m)	1.0m

注: この表は、幅5mについては全断面、幅10mについては上部半断面用の鋼アーチ支保工の試験結果をもとに、安全率を約2として定めたものである。

【解説】(1)について 鋼アーチ支保工用鋼材の断面は、覆工の厚さ、コンクリートの最小かぶり、施工法などを考えて、適当なものを選ばなければならない。また1組だけ建込んだ場合でも、ある強さを持ち得るという点が鋼アーチ支保工の木製支柱式支保工よりも安全な点の一つであるが、そのためには、1組だけでも十分な剛性を持つ断面であることが必要である。

なお鋼アーチ支保工には、トンネルの軸に直角な方向に外力のかかるのが普通であるが、トンネル軸方向に外力のかかることもしばしばあるので、部材断面としては、横軸に対する断面係数（トンネルの軸に直角な方向の外力に対する抵抗性）が大きいだけではなく十分で、縦軸に対する断面係数（トンネル軸方向の外力に対する抵抗性）もなるべく大きいのが望ましい。

もちろん、パックリング、ねじれなどに対する抵抗性もなるべく大きいのが望ましく、フランジの薄いものは局部的荷重による変形を起しやすいので注意を要する。

支保工用鋼材の断面の形状については、上記の諸点に留意してさらに研究を進める必要があると思われるが、従来から使用されているトンネル支保工用鋼材についてその断面特性を示したもののが解説表6である。

なお、H型鋼材には、フランジ厚さの一定なパラレルH型断面と、フランジ厚さにテーバーのあるテーバーH型断面がある。

また可縮坑わく鋼は、膨張性の地質に適していると考えられる。さらに縦横の断面係数

の等しい鋼管を支保工用鋼材として用いた例もある。

解説 表 6 鋼アーチ支保工材の断面特性

種 別	寸 法	重 量 (kg/m)	断 面 係 数		Wx/Wy
			$Wx(cm^3)$	$Wy(cm^3)$	
H 型 鋼	100×100	17.2	76	27	2.9
	125×125	23.8	136	47	2.9
	150×150	31.5	219	75	2.9
	175×175	40.2	330	112	2.9
	200×200	49.9	472	160	3.0
	250×250	72.4	867	292	3.0
I 型 鋼	180×100	23.6	186	28	6.6
	230×100	30.7	291	33	8.7
	200×150	50.4	449	103	4.4
坑 わく 鋼	105×84	22.7	93	24	3.9
	115×95	28.7	127	32	3.9
可縮坑わく鋼	117×97	20.0	53	57	1.0
	113×102	21.0	59	59	1.0
	123×99	24.2	65	69	1.0
	133×120	29.0	97	96	1.0
レ ー ル	108×108	30.1	108	28	3.8
	122×122	37.2	149	37	4.0
	144×127	50.4	225	55	4.1

注: 古レールについては、古 50 kg は新 37 kg の値を、古 37 kg は新 30 kg の値を用いるのが適当と思われる。

(2)について 鋼アーチ支保工の建込み間隔は、土圧の大きさに対応するよう伸縮されねばならない。従来、第 28 条(2)に規定するような地質の時、180 cm 程度とした例もあるが、このように拡げると、肌落ちでもあった時は、支保工の鋼材に異状がなくて矢板が折れてしまうというようなことがあるので、安全の見地から鋼アーチ支保工を建込む以上、その間隔は 120 cm 以下を標準とし、最大でも 150 cm としたのである。

またその最小間隔は覆工コンクリートが支保工の周囲に十分ゆきわたることができるか

どうかにより決められるが、矢板を縫地で施工する場合などでは間隔を 60 cm 程度以下にすると施工が困難となるので注意を要する。

(3) について 表 2 の基礎となったのは、国鉄札幌工事局ならびに静岡幹線工事局において行なった各種鋼アーチ支保工の載荷破壊試験（土木学会論文集第 88 号「トンネルの鋼アーチ支保工に関する研究」参照）およびその後の追加試験であって、試験結果の要約は 解説 表 7 に示すとおりである。

解説 表 7 破壊土荷重の高さ

内空断面の幅	種 別	m	記 事
5 m	H-100×100	3.6	
	H-125×125	6.2	
	H-150×150	9.1	
10 m	H-150×150	3.5	
	H-200×200	5.6	
	H-250×250	11.1	

注：この表は、支保工 1 基の破壊荷重を、トンネル延長 1 m
当りの土荷重の高さで表わしたものである。

第 34 条 く さ び

鋼アーチ支保工のアーチ作用に必要な支保工と地山との間のくさびは、設計として明示し、確実に作用するようにしなければならない。

【解説】くさびはアーチ作用を確保するのに不可欠のものであるから、クラウンとスプリングには必ずこれを入れるほか、円周部についても中心角 30° について 1 個以上、支保工材に沿って 120 cm 以下の間隔でこれを入れるのを標準とし、確実に締め得るようにしておかなければならない。

また支保工材と地山との間隔の広い時は、サンドルを組むようにし、丸太坊主を立ててくさびにかえるようなことをしてはならない。

解説 表 8 は、くさびの締め方および使用位置が支保工の強度におよぼす影響についての実験例（土木学会論文集第 88 号「トンネルの鋼アーチ支保工に関する研究」参照）である。

解説 表 8 くさびの締め方、使用位置と支保工の強度比較

		くさびの位置 (%)		
くさびの締め方		くさび	くさび	くさび
くさびの十分効いている支保工	100	80	60	
くさびのゆるい支保工	90	70	50	
くさびの効いていない支保工	60	50	40	

すなわち、十分効いているくさびがアーチ部に 9 箇所ある鋼アーチ支保工の強度に比較し、くさびがゆるむにしたがい強度は 90~60% となり、またくさびが 5 箇所になると 80~50%，くさびが 2 箇所になると 60~40% となり、くさびの締め方および使用位置が支保工の強度におよぼす影響は非常に大きいことを示している。

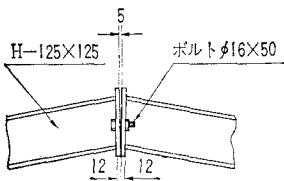
第 35 条 継 手

鋼アーチ支保工の部材相互の継手は、つなぎ板、継目板、ボルトなどにより、構造上の作用に適し、かつ強固に連結するよう、これを設計しなければならない。

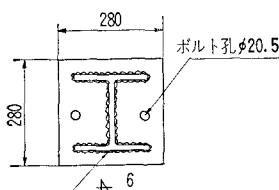
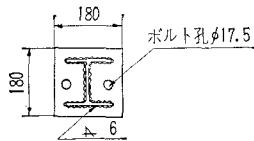
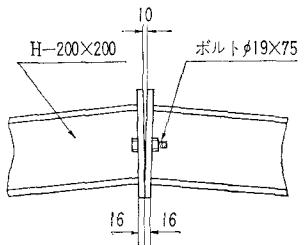
【解説】解説 図 39 は、拱頂つなぎ板の設計例を示したものである。

解説 図 39 拱頂つなぎ板

内空断面の幅 5 m



内空断面の幅 10 m



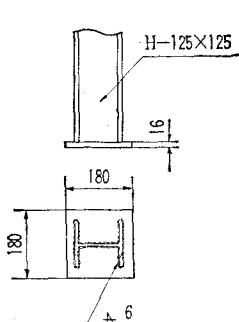
第 36 条 底板、皿板、ウォール プレート

鋼アーチ支保工は、荷重による沈下を防止するため、部材下端に底板を取り付け、必要に応じ皿板あるいはウォール プレートを用いるなどして、十分な支持力を持つようにしなければならない。

【解説】解説 図 40 は底板の設計例を示したものである。解説 図 41 は、皿板に木材を用いた例であり、解説 図 42 は、ウォール プレートを用いた例である。

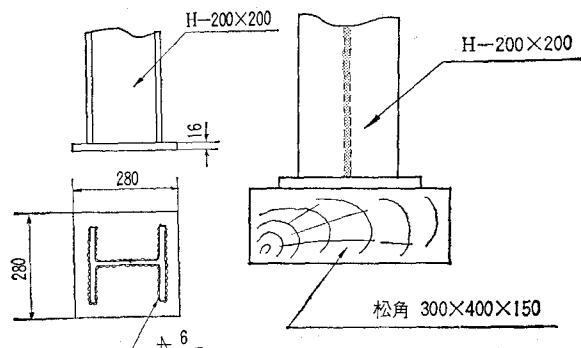
解説 図 40 底 板

内空断面の幅 5 m

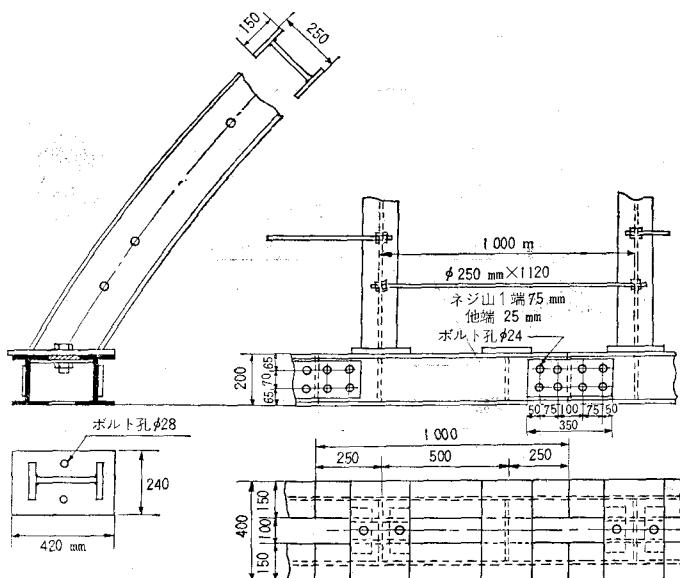


解説 図 41 皿 板

内空断面の幅 10m



解説 図 42 ウォール プレート（関門国道トンネル海底部における例）



第37条 つなぎ

鋼アーチ支保工相互間は、つなぎボルト、内ばりなどによって強固に連結しなければならない。

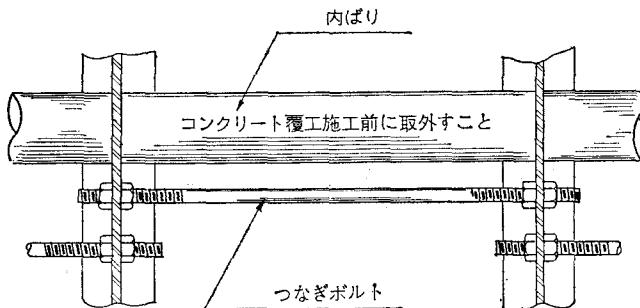
【解説】 つなぎは、トンネル軸方向に作用する外力に対し、支保工相互の結合をはかるためのものである。

つなぎボルトは引張りに対して十分働くよう、内ばりは建込み初期（支保工建込み区間の両端）におけるトンネル軸方向の外力および発破の振動などに耐えられるよう設計しなければならない。

つなぎはクラウンとスプリングには必らずこれを入れるほか、支保工材に沿って 120 cm 以下の間隔でこれを入れるのが望ましい。

解説 図 43、ならびに解説 **表 9** は、つなぎボルト、内ばりの設計例を示したものである。なお、つなぎボルトは、そのゆるみを防ぐため両側ナットにしておくのが望ましい。

解説 図 43 つなぎボルト、内ばり



解説 表 9 つなぎボルト、内ばり

種別 トンネルの 内空断面の幅	つなぎボルト 径 (mm)	内 丸太末口径 (cm)
5 m	16~22	9
10 m	19~25	12

第 38 条 矢 板

鋼アーチ支保工の外周には、周囲の岩石、土砂をおさえるため、地質、その他の条件に応じて、矢板、矢木、ライナー プレートなどを設計しなければならない。

【解説】普通、矢板の厚さは 3~4.5 cm 程度であり、矢木は末口 9~12 cm の丸太を用いる。

鉄矢板を用いる場合は、裏込め注入を行なう便宜をあらかじめ考えて設計しておく必要がある。

なお縫地の場合は覆工コンクリートを支保工鋼材の周囲にゆきわたらせるために、矢板あるいは矢木の矢尻の切断を必ずしも行なわなければならない。このためには、矢返しを設計しておかないと矢尻を切ることができないから注意を要する。

また荷重のかかった時の矢板の折れを防ぐため、あるいは矢尻を切断した時の矢板のゆるみを防ぐためには、返しパッキンを設計しておくことが必要である(解説 図 35 参照)。

第 39 条 や ら ズ

鋼アーチ支保工施工区間が短小な場合や、縦方向に荷重のかかる恐れのある場合は、やらズなどにより転倒防止をはからなければならない。

【解説】底設導坑から切上った最初のうち、あるいは前後の地山の地質がよい場合などで鋼アーチ支保工の連続建込み基数が少ない場所、および坑口付近あるいは地質が悪くて偏圧のかかるところなどでは、支保工は縦方向に荷重を受けることになるので、必ずしもやらズなどを設計する必要がある。

最近鋼アーチ支保工を過信して、上記のような当然必要と思われるところにやらズなどを設計しない例もあるので特に注意する必要がある。

第 3 節 木製支柱式支保工

第 40 条 木製支柱式支保工

木製支柱式支保工は、掘削作業にともない容易に建込みができ、覆工完了までの間荷重を安全に支えるものでなければならない。

木製支柱式支保工は、覆工を施工する際には木外しをするのが通常であるから、その際にも安全であるよう考慮しなければならない。

【解説】 木製支柱式支保工は、鋼アーチ支保工と異なり、切抜げ掘削にともなって順次組立てゆくものであるから、途中の作業順序を考えて、各段階で安全なように設計しなければならない。

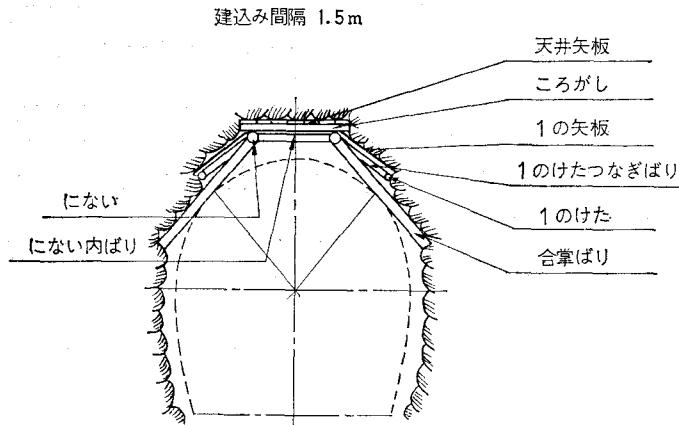
第 41 条 木製支柱式支保工の形状、寸法、建込み間隔

木製支柱式支保工は、地質、掘削方式、覆工の厚さなどを考えて、一般に認められている資料に基づき、その形状、寸法、建込み間隔を決定しなければならない。

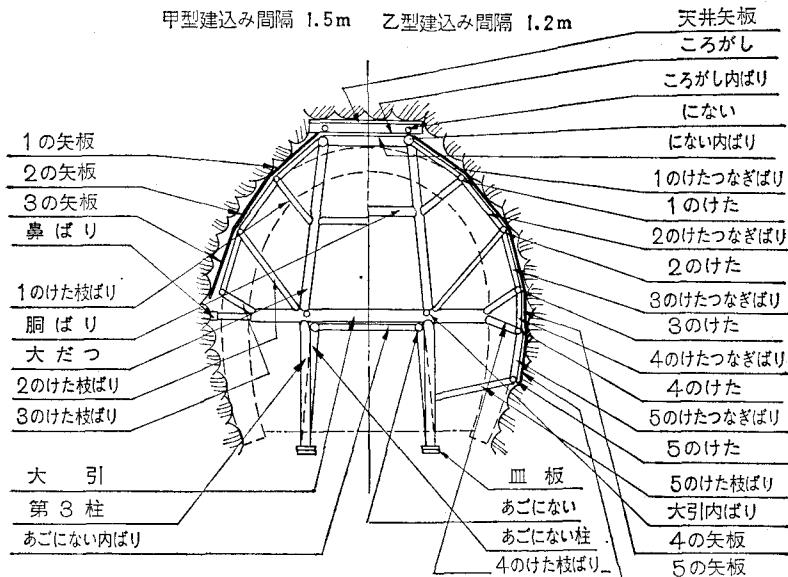
【解説】 従来行なわれている木製支柱式支保工の例を、解説 図 44、解説 図 45、解説 図 46 に示す(土木工学ハンドブック第33編第3章参照)。

建込み間隔は、普通、後光ぼり式 0.9~1.2m、枝ぼり式 1.2~1.5m、合掌式は 1.5m 程度である。

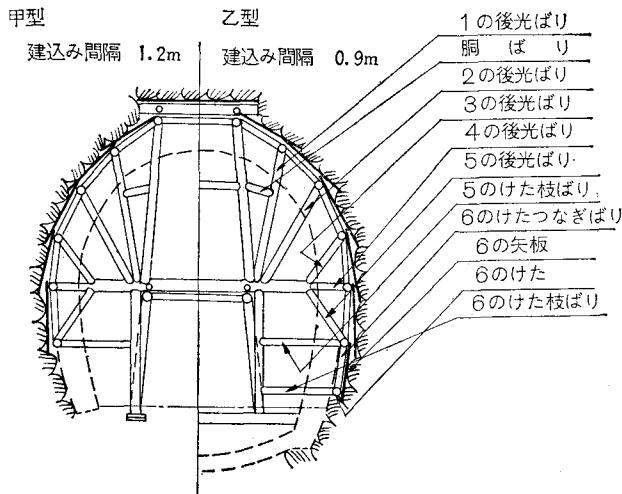
解説 図 44 合掌式支保工



解説 図 45 枝ばり式支保工



解説 図 46 後光ばり式支保工



第 42 条 木材の材質

木製支柱式支保工に用いる丸太材は、皮はぎ生松丸太とし、われや、著しい節がなく、なるべく真直ぐなものでなければならない。

【解説】 木製支柱式支保工用木材を生松丸太としたのは、強じん性を重視したものであるから、から松、五葉松などを使用する場合は、この点について特に留意しなければならない。

また、皮をはぐのは虫害を防ぐためである。

第 43 条 木製支柱式支保工設計にあたっての注意

(1) 木製支柱式支保工の設計にあたっては、各部材が有効に働き、かつ素材の強度をなるべく害しないで加工組立てできるよう考慮しなければならない。

(2) 木製支柱式支保工の設計にあたっては、沈下、転倒、ねじれなどを防止するため、つなぎばり、内ばり、やらず、鼻ばり、かすがい止め、皿板などについて十分考慮しなければならない。

【解説】(1) について 木製支柱式支保工は、各部材が協力して荷重を支えるものであるから、1本でも遊ぶ部材のないよう、またさば口や切欠きなどをあまり深く切って素材の強度を害することのないよう設計しなければならない。

(2) について 木製支柱式支保工は、いわば寄せ木細工のようなものであるから、1組の支保工の1本の部材の不備のため、連鎖的に幾組もの支保工の崩壊を起す危険性がある。したがって、特に沈下防止のための皿板、転倒防止のためのやらず、ねじれ防止のためのつなぎばり、内ばり、鼻ばり、かすがい止めなどについては、十分考慮しなければならない。なお必要に応じ ころがしと地山の間あるいは けたと ころがしの間にくさびを設計して、支保工がゆるまないよう注意しなければならない。

第 44 条 標 準 図

木製支柱式支保工の形状、寸法、建込み間隔などは、標準図によって明示しなければならない。

【解説】木製支柱式支保工を使用する場合は、従来その形状などを作業員の自由とした例が多いが、安全の見地から好ましくないので、これらを標準図に明示することとしたのである。

なお標準図には切掛け掘削とともに支保工建込み順序図を示すことが望ましい。

第6章 覆工の設計

第45条 総則

覆工はトンネルの目的に適合し、永く安全な使用に耐えるものでなければならぬ。

地質が堅硬で風化の恐れがなく、使用上支障のない場合は、覆工を省略したり、またはショットクリートなどによって覆工にかえることができる。

【解説】トンネルの覆工は、道路、鉄道あるいは水路などの使用の目的、使用の条件に適合した設計を行なわなければならない。

また長く土圧などの荷重に耐え、きれつ、変形、崩壊などを起さないもので、漏水などによる侵蝕や強度の減少などのない耐久的なものでなければならぬ。一般にトンネル覆工は、トンネルの使用開始後にこれを改修することは非常に困難であるので、将来改修の要のないよう十分な考慮を払わなければならない。

特殊な場合として地質が良好な場合などでは、覆工を省略して無巻としたり、ルーフボルトによるはく落防止工のみを行なったり、あるいはモルタルやコンクリート吹付け工などの軽易な被覆を行なったりして覆工を簡易化し得ることが述べられているが、これらの場合でも十分な安全性と耐久性を考える必要がある。

第46条 覆工に用いる材料

覆工に用いる材料は、トンネルの使用目的に適合したものを選定しなければならない。

【解説】覆工の材料としては、今日では現場打ちの無筋コンクリートを用いるのが普通であって、十分な管理を行なって施工された無筋コンクリートは、ほとんどの場合においてトンネル覆工用として満足し得る材料である。

コンクリートの品質、材料、配合などについては、無筋コンクリート、鉄筋コンクリー