8. 設計基準の設定

8. 設計基準の設定

中国における高速道路の設計基準については，今のところ全国で統一された基準はなく，各路線ごとに作成し中国交通部の認可を得ているのが現状である。

浙江省の高速道路で具体的に建設が進行している「滬杭甬高速道路」の設計基準についても，この路線に対する設計基準が作成されており，具体的には，3.3で述べたように「滬杭高速道路」については「滬杭高速公路初歩設計暫行規定」が，また「杭甬高速道路」については「杭甬高速公路初歩設計暫行規定」(いずれも浙江省交通設計院主編，以下「設計規定」と呼ぶ。)が作成され，これに基づき設計が実施されている。

これらの「設計規定」は，中国交通部で制定した「公路工程技術標準」や「公路路線設計規範」をはじめとする各種技術基準および規範に基づいて作成されたものであるが，本規定に含まれていない項目については，日本道路公団が定めた「設計要領」を参考に定めることができるとしている。また，滬杭甬高速道路の道路等級は高速公路，設計速度は彭埠インターチェンジから銭江インターチェンジ間は80km/h，その他の区間は120km/hとなっており，特に道路幾何構造に関する諸基準は，この道路等級および設計速度に対応した基準値が定められている。

本調査では，高速道路用の基準として浙江省では初めて作成されたこの「設計規定」の内容をレビューするとともに，この設計思想を踏襲し，また必要に応じて「設計要領」を適用するなど，本調査路線の道路規格に適合し，路線の存する地域の地形・地質ならびに交通条件等を勘案した設計基準を設定するものである。

なお，本調査で設定した設計基準は道路幾何構造設計基準，交差基準ならびに土工，橋梁工およびトンネル工等の構造設計基準であり，その内容は本調査で必要な最も基本的な項目についてのみ取扱ったものである。したがって，その他の項目については今後，必要に応じてその都度設定する必要がある。

8.1 道路幾何構造設計基準

8.1.1 本線

(1) 道路等級および設計速度

調査対象区間の道路等級は，全線「高速公路」規格であり，道路の存する地域の地形は全線，丘陵地(重丘)とする。

また，調査対象区間の設計速度は，全線100km/hである。

(2) 横断構成

1) 車線数

前節"5.3 交通量配分結果"により求められた区間交通量に対し，設計基準交通量とを比較し，車線数の検討を行った。

道路の車線数を決定する基準となる設計基準交通量を対面交通の2車線のケースと4車線のケースの2ケースについて，下記の手順にしたがって求めた。

a) 可能交通容量

・ 対面交通2車線の場合

$C_L=C_B\times\gamma_L\times\gamma_C\times\gamma_T$
$=2,500\times1.00\times1.00\times100/(100-T+1.7\cdot T)$
$=250,000/(100+0.7\cdot T)$ (台/h/車線)

・ 対面交通4車線の場合

$C_L=C_B\times\gamma_L\times\gamma_C\times\gamma_T$
$=2,200\times1.00\times1.00\times100/(100-T+1.7\cdot T)$
$=220,000/(100+0.7\cdot T)$ (台/h/車線)

C_L：可能交通容量 (台/h/車線)
C_B：基本交通容量 (pcu/h/車線),
pcu：小型乗用車換算台数
対面交通2車線の場合：$C_B=2,500$ (pcu/h/車線)
対面交通4車線の場合：$C_B=2,200$ (pcu/h/車線)
γ_L：車線幅員による補正率, $\gamma_L=1.00$
γ_C：側方余裕による補正率, $\gamma_C=1.00$
γ_T：大型車混入による補正率,
$\gamma_T=100/(100-T+E_T\cdot T)$
T：大型車混入率
E_T：大型車の乗用車換算係数, $E_T=1.7$

b) 設計交通容量

・ 対面交通2車線の場合
$C_D=C_L\times$(サービス水準による低減率)
$=\{250,000/(100+0.7\cdot T)\}\times0.69$

$=172,500/(100+0.7 \cdot T)$　(台/h/車線)

・　対面交通4車線の場合

$C_D=C_L \times$(サービス水準による低減率)
$=\{220,000/(100+0.7 \cdot T)\} \times 0.69$
$=151,800/(100+0.7 \cdot T)$　(台/h/車線)

C_D：設計交通容量　(台/h/車線)
C_L：可能交通容量　(台/h/車線),
対面交通2車線の場合：$C_L=250,000/(100+0.7 \cdot T)$ (台/h/車線)
対面交通4車線の場合：$C_L=220,000/(100+0.7 \cdot T)$ (台/h/車線)
(サービス水準による低減率)：M/Pで，HCMにおける”サービス水準 C”の0.69を適用

c)　設計基準交通容量

・　対面交通2車線の場合

$C=C_D \times 100/K$
$=172,500/\{(100+0.7 \cdot T)\} \times 100/10$
$=1,725,000/(100+0.7 \cdot T)$　(台/h)

・　対面交通4車線の場合

$C=C_D \times \{5,000/(K \cdot D)\} \times N$
$=151,800/(100+0.7 \cdot T) \times \{5,000/(10 \times 50)\} \times N$
$=1,518,000/(100+0.7 \cdot T) \times N$　(台/h)

C　：設計基準交通容量　(台/h)
C_D：設計交通容量　(台/h/車線),
対面交通2車線の場合：$C_D=172,500/(100+0.7 \cdot T)$ (台/h/車線)
対面交通4車線の場合：$C_D=151,800/(100+0.7 \cdot T)$ (台/h/車線)
K　：年平均日交通量に対する30番目時間交通量の比率，　K=10%
D　：重方向率，　D=50%
N　：車線数

以上の手順にしたがって，設計基準交通容量を求め，区間交通量とを比較し，車線数の検討を行った。

その比較をまとめたものが表8.1.1および図8.1.1である

表 8.1.1　車線数の検討(2020年)

ICおよびJCT	配分実台数(台／日)					大型車混入率(%)	設計基準交通量(台／日)	
	小中型貨物車	大型貨物車	小型乗用車	大型乗用車	全車種		(2車線)	(4車線)
蕭山JCT　～ 蕭山IC	19,715	7,557	8,391	1,719	37,382	24.81	14,697	51,734
蕭山IC　～ 蕭山南JCT	17,458	6,834	8,920	1,980	35,192	25.05	14,677	51,663
蕭山南JCT　～ 臨浦IC	18,587	7,698	9,457	2,339	38,081	26.36	14,563	51,262
臨浦IC　～ 大橋IC	17,759	7,447	9,158	2,263	36,627	26.51	14,550	51,216
大橋IC　～ 三都IC	17,710	7,426	9,133	2,257	36,526	26.51	14,550	51,216
三都IC　～ 平閣IC	16,672	7,170	7,133	2,152	33,127	28.14	14,411	50,728
平閣IC　～ 鄭家塢IC	18,199	7,706	8,447	2,291	36,643	27.28	14,484	50,983
鄭家塢IC　～ 浦江IC	17,996	7,632	8,363	2,261	36,252	27.29	14,483	50,981
浦江IC　～ 義烏IC	20,465	8,167	10,660	2,385	41,677	25.32	14,653	51,579
義烏IC　～ 上渓IC	13,695	6,366	5,300	1,188	26,549	28.45	14,385	50,635
上渓IC　～ 鞋塘IC	14,706	6,721	5,657	1,305	28,389	28.27	14,400	50,689
鞋塘IC　～ 金華JCT	15,405	7,464	5,659	1,699	30,227	30.31	14,230	50,091
金華JCT　～ 金華IC	16,682	8,820	6,435	1,663	33,600	31.20	14,158	49,836
金華IC　～ 蘭渓IC	15,523	8,128	6,358	1,313	31,322	30.14	14,245	50,141
蘭渓IC　～ 羅埠IC	15,136	7,808	5,601	1,261	29,806	30.43	14,221	50,058
羅埠IC　～ 龍游IC	14,849	7,576	5,251	1,222	28,898	30.45	14,220	50,053
龍游IC　～ 衢州東IC	15,104	7,376	6,500	1,344	30,324	28.76	14,360	50,546
衢州東IC　～ 衢州西IC	11,361	5,510	3,821	1,087	21,779	30.29	14,232	50,098

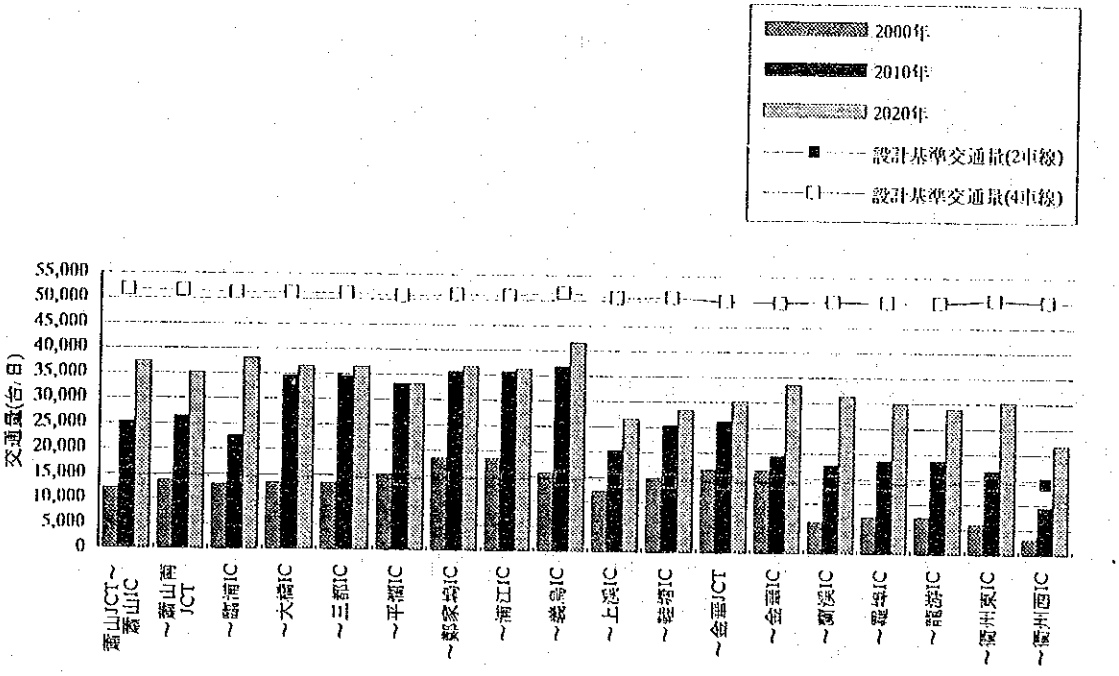


図 8.1.1　計画交通量(2020年)と交通容量

これらによると，計画初年次(2000年)では，鄭家塢IC～金華IC間を除いて，対面通行2車線で交通容量は満足するが，2010年では殆ど満足しないこととなっている。

したがって計画路線における計画目標年次(2020年)の計画交通量(26,000~41,000台/日)に対する車線数を4車線の計画とする。

なお，参考までに2000年，2010年および2020年における車線数の検討を資料編のA 8.1に示すものとする。

2) 標準横断面構成

図8.1.2に標準横断構成を示す。

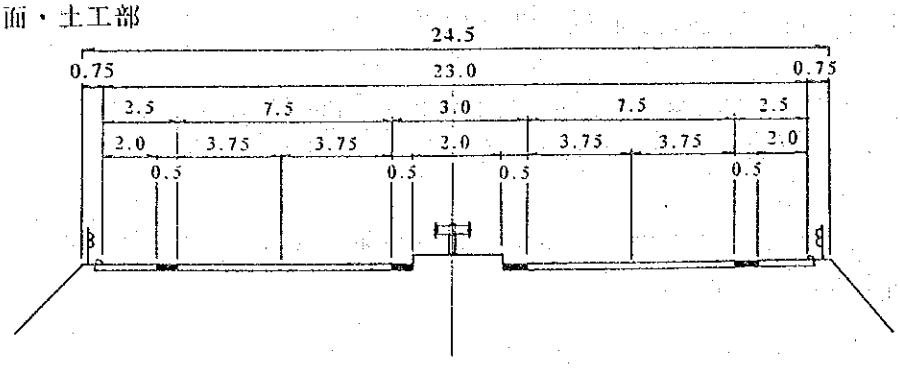
(3) 建築限界

建築限界は図8.1.3に示すとおりである。

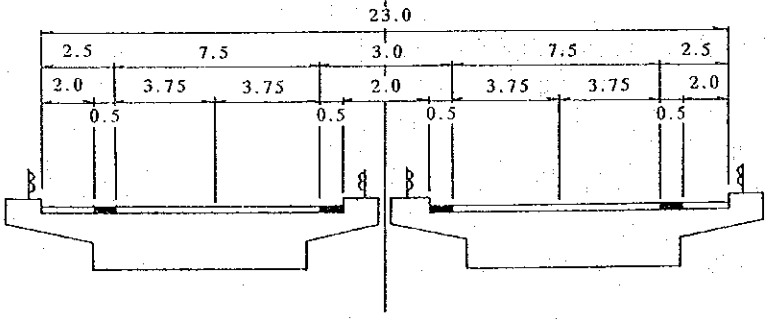
(4) 幾何構造基準

本線幾何構造の主要項目について，設定した基準を表8.1.2に示す。

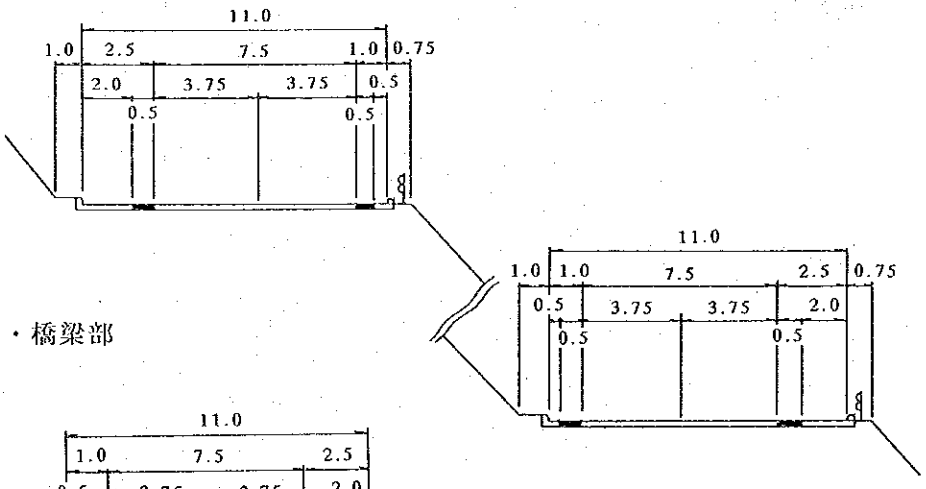
①単一断面・土工部



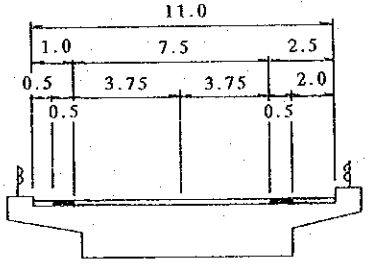
②単一断面・橋梁部



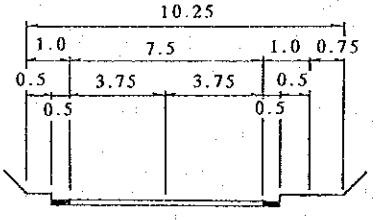
③分離断面・土工部



④分離断面・橋梁部



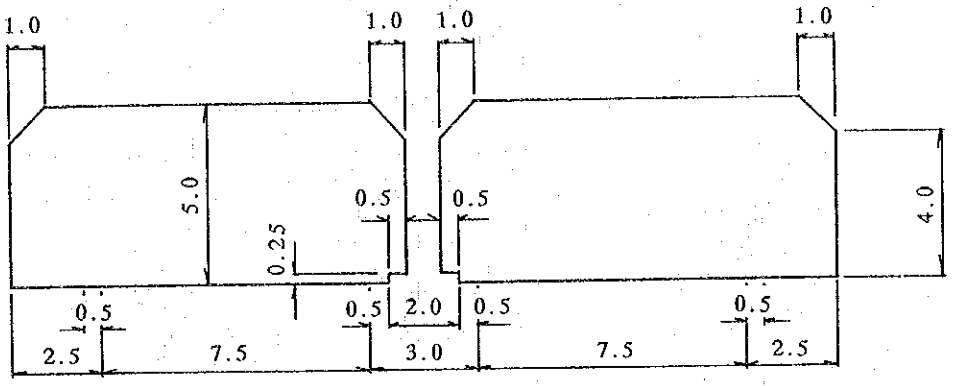
⑤分離断面・トンネル部



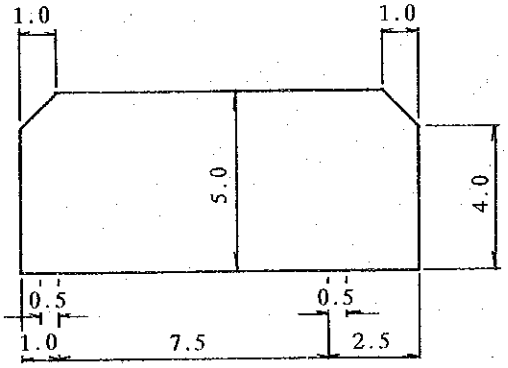
※監視員通路は走行車線側に設ける。

図 8.1.2　横断構成	中華人民共和国 浙江省幹線道路網計画調査

単一断面



分離断面



トンネル

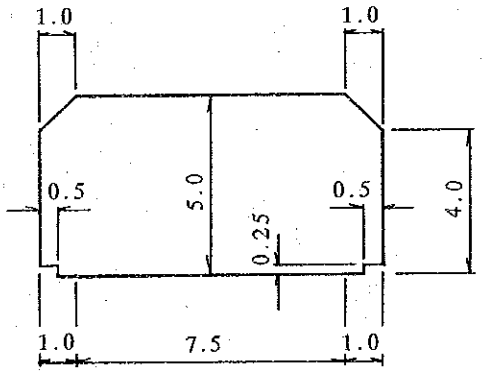


図 8.1.3　建築限界	中華人民共和国 浙江省幹線道路網計画調査

表 8.1.2　本線幾何構造基準

項　目				単位	採用値	摘　要
設計速度				km/h	100	
停止視距				m	160以上	
平面線形	最小曲線半径		極限値	m	400	
			一般値	m	700	
	最小緩和曲線長			m	85	
	緩和曲線を省略できる最小曲線半径			m	4,000	
縦断線形	最急縦断勾配			%	3以下	制限長なし
				%	4	制限長700m
	最緩縦断勾配			%	0.3	
	最小縦断曲線半径	凸形	一般値	m	10,000	
			極限値	m	6,500	
		凹形	一般値	m	4,500	
			極限値	m	3,000	
	最小縦断曲線長			m	85	
横断勾配	標準横断勾配			%	2.0	
	逆片勾配を許す限界平面曲線半径			m	5,000	解説1)

解説1)　平面曲線半径がかなり大きくなると，車は遠心力に対して路面とタイヤの摩擦だけで十分対抗できるようになり，仮に逆の片勾配(2%)を付けても車両走行に支障を来たさないようになる。この時の平面曲線半径を，「逆片勾配を許す限界平面曲線半径」として，「設計要領」では基準を設けている。この適用例としては，前後の平面線形との組み合わせ，あるいは路面排水処理の面から，不必要な路面のねじれをなくす目的で使用されることが多い。

8.1.2 インターチェンジ

道路を立体交差とする場合は，交差接続する道路相互を連結する道路(ランプ)を設ける必要があり，これらの方向別ランプの集合体を総称してインターチェンジと呼んでいる。また，広義のインターチェンジは，そこで交差接続する道路の種別に応じて次のように分類される。

ジャンクション　：高速道路(自動車専用道路)相互をランプを介して直接接続する。

インターチェンジ：高速道路と一般道路または一般道路相互をランプを介して接続する。

本調査では，このジャンクションおよびインターチェンジの両者について，その主要な幾何構造基準を設定する。

(1)　インターチェンジ区間の本線線形

本線の設計速度が100km/hのとき，インターチェンジ区間の本線線形は，表8.1.3に示す条件を満足しなければならない。

表 8.1.3　インターチェンジ区間の本線線形

項　　目		本線の設計速度
		100km/h
平面曲線半径 (m以上)	標準	1,500
	特例	1,000
最小縦断曲線半径 凸形 (m以上)	標準	25,000
	特例	15,000
最小縦断曲線半径 凹形 (m以上)	標準	12,000
	特例	8,000
本線の最急縦断勾配 (%)	標準	2
	特例	3

(2)　設計速度

幾何構造基準を設定するにあたっては，まず第一に幾何構造を決定づける設計速度を定めなければならない。

ジャンクションおよびインターチェンジのランプ設計速度は，「設計要領」では本線の設計速度およびジャンクション，インターチェンジの出入交通量に応じて表8.1.4および表8.1.5に示すように定めている。

表 8.1.4　ジャンクションの設計速度

出入交通量 (台/日)	本線の設計速度 100km/h
20,000　以上	80・60
20,000　未満 10,000　以上	60・50
10,000　未満	60・50

注1)ジャンクションの場合，本線の設計速度とは接続する側の設計速度を示す。
注2)ループランプを用いる場合は，表にかかわらず40km/hまで低減できる。

表 8.1.5　インターチェンジの設計速度

出入交通量 (台/日)	本線の設計速度 100km/h
10,000　以上	40
10,000　未満 5,000　以上	40
5,000　未満	35

本調査では，この基準を参考に以下のようにランプ設計速度を定めることとする。

ジャンクションについては，本調査では蕭山ジャンクション1箇所のみである。この出入交通量は2020年の推計で20,000台/日を越えており，また，接続する高速道路相互の設計速度が100km/hと120km/hと比較的高いことから，ランプの設計速度は本線の設計速度に極力近い値を採用し，交通の円滑性，走行の安全性に配慮した設計をすべきである。このことから，ランプの設計速度は80km/hを採用する。

インターチェンジについては，出入交通量によって設計速度を40km/hから35km/hに落とすことが考えられるが，出入交通量が少ないインターチェンジにあっては，設計速度を落とすことより，むしろインターチェンジの型式を簡略化するなど基本計画を見直すことが経済性に寄与する。したがって，インターチェンジの周囲に絶対的なコントロールポイントがあるなど，特に用地上等の制約条件がない限りできるだけ大きな設計量を採り，安全性・円滑性・快適性等を確保した設計をするべきである。このことから，インターチェンジのランプ設計速度は全インターチェンジ40km/hを採用する。

(3) ランプの横断構成

1) ランプの車線数

ランプの車線数の検討を行なうにあたっては，中国の方法を確認したが不明であったため，日本の方法で行なうこととした。

前節”5.3 交通量配分結果”により求められたインターチェンジ出入交通量を基に計画目標年次(2020年)のインターチェンジ方向別出入交通量を作成し，さらにランプ本体の設計交通容量および本線への流出入部の設計交通容量を求め，それらの比較を行うことによりランプの車線数の検討を行った。

a) インターチェンジ方向別出入交通量(2020年)

インターチェンジ方向別出入交通量(2020年)を別途作成し，図8.1.4に示す。

b) インターチェンジの設計交通量

DHV(片側)=ADT(両側)×K×D

DHV(片側)：方向別設計時間交通量，(台/h)
ADT(両側)：両方向合計年平均日交通量(交通需要予測に基づく日交通量)，(台/日)
K ：ADTに対する30番目時間交通量の比率，K=10%
D ：重方向率，D=50%

c) ランプ本体の設計交通容量

1車線ランプの設計交通容量は次に示すとおりとする。

・ インターチェンジランプ：1,200台/h (乗用車)
・ ジャンクションランプ　：1,500台/h (乗用車)

ただし，下表のとおり大型車混入率による容量低減を考慮する。

表8.1.6大型車混入率による容量低減率

大型車混入率(%)	10	20	30	40	50	60
容量低減率	0.88	0.81	0.77	0.74	0.72	0.71

d) 本線への流出入部の設計交通容量

本線への流出入部の設計交通容量はHCMに基づき，次の2ケースについて検討を行うものとした。

・ 流入ランプ接続部の設計交通容量(片側2車線の本線に流入する1車線ランプの接続部)

Cr=1.13×CD-154-0.39×Qf.....(A)
Cr=2×CD-Qf.....(B)

※ 上記の値の小さいほうを採用する。

・ 流出ランプ接続部の設計交通容量(片側2車線の本線より流出する1車線ランプの接続部)

Cr=1.92×CD-317-0.66×Qf.....(C)

Cr：ランプ流入部の設計交通容量，(台/h)
CD：本線1車線当たり設計交通容量，(台/h)
Qf：本線片側合計交通量，(台/h)

以上の手順により，各インターチェンジおよびジャンクションの設計交通量と，ランプ本体の設計交通容量および本線への流出入部の設計交通容量との比較についてまとめたものが表8.1.7～表8.1.9である。

これらによると各々のインターチェンジにおけるランプ車線数は，ランプ本体の設計交通容量や本線への流出入部の設計交通容量からみても1車線で十分満足する。

したがって各インターチェンジおよびジャンクションにおける計画目標年次(2020年)におけるランプの車線数は1車線として計画するものとする。

2) 標準横断構成

ジャンクションおよびインターチェンジのランプ標準横断構成を，図8.1.5に示す。

(4) ランプの建築限界

ジャンクションおよびインターチェンジのランプ建築限界を，図8.1.6に示す。

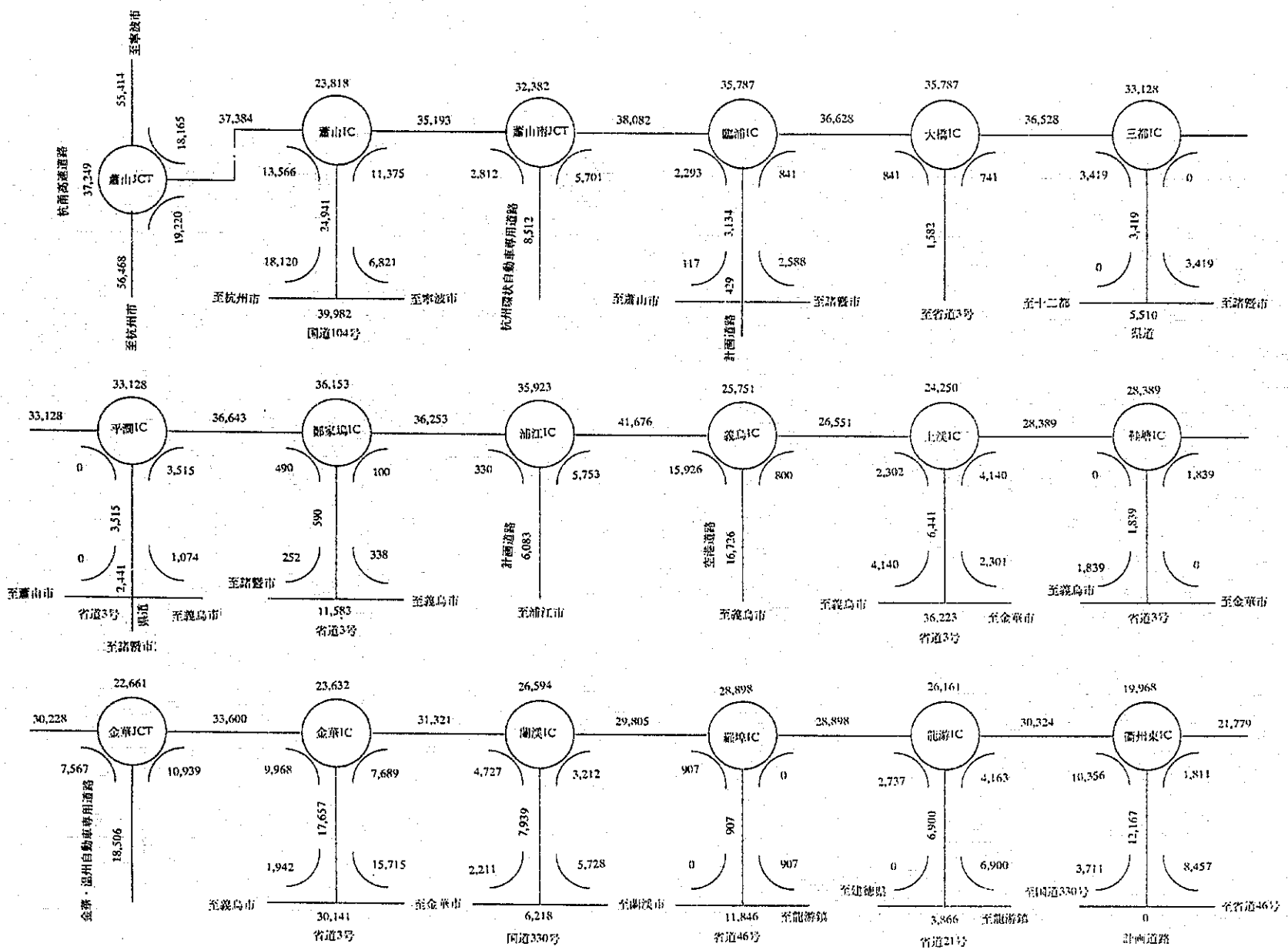


図 8.1.4　インターチェンジ方向別出入交通量(2020年：全車：台/日)

表 8.1.7　ランプ本体の設計交通容量(高速道路側) (2020年)

IC、JCT	方向	配分実台数(台／日) 小中型貨物車	大型貨物車	小型乗用車	大型乗用車	全車種	大型車混入率	計画交通量 DHV(片側)(台/h)	設計交通容量(一方向)(台/h)	必要車線数
蕭山JCT	杭州市方面	10,136	3,885	4,314	884	19,220	24.81	961	1,186	1車線
	寧波市方面	9,580	3,672	4,077	835	18,165	24.81	908	1,186	1車線
蕭山IC	蕭山JCT方面	7,143	2,760	3,021	641	13,566	25.07	678	948	1車線
	衢州西IC方面	5,990	2,314	2,534	538	11,375	25.07	569	948	1車線
蕭山南JCT	蕭山JCT方面	1,565	654	422	171	2,812	29.35	141	927	1車線
	衢州西IC方面	3,173	1,325	855	348	5,701	29.35	285	927	1車線
臨浦IC	蕭山JCT方面	1,421	354	409	109	2,293	20.17	115	971	1車線
	衢州西IC方面	521	130	150	40	841	20.17	42	971	1車線
大橋IC	蕭山JCT方面	521	130	150	40	841	20.18	42	909	1車線
	衢州西IC方面	459	114	132	35	741	20.18	37	971	1車線
三都IC	蕭山JCT方面	1,036	252	2,027	104	3,419	10.41	171	1,053	1車線
	衢州西IC方面	0	0	0	0	0	0.00	0	1,200	1車線
平閣IC	蕭山JCT方面	0	0	0	0	0	0.00	0	1,200	1車線
	衢州西IC方面	1,549	556	1,260	149	3,515	20.06	176	972	1車線
鄭家塢IC	蕭山JCT方面	182	154	143	11	490	33.73	25	911	1車線
	衢州西IC方面	37	32	29	2	100	33.73	5	911	1車線
浦江IC	蕭山JCT方面	153	30	140	7	330	11.32	17	1,045	1車線
	衢州西IC方面	2,664	526	2,438	126	5,753	11.32	288	1,045	1車線
義烏IC	蕭山JCT方面	7,194	2,013	5,492	1,226	15,926	20.34	796	970	1車線
	衢州西IC方面	361	101	276	62	800	20.34	40	970	1車線
上溪IC	蕭山JCT方面	1,088	671	309	234	2,302	39.32	115	890	1車線
	衢州西IC方面	1,957	1,208	555	420	4,140	39.32	207	890	1車線
鞋塘IC	蕭山JCT方面	0	0	0	0	0	0.00	0	1,200	1車線
	衢州西IC方面	1,011	355	357	116	1,839	25.61	92	945	1車線
金華JCT	蕭山JCT方面	3,172	2,651	990	753	7,567	44.99	378	1,095	1車線
	衢州西IC方面	4,586	3,833	1,432	1,089	10,939	44.99	547	1,095	1車線
金華IC	蕭山JCT方面	4,544	2,199	2,608	617	9,968	28.25	498	932	1車線
	衢州西IC方面	3,505	1,696	2,012	476	7,689	28.25	384	932	1車線
蘭溪IC	蕭山JCT方面	2,197	1,235	1,102	194	4,727	30.21	236	923	1車線
	衢州西IC方面	1,493	839	749	132	3,212	30.21	161	923	1車線
羅埠IC	蕭山JCT方面	286	231	350	40	907	29.88	45	925	1車線
	衢州西IC方面	0	0	0	0	0	0.00	0	1,200	1車線
龍游IC	蕭山JCT方面	889	538	1,191	119	2,737	24.03	137	953	1車線
	衢州西IC方面	1,352	819	1,811	182	4,163	24.03	208	953	1車線
衢州東IC	蕭山JCT方面	4,643	2,509	2,802	402	10,356	28.11	518	933	1車線
	衢州西IC方面	812	439	490	70	1,811	28.11	91	933	1車線

表 8.1.8　ランプ本体の設計交通容量(一般道路側) (2020年)

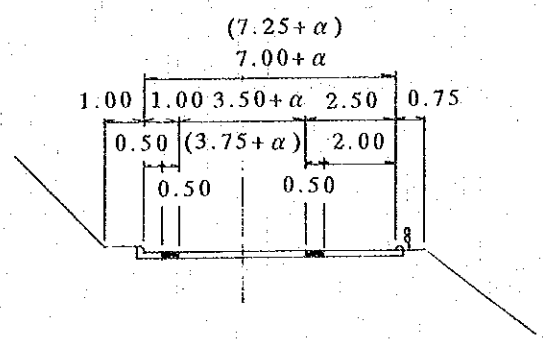
IC、JCT	方向	配分実台数(台／日) 小中型貨物車	大型貨物車	小型乗用車	大型乗用車	全車種	大型車混入率	計画交通量(一方向)(台/h)	可能交通容量(一方向)(台/h)	必要車線数
蕭山IC	杭州市方面	9,541	3,686	4,036	857	18,120	25.07	906	948	1車線
	寧波市方面	3,592	1,388	1,519	322	6,821	25.07	341	948	1車線
臨浦IC	全方面	1,943	483	559	149	3,134	20.17	157	971	1車線
大橋IC	全方面	980	244	282	75	1,582	20.18	79	971	1車線
三都IC	全方面	1,036	252	2,027	104	3,419	10.41	171	1,053	1車線
平閣IC	全方面	1,549	556	1,260	149	3,515	20.06	176	972	1車線
鄭家塢IC	全方面	219	186	172	13	590	33.73	30	911	1車線
浦江IC	全方面	2,817	556	2,578	133	6,083	11.32	304	1,045	1車線
義烏IC	全方面	7,555	2,114	5,768	1,288	16,726	20.34	836	970	1車線
上溪IC	全方面	3,045	1,879	864	654	6,441	39.32	322	890	1車線
鞋塘IC	全方面	1,011	355	357	116	1,839	25.61	92	945	1車線
金華IC	義烏市方面	885	428	508	120	1,942	28.25	97	932	1車線
	金華市方面	7,164	3,467	4,112	973	15,715	28.25	786	932	1車線
蘭溪IC	全方面	3,690	2,074	1,850	325	7,939	30.21	397	923	1車線
羅埠IC	全方面	286	231	350	40	907	29.88	45	925	1車線
龍游IC	全方面	2,241	1,357	3,002	301	6,900	24.03	345	953	1車線
衢州東IC	全方面	5,455	2,948	3,292	472	12,167	28.11	608	933	1車線

表 8.1.9　本線への流出入部の設計交通容量

IC, JCT	方　面	ランプの設計交通量		本線部設計交通量			本線一車線当たり設計交通容量	ランプ流入部の交通容量：Cr			ランプ流出部の交通容量：Cr	
		ADT (両側)	DHV (片側)	両側	片側	大　型　車		(A) 式	(B) 式	最小Crとの比較	(C) 式	Crとの比較
		(台/日)	C　(台/h)	(台/日)	Qf　(台/h)	混入率(%)	Cd　(台/h)	(台/h)	(台/h)	による車線数	(台/h)	による車線数
蕭山JCT	杭州市方面	19,220	961	37,249	1,862	24.81	1,874	1,238	1,886	1車線	2,053	1車線
	寧波市方面	18,165	908	37,249	1,862	24.81	1,874	1,238	1,886	1車線	2,053	1車線
蕭山IC	蕭山JCT方面	13,566	678	23,818	1,191	24.81	1,873	1,498	2,555	1車線	2,493	1車線
	衢州西IC方面	11,375	569	23,818	1,191	25.05	1,873	1,498	2,555	1車線	2,493	1車線
蕭山南JCT	蕭山JCT方面	2,812	141	32,382	1,619	25.05	1,865	1,321	2,110	1車線	2,194	1車線
	衢州西IC方面	5,701	285	32,382	1,619	26.36	1,865	1,321	2,110	1車線	2,194	1車線
鹽浦IC	蕭山JCT方面	2,293	115	35,787	1,789	26.36	1,856	1,246	1,924	1車線	2,066	1車線
	衢州西IC方面	841	42	35,787	1,789	26.51	1,856	1,246	1,924	1車線	2,066	1車線
大橋IC	蕭山JCT方面	841	42	35,787	1,789	26.51	1,856	1,245	1,922	1車線	2,065	1車線
	衢州西IC方面	741	37	35,787	1,789	26.51	1,856	1,245	1,922	1車線	2,065	1車線
三都IC	蕭山JCT方面	3,419	171	33,128	1,656	26.51	1,847	1,287	2,037	1車線	2,136	1車線
	衢州西IC方面	0	0	33,128	1,656	28.14	1,847	1,287	2,037	1車線	2,136	1車線
平澗IC	蕭山JCT方面	0	0	33,128	1,656	28.14	1,843	1,282	2,029	1車線	2,128	1車線
	衢州西IC方面	3,515	176	33,128	1,656	27.28	1,843	1,282	2,029	1車線	2,128	1車線
鄭家塢IC	蕭山JCT方面	490	25	36,153	1,808	27.28	1,847	1,228	1,887	1車線	2,037	1車線
	衢州西IC方面	100	5	36,153	1,808	27.29	1,847	1,228	1,887	1車線	2,037	1車線
浦江IC	蕭山JCT方面	330	17	35,923	1,796	27.29	1,858	1,245	1,920	1車線	2,065	1車線
	衢州西IC方面	5,753	288	35,923	1,796	25.32	1,858	1,245	1,920	1車線	2,065	1車線
義烏IC	蕭山JCT方面	15,926	796	25,751	1,288	25.32	1,852	1,436	2,416	1車線	2,388	1車線
	衢州西IC方面	800	40	25,751	1,288	28.45	1,852	1,436	2,416	1車線	2,388	1車線
上溪IC	蕭山JCT方面	2,302	115	24,250	1,213	28.45	1,836	1,447	2,459	1車線	2,407	1車線
	衢州西IC方面	4,140	207	24,250	1,213	28.27	1,836	1,447	2,459	1車線	2,407	1車線
茅塘IC	蕭山JCT方面	0	0	28,389	1,419	28.27	1,826	1,355	2,232	1車線	2,251	1車線
	衢州西IC方面	1,839	92	28,389	1,419	30.31	1,826	1,355	2,232	1車線	2,251	1車線
金華JCT	蕭山JCT方面	7,567	378	22,661	1,133	30.31	1,810	1,450	2,487	1車線	2,411	1車線
	衢州西IC方面	10,939	547	22,661	1,133	31.20	1,810	1,450	2,487	1車線	2,411	1車線
金華IC	蕭山JCT方面	9,968	498	23,632	1,182	31.20	1,811	1,432	2,441	1車線	2,381	1車線
	衢州西IC方面	7,689	384	23,632	1,182	30.14	1,811	1,432	2,441	1車線	2,381	1車線
蘭溪IC	蕭山JCT方面	4,727	236	26,594	1,330	30.14	1,815	1,379	2,301	1車線	2,291	1車線
	衢州西IC方面	3,212	161	26,594	1,330	30.43	1,815	1,379	2,301	1車線	2,291	1車線
羅埠IC	蕭山JCT方面	907	45	28,898	1,445	30.43	1,814	1,332	2,182	1車線	2,211	1車線
	衢州西IC方面	0	0	28,898	1,445	30.45	1,814	1,332	2,182	1車線	2,211	1車線
龍游IC	蕭山JCT方面	2,737	137	26,161	1,308	30.45	1,822	1,395	2,337	1車線	2,319	1車線
	衢州西IC方面	4,163	208	26,161	1,308	28.76	1,822	1,395	2,337	1車線	2,319	1車線
衢州東IC	蕭山JCT方面	10,356	518	19,968	998	28.76	1,823	1,517	2,648	1車線	2,525	1車線
	衢州西IC方面	1,811	91	19,968	998	30.29	1,823	1,517	2,648	1車線	2,525	1車線

①ジャンクション・インターチェンジ

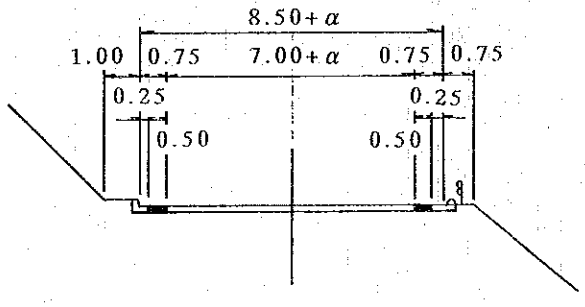
1方向1車線ランプ



(　)内はジャンクションの場合を表わす。

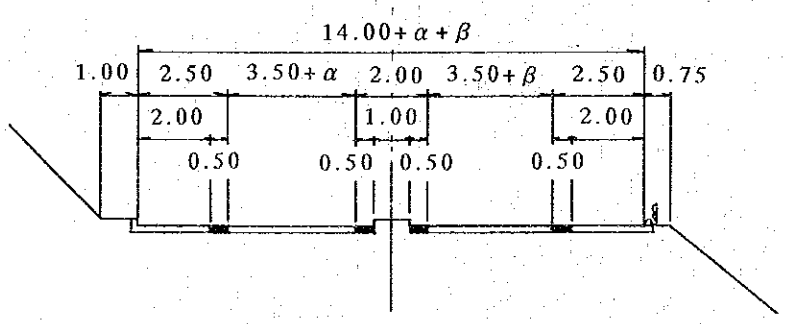
②インターチェンジ

1方向2車線・2方向非分離2車線ランプ



③インターチェンジ

2方向分離2車線ランプ

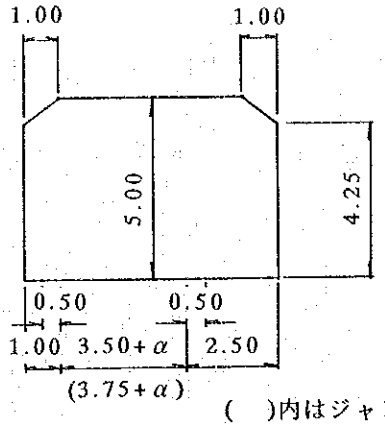


α，β：拡幅量

図 8.1.5　ジャンクション・インターチェンジのランプ横断構成	中華人民共和国 浙江省幹線道路網計画調査

①ジャンクション・インターチェンジ

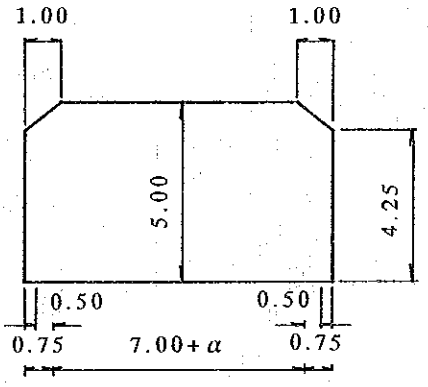
1方向1車線ランプ



( )内はジャンクションの場合を表わす。

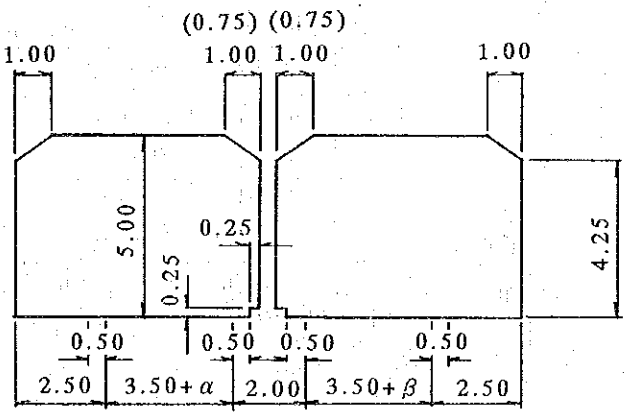
②インターチェンジ

1方向2車線・2方向非分離2車線ランプ



③インターチェンジ

2方向分離2車線ランプ



α, β: 拡幅量

図 8.1.6 ジャンクション・インターチェンジのランプ建築限界	中華人民共和国 浙江省幹線道路網計画調査

(5)　幾何構造基準

ジャンクションおよびインターチェンジ幾何構造の主要項目について，設定した基準を表8.1.10に示す。

なお，ジャンクションの幾何構造基準は，「設計要領」に基づき設定した。

表 8.1.10　インターチェンジ幾何構造基準

項　　目				単位	ジャンクション	インターチェンジ	摘　要
設計速度				km/h	80	40	
車線幅員				m	3.75	3.50	
停止視距				m	110	45	
平面線形	最小曲線半径		一般値	m	280	60	
			極限値	m	230	50	
	緩和曲線の最小パラメーター			m	140	35	
	緩和曲線を省略できる最小曲線半径			m	800	150	
縦断曲線	最急縦断勾配			%	4	6	
	最小縦断曲線半径	凸形	一般値	m	4,500	1,500	
			極限値	m	3,000	800	
		凹形	一般値	m	3,000	800	
			極限値	m	2,000	500	
	最小縦断曲線長			m	100	40	
横断勾配	標準横断勾配			%	2.0	2.0	
	逆片勾配を許す限界平面曲線半径			m	3,500	1,000	
変速車線	減速車線長		1車線	m	(100)　90	90	
			2車線	m	(150)　130	130	
	加速車線長		1車線	m	(200)　180	180	
			2車線	m	(300)　260	260	
	テーパー長		1車線	m	(70)　60	60	
	流出角	1車線・2車線			1/25	1/25	
	流入角	1車線・2車線			1/40	1/40	

注)変速車線の(　)内数値は，本線の設計速度が120km/hの場合を表わす。

8.1.3　休憩施設

サービスエリア，パーキングエリアなど休憩施設の幾何構造設計基準は，インターチェンジの基準を適用する。

8.2　交差基準

高速道路と道路，鉄道および河川等との交差部は，すべて立体交差となることから，交差構造の計画にあたっては，各交差施設の建築限界等を確保する必要がある。

各交差施設の建築限界等は次のとおりとする。

8.2.1 道路

道路の建築限界は「公路工程技術標準」による。ただし，郷村道路，人道およびトラジ道の建築限界については，表8.2.1に示すとおりとする。

表 8.2.1　郷村道路等の建築限界

種　別	高さ(m)	幅(m)
郷村道路	3.5	4.0
歩　　道	2.2	4.0
トラジ道	2.7	4.0

8.2.2 鉄道

鉄道の建築限界は，図8.2.1に示すとおりとする。

計画路線と交差する鉄道杭甫線，浙かん線および金嶺線は，すべて現在は蒸気およびディーゼル機関で運行されており，現時点では将来の電化の計画はないようであるが，動力系の違いによる建築限界の差は，電気系の方が高さ方向でわずかに0.55m大きいだけであり，長期的展望に立って判断すれば，電化に対応できる建築限界を確保しておくことが望ましい。したがって，本調査では電気動力系の建築限界を適用することとした。

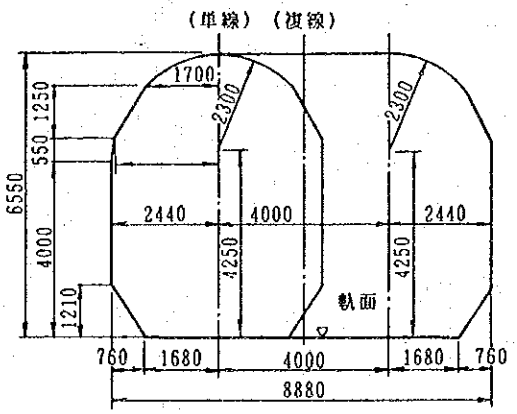


図 8.2.1　鉄道の建築限界

8.2.3 河川

ここで取扱う基準は，通航河川・運河の航路限界と非通航水路のクリアランスについてである。

(1) 通航河川・運河の航路限界

通航河川・運河の航路限界は「内河通航標準」(1991，中華人民共和国交通部)による。これによれば，河川・運河を通航する船隊の駁船(艀のことをいう。)のトン級と船隊寸法に対応した航道等級を設定し，この航道等級ごとに航路限界を定めている。

表8.2.2は航道等級区分を示したものであり，表8.2.3は各航道等級に対する航路限界を示したものである。

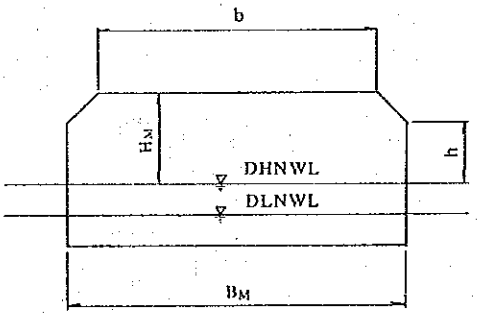
表 8.2.2 航道等級区分

航道等級	駁船トン級(t)	船型寸法 (m)			船隊寸法 (m)			
		総長	幅	設計吃水	区分	長さ	幅	吃水
Ⅳ	500	45	10.8	1.6	(1)	160	21.6	1.6
					(2)	112	21.6	1.6
					(3)	109	10.8	1.6
Ⅴ	300	35	9.2	1.3	(1)	125	18.4	1.3
					(2)	89	18.4	1.3
					(3)	87	9.2	1.3
Ⅵ	100	26	5.2	1.8	(1)	361	5.5	2.0
		32	7	1.0	(2)	154	14.6	1.0
		32	6.2	1.0	(3)	65	6.5	1.0
		30	6.4(7.5)	1.0	(4)	74	6.4(7.5)	1.0
Ⅶ	50	21	4.5	1.75	(1)	273	4.8	1.75
		23	5.4	0.8	(2)	200	5.4	0.8
		30	6.2	0.7	(3)	60	6.5	0.7

表 8.2.3　航道等級別の航路限界

航道等級	天然および渠化河川 (m)				人工河道 (m)			
	高さ		幅		高さ		幅	
	H_M	h	B_M	b	H_M	h	B_M	b
Ⅳ-(1)		4.0	60	50				
Ⅳ-(2)	8	4.0	50	41	8	3.5	80	66
Ⅳ-(3)		5.0	35	29		4.0	45	37
Ⅴ-(1)	8	4.0	46	38				
Ⅴ-(2)		4.5	38	31	8	3.5	75～77	62
Ⅴ-(3)	8, 5	5.5, 3.5	28～30	25	8, 5	5.0, 3.5	38	32
Ⅵ-(1)					4.5	3.4	18～22	14～17
Ⅵ-(2)	4.5	3.4	22	17				
Ⅵ-(3)	6	4.0	18	14	6	3.6	25～30	19
Ⅵ-(4)						3.4	28～30	21
Ⅶ-(1)					3.5	2.8	18	14
Ⅶ-(2)	3.5	2.8	14	11				
Ⅶ-(3)	4.5	2.8	18	14	4.5	2.8	25～30	19

※　表中の寸法記号は下図に対応する。



DHNWL:設計最高通航水位 DLNWL:設計最低通航水位

(2)　非通航水路のクリアランス

非通航水路のクリアランスについては「公路橋涵設計通用規範」(1989, 中華人民共和国交通部)に次のとおり示されおり，このうち梁底を基準としたクリアランスを確保する。

表 8.2.4　非通航水路のクリアランス

基準となる橋梁部分	設計水位からのクリアランス(m)
梁　底	0.50
承座面	0.25
アーチ橋脚	0.25

8.3 構造設計基準

8.3.1 土工

「設計規定」では土工構造(中国ではこれを「路基」と言う。)の設計は，中国交通部で定めている「公路路基設計規範」を遵守するものとしている。この設計規範には土工の横断面形状，盛土の使用材料と施工方法，法面工および表面・地下排水工等の標準的な基準が定められている。

本調査では，この「公路路基設計規範」と「設計要領」に基づき，道路の土工構造に関する基本的な項目について，その設計基準を設定する。

(1) 土工部の構成

土工部の標準構成は，図8.3.1に示すとおりとする。

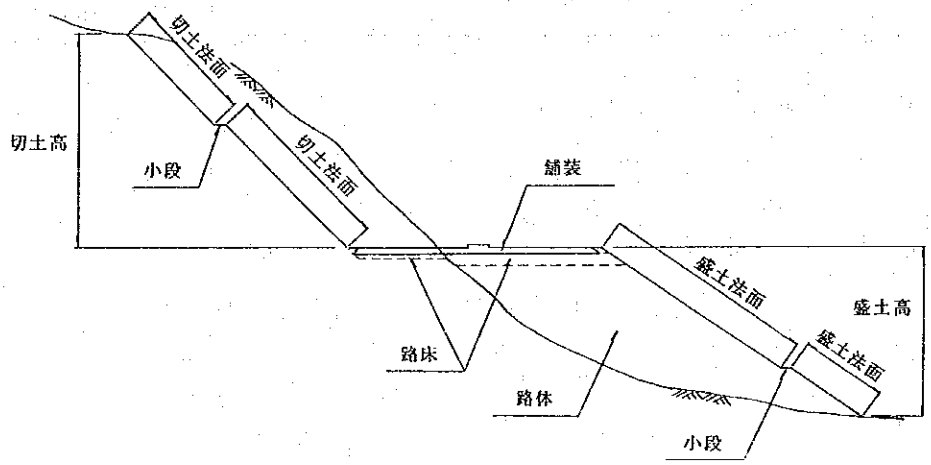


図 8.3.1 土工部の標準構成

(2) 路床

「公路路基設計規範」では路床と路体の名称区分は存在しないが，盛土施工の場合，路床上に設けた仮排水溝の底面より深さ80cmまでと，それ以深とでは盛土の圧密度を変えており，前者は圧密度95%以上，後者は圧密度90%以上としている。また，切土の場合は，路床上に設けた仮排水溝の底面より深さ30cmまでの圧密度を95%以上確保する基準を設定しており，この圧密度95%以上確保するべき土層が路床に該当すると考えられる。

そこで，路床については次の基準を設定する。

・ 盛土部の路床厚は80cmとする。

・ 切土部の路床厚は30cmとする。

(3) 法面勾配

・ 盛土法面勾配は，1:1.5～1:1.8を標準とするが，実際には盛土材料の試験結果等に基づき決定する。

・ 切土法面勾配は，一般的には1:0.3～1:1.5の範囲内で地山の土質によって選定されるが，実際には材料試験結果，切土高，視距の確保および景観等のさまざまな観点から検討し決定する。

(4) 小段

高盛土および長大切土(ともに高さが約10m以上)となる場合には，高さ6m～10mごとに法面の途中に幅1.5m～2.0mの小段を設ける必要がある。小段には，ここに排水施設，落石防護柵を設置するなどして法面の安定，本線交通の安全性を確保する機能や，法面の維持管理等の管理用通路として使用するなど，多目的な機能を有する。

・ 盛土高が10mを越える場合には，高さ7mごとに幅1.5mの小段を設置する。

・ 切土高が10mを越える場合には，高さ7mごとに幅1.5mの小段を設置する。

(5) 法面保護工

盛土・切土法面は，法面の安定と自然環境の保護および景観への配慮等から，緑化することを原則とする。

法面保護工として次の工種を選定する。

・ 盛土法面保護工には種散布工(注1)を適用する。

・ 切土法面保護工には種吹付工(注2)を適用する。

注1: 種散布工とは，種，肥料，ファイバーなどの材料を水に分散させ，ポンプを使用して法面に散布する工法である。

注2: 種吹付工とは，種，肥料，土などの吹付材料に水を加えて比較的硬練りの状態の泥状混合物とし，吹付機械を使用して法面に圧搾空気で吹付け，その後被覆養生を行う工法である。

8.3.2 舗装工

「設計規定」によれば，舗装設計は「公路柔性路面設計規範」(アスファルト舗装)または「公路水泥混凝土路面設計規範」(コンクリート舗装)に従うものとしている。したがって，本調査ではアスファルト舗装かコンクリート舗装かの適用を決定したうえで，これらの設計規範に従って舗装厚，使用材料等の検討を行うこととする。

なお，アスファルト舗装とコンクリート舗装の適用性の検討および舗装厚の検討，使用材料の選定等の具体的な設計は，材料調査の結果も踏まえて概略設計の段階で行う。

8.3.3 排水工

(1) 区分と機能

排水施設は大きく表面排水施設と地下排水施設に区分され，表面排水施設はさらに道路路面排水施設，法面排水施設および道路隣接地排水施設に区分される。これらの排水施設は次のような機能を有している。

道路路面排水施設 ： 路面に降った雨水等を路肩または中央分離帯に設けた排水施設により路面外へ排水する。

道路法面排水施設 ： 切土または盛土法面に降った雨水等を切土小段，盛土小段あるいは法尻に設けた排水施設により法面外へ排水する。

道路隣接地排水施設: 高速道路に接する地域に降った雨水等を用地境界沿いに設けた排水施設あるいは本線下を横断するボックスカルバート，パイプカルバート等により排水する。

地下排水施設 ： 地下水の低下や湧水処理を図る目的で切土部路肩，盛土部あるいは切土部と盛土部の切盛境などに設置する。

(2) 排水設計

表面排水施設の設計は，排水施設の重要度に応じて設定した確率降雨強度を用いて設計流出量を算定し，これを許容できる排水断面を計画する。

1) 降雨確率年

設計流出量の算定に用いる確率降雨強度は，排水施設の区分に対応して表8.3.1に示すとおりとする。

表 8.3.1　降雨確率年

区　分	降雨確率年
道路路面排水施設	5年
道路法面排水施設	15年
道路隣接地排水施設	100年

2)　確率降雨強度

確率降雨強度を求める式は「浙江省小橋涵設計暴雨洪水流量研究報告」(1984.1，浙江省交通設計院)に示されており，これに基づくものとする。ただし，降雨確率年100年についてはこの文献中に降雨強度図が示されており，これを利用することができる。(別添資料編A 7.3参照)

3)　設計流出量の算定

設計流出量の算定については，前項2)に記した文献中には経験式および理論式を合理的に適用するとされている。

4)　排水施設の計画

本調査で計画する排水施設は，主として本線を横断する函渠および管渠の小構造物であるが，設計流出量が大きい場合には本線橋梁の適用も考えられる。そこで，これらの構造の適用にあたっては次の考え方を標準とする。

①　設計流出量が，平地部で20 m^3/ sec以上および丘陵部で40 m^3/ sec以上の箇所は本線橋梁とする。

②　設計流出量が，平地部で3～20 m^3/ secおよび丘陵部で6～40m3/secの箇所は函渠とする。

このとき，函渠の内空は，平地部で3.0m×2.3mおよび丘陵部で4.5m×2.8mの2タイプを標準とする。

③　設計流出量が，平地部で3 m^3/ sec以下および丘陵部で6 m^3/ sec以下の箇所は管渠とする。

このとき，管渠の内径はφ1.5mを標準とする。

8.3.4 道路構造物工

道路構造物としての函渠，管渠および擁壁等の設計は，次の技術基準によるものとする。

- 「公路工程技術標準」（1989，中華人民共和国）
- 「公路橋涵設計通用規範」（1989，中華人民共和国）
- 「公路鋼筋混凝土及預応力混凝土橋涵設計規範」（1985，中華人民共和国）
- 「公路煉石及混凝土橋涵設計規範」（1985，中華人民共和国）
- 「公路橋涵地基及基礎設計規範」（1985，中華人民共和国）
- 「公路設計手冊 涵洞」（1977，人民交通出版社）

以上の基準より主要項目を列挙すれば，次のとおりである。

(1) 道路用函渠

郷村道（トラジ通道および人道）が高速道路を横断する場合には，「公路工程技術標準」第9.0.5条による次の建築限界を確保する必要がある。すなわち，函渠内の幅は4.0m以上であり，トラジ通道の高さは2.7m以上，人道の高さは2.2m以上である。

(2) 水路用函渠および管渠

函渠および管渠の断面寸法は流量より決定されるが，函渠および管渠内の天端と最高流水面との間の余裕高は「公路橋涵設計通用規範」第1.4.4条によれば，表8.3.2のとおりである。

表8.3.2 函渠種別による内空余裕高

函渠高 h (m)	円 管 渠	洪 函 渠	箱 函 渠
h≦3	≧ h/4	≧ h/4	≧ h/6
h＞3	≧0.75m	≧0.75m	≧0.50m

8.3.5 橋梁工

(1) 橋梁，函渠のスパン

「公路橋涵設計通用規範」第1.3.1条によれば，橋梁，函渠の分類は表8.3.3 のとおりである。本設計においても表8.3.3 の分類に従って設計を行うものとする。

表8.3.3　橋梁，函渠のスパン別分類

橋梁函渠分類	多径間延長L(m)	単径間L_0(m)
特　大　橋	$L \geqq 500$	$L_0 \geqq 100$
大　　橋	$100 \leqq L < 500$	$40 \leqq L_0 < 100$
中　　橋	$30 \leqq L < 100$	$20 \leqq L_0 < 40$
小　　橋	$8 \leqq L < 30$	$5 \leqq L_0 < 20$
涵　　洞	$L < 8$	$L_0 < 5$

(2)　自動車荷重

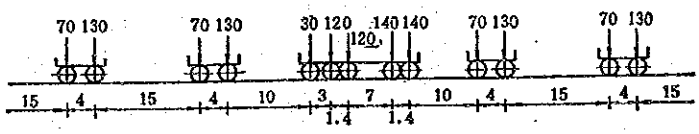
本計画道路は高速道路として計画されたものであるので，「公路橋涵設計通用規範」第2.1.4条の自動車荷重規定によれば，表8.3.4における公路等級の高速公路に該当する。したがって，高速道路に適用する自動車荷重としては，設計荷重は汽車－超20級，検算荷重は挂車－120となる。

表8.3.4　各級公路自動車荷重

公路等級	汽車専用公路			一般公路		
	高速公路	一	二	二	三	四
計算荷重	汽車－超20級	汽車－超20級 汽車－20級	汽車－20級	汽車－20級	汽車－20級	汽車－10級
検算荷重	挂車－120	挂車－120 挂車－100	挂車－100	挂車－100	挂車－100	履帯－50

高速道路の自動車荷重のうち設計荷重である汽車－超20級および検算荷重の挂車－120の車輪荷重は図8.3.2に示すとおりである。

汽車－超20級



挂車－120

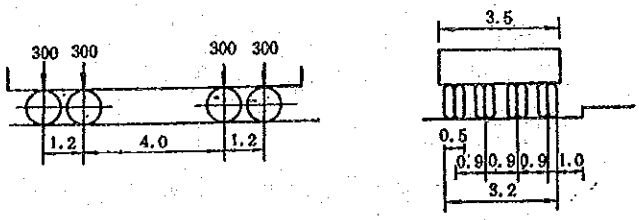


図8.3.2　輪荷重の載荷状態

(3) 地　震

中国では全土において，過去の地震記録を基にした地震烈度分布図（別添資料編A 8.2参照）が作成されている。これは地震時に地表面が受けた影響と破壊された程度を「烈度」によって表示しており，12段階に区分されている。構造物の耐震設計に用いる設計烈度は，この「烈度」により定められてる。

「公路工程抗震設計規範」（1990，中華人民共和国交通部）第1.0.8条によれば，基本烈度に対する水平地震係数は表8.3.5に示すとおりである。

表8.3.5　水平震度係数K_h

基本烈度（度）	7	8	9
水平地震係数 k_h	0.1	0.2	0.4

「中間報告書(1)」（1993年3月）によれば，浙江省における歴代の地震活動は，1)浙江省の北部（北緯30度～31度），2)東部の海域（東経122度以東），3)浙江省の南部（北緯27度～ 28度）に区分されており，深度は浅く，頻度が少ないことが報告されている。また，西暦288年から約1700年間に発生した地震烈度4度以上の地震は35回，5度以上の地震は3回であることから，構造物設計を対象とした地震烈度7度以上の地震は過去に発生していない。さらに，地震烈度分布図によれば本計画路線における「烈度」は6度以下である。したがって，本路線においては構造物に対する地震震度は考慮しない。

(4) 風荷重

風圧は「公路橋涵設計通用規範第」2.3.8条によれば，次の計算式により算出する。なお，一般に橋梁上の車両に対する風圧は横，縦方向とも考慮しない。

・ 横方向風圧 (W)

$$W=K_1\times K_2\times K_3\times K_4\times W_0$$

ここに

W_0；基本風圧値（単位はPa=N/mm^2）

K_1；設計風速頻度換算係数で高速，1級および2級公路の場合は1.0である。

K_2；形状係数

円　形；0.8

正方形；1.4

長方形；0.9～1.4

K_3；風圧高度変化係数

地盤または常水面からの高さ(m)	≦20	30	40	50	60
K_3	1.00	1.13	1.22	1.30	1.37

K_4 ； 地形および地理条件による係数

地形・地理条件	K_4
一般地区	1.00
山間盆地，谷地	0.75～0.85
峡　　谷	1.20～1.40
避風地，都市内	0.80
沿海海面，海島	1.30～1.50

・ 縦方向風圧

橋脚では横方向風圧(W)の70%をとる。
トラス橋の上部工では横方向風圧(W)の40%をとる。

(5) 橋梁設計

橋梁上下部工および基礎工の設計は，次の技術基準によるものとする。

・ 「公路鋼筋混凝土及預応力混凝土橋涵設計規範」（1985，中華人民共和国交通部）
・ 「公路煉石及混凝土橋函設計規範」（1985，中華人民共和国交通部）
・ 「公路橋函地基及基礎設計規範」（1985，中華人民共和国交通部）
・ 「公路工程抗震設計規範」（1990，中華人民共和国交通部）

以上の基準により主要項目として，「公路鋼筋混凝土及預応力混凝土橋函設計規範」第4章第1節および第2節の限界状態設計法について述べる。

1) 承載能力極限状態

承載能力極限状態で設計する場合の荷重の組み合わせおよび荷重安全係数は，下記の規定による。

・ 最大の場合

$1.2S_G+1.4S'_{Q1}$ (1)
$1.2S_G+1.1S''_{Q1}$ (2)
$1.1S_G+1.3S'_{Q1}+1.3S_{Q2}$ (3)

・ 最小の場合

$0.9S_G+1.4S'_{Q1}$ (1)
$0.9S_G+1.1S''_{Q1}$ (2)
$0.8S_G+1.3S'_{Q1}+1.3S_{Q2}$ (3)

ここに
S_G ； 死荷重
S'_{Q1} ； 活荷重のうち自動車および群集荷重

S''_{Q1} ； 活荷重のうち挂車または履帯車
S_{Q2} ； 温度応力，コンクリートの乾燥収縮および基礎の変位による影響

2) 正常使用極限状態

a) たわみの許容値

上部工形式によるたわみの許容値は次のとおりである。

- 桁式橋梁　1/600L
- 片持式桁橋　1/300L1
- トラス，アーチ橋　1/800L

ここに
L ；計算スパン
L_1；片持スパン

b) ひび割れ幅

- 一般大気中の荷重組み合わせ(1)の場合　0.20mm
- 一般大気中の荷重組み合わせ(2)または(3)の場合　0.25mm
- 侵食性大気および海洋大気中の場合　0.10mm

(6) その他

設計基準の主要項目は以上のとおりであるが，その他の項目については8.3.4 道路構造物工に列挙されている技術基準によるものとする。

8.3.6 トンネル工

滬杭甬高速道路にはトンネルが存在しないので，「設計規定」にはトンネルに関する設計基準は設定されていない。したがって，トンネル設計は中国交通部で制定している「公路隧道設計規範」に基づいて行うものとするが，中国では高速道路トンネルの建設実績が少なく，また延長が2,000mを越えるような長大トンネルについての実績も少ない。このため，長大トンネルを含む数多くの高速道路トンネル建設の実績を誇る日本の「設計要領」を随所に適用するものとする。

(1) トンネル区間の本線幾何構造

「公路隧道設計規範」では，トンネル区間の本線幾何構造は以下の条件を満足しなければならないとしている。

[本線の設計速度が100km/hの場合]

- 最小平面曲線半径　4,000m
- 最急縦断勾配　3.0%
- 最緩縦断勾配　0.3%
- 最小縦断曲線半径(凸形)　極限値　6,500m，一般値　10,000m
- 最小縦断曲線長　85m

(2) トンネルの内空断面

トンネルの内空断面は，建築限界，監視員通路および換気設備等を考慮して決定する必要があるが，ここでは換気方式として自然換気方法および通常の縦流換気方式を採用した場合の内空断面を標準とした。

図8.3.3にトンネル標準断面を示す。

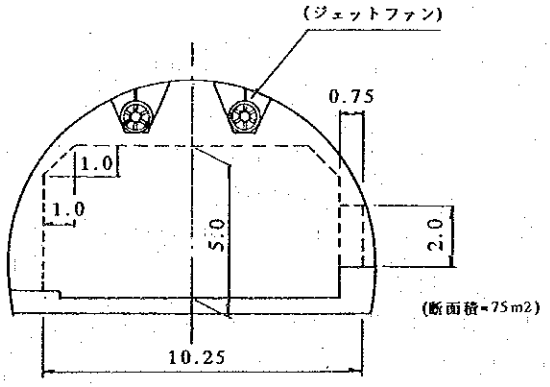


図 8.3.3　トンネル標準断面

(3)　トンネル換気

トンネル換気方式の選定について，「公路隧道設計規範」では次のような基準を設けている。

① 縦流換気方式は一般に，1方向交通の延長1,500m以下のトンネルに適用する。

② 半横流換気方式は一般に，延長1,000～3,000mのトンネルに適用する。

③ 横流換気方式は理想的な機械換気方式であるがコストが高いため，一般に2,000m以上の長大トンネル，重要度・交通密度が高いトンネルなどに適用する。

この基準は「設計要領」の考え方にほぼ一致する。すなわち，表8.3.6は「設計要領」の換気方式とトンネル延長の関係を示したものであるが，これによれば縦流換気方式は立坑送排気式を除けばトンネル延長0.5～2.0km，半横流換気方式は延長1.5～3.0km，横流換気式は延長2.0km以上となっている。

表 8.3.6　「設計要領」のトンネル換気方式とトンネル延長の関係

換気方式 ＼ トンネル延長(km)			0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	
一方向交通トンネル	縦流換気方式	ジェットファン式		■	■	■				
		サッカルド式		■	■	■				
		立坑送排気式					■	■	■	■
	半横流換気式					■	■	■		
	横流換気式						■	■	■	■
対面交通トンネル	縦流換気方式	ジェットファン式		■						
		サッカルド式								
		集中排気式		■	■	■				
	半横流換気式				■	■	■	■		
	横流換気式						■	■	■	■

以上のことから，トンネル延長に対する換気方式を次のように設定する。

① トンネル延長が500m以下の場合は自然換気方式とする。

② トンネル延長が500～2,000mの場合は縦流換気方式(ジェットファン方式)とする。

③ トンネル延長が2,000～3,000mの場合は半横流換気方式とする。

④ トンネル延長が3,000m以上の場合は縦流換気方式(立坑送排気式)とする。

8.3.7 交通安全・管理施設

交通安全施設として防護柵，視線誘導標，標識，道路標示・区画線，眩光防止施設および立入防止柵について，交通管理施設として非常電話，道路情報板および交通監視施設についての設計基準を設定する。

(1) 防護柵

防護柵は道路の路側または中央分離帯などに設けて，制御を失った車両が路外あるいは対向車線へ逸脱することを防ぐとともに，衝突後の車両をできるだけ正常な進行方向に復元させ，しかも防護柵に衝突した車両の乗員の安全性を確保する機能がある。また，防護柵は運転者の視線を誘導するとともに，中央分離帯に設置された防護柵は対向車の前照灯による眩光を防止するなど，副次的な機能を有している。

防護柵は次に示す箇所に設置する。

① 路側に設置する防護柵

- 盛土区間にはガードレールを設置する。
- 橋梁，高架橋区間にはコンクリート壁式防護柵を設置する。

② 本線内側に設置する防護柵

- 単一断面の中央分離帯にはガードレールを設置する。
- 分離断面の土工部で盛土区間にはガードレールを設置する。
- 分離断面の橋梁部にはコンクリート壁式防護柵を設置する。

③ 連絡等施設のランプに設置する防護柵

- 盛土区間にはガードレールを設置する。

(2) 視線誘導標

視線誘導標は路側および中央分離帯に設置し，夜間あるいは悪天候時に運転者の視線を誘導し，前方の道路線形を知らしめるなど車両走行の安全性を確保する。視線誘導標には車両の前照灯に反射する反射式タイプと，自発光式タイプのものがある。

視線誘導標の設置基準は次のとおりとする。

- 本線の路側および中央分離帯に50m間隔で設置する。
- ランプの路側に25m間隔で設置する。
- 視線誘導標のタイプは反射式とする。

(3) 標識

標識は道路の通行者に対して必要とする案内，警戒，指示および規制を一定の様式のもとに与え，交通の安全と円滑を図ることを目的とする。

1) 案内標識

① 高速道路入口(インターチェンジ)への誘導
高速道路に至る主要な一般道路の交差点およびその途中において，高速道路の入口の方向を標示する。

② 高速道路の出口案内
インターチェンジに近づいた運転者に対して，インターチェンジ番号，インターチェンジ名称などを案内するもので，ノーズ手前2km，1km，テーパー端手前400m，テーパー端およびノーズ内に設置する。

③ 方面および距離の確認標識
高速道路走行中の運転者に方面および距離の確認をさせ，もしくは現在地から遠方都市までの距離を案内する。

④ インターチェンジ内における方面および方向の案内
インターチェンジのランプ相互の分岐点および必要と認められる導流路相互の分岐点に設置する。

⑤ ジャンクションの案内標識
ジャンクションの案内標識については，インターチェンジの出口案内標識と同様に一連の案内標識を設置する。

⑥ サービスエリアの案内
サービスエリアの案内標識はノーズ手前2km，1kmおよびテーパー端に設置する。また，サービスエリア内には駐車場位置，給油所，修理所およびレストハウス等の案内標識を設置する。

⑦ 非常電話の案内
非常電話の設置箇所および前後300mの位置に案内標識を設置する。

⑧ トンネル出口または避難通路の案内
トンネル内には，必要に応じて誘導標示板を設置し，その出口または避難通路を案内するものとする。

⑨ 省，市・県の境界
高速道路上で省，市・県の境界を標示する。

2) 警戒標識

① 道路の平面形状の予告

屈曲，屈折ありの予告標識は，本線の平面曲線半径が400m以下の曲線部を対象として設置する。また，インターチェンジの場合はオフランプの流出部およびループ型のオンランプの曲線半径が300m以下のとき設置する。

② 道路の縦断形状の予告

走行上特に注意を要する急勾配の坂の手前ならびにその途中で，特に慎重な運転をうながす必要があると判断される場合に設置する。設置の対象となる縦断勾配の目安は，本線の設計速度が100km/hのときは3%とする。

③ 車線数の変化に関する予告

インターチェンジ，サービスエリア，パーキングエリアの合流部には，本線走行車に合流交通のあることを予告する。標識設置位置は合流ノーズ手前50～80mとする。

3) 規制標識および指示標識

① 自動車専用の表示

高速道路の入口および出口には自動車専用道路であることを表示する。

② 自動車専用の表示とともに「通行止め」，「最大幅」，「重量制限」，「高さ制限」「車両進入禁止」などの標識を設置する。

(4) 道路標示および区画線

道路標示および区画線は交通の流れを誘導し，運転車に必要な案内，警戒，規制あるいは指示を示して，車両の安全かつ円滑な走行を確保する目的で，舗装路面上に標示される。

主として次に示す箇所に設置する。

- 車線境界線および車道外側線(線による導流標示)
- インターチェンジ等の分合流部(縞模様による導流標示)
- サービスエリア，パーキングエリア内の駐車場(駐車マスの指定標示)

(5) 眩光防止施設

眩光防止施設は一般に，夜間走行時の対向車の前照灯に起因する運転者の眩光を防止するために，中央分離帯などに設置する。眩光防止施設としては植樹，防眩網，防眩板などがある。

眩光防止施設は次のとおり設置する。

・ 眩光防止施設が必要な土工部には植樹を設置する。
・ 眩光防止施設が必要な橋梁，高架橋部には防眩板を設置する。

(6) 立入防止柵

高速道路敷地内に外部からの人間あるいは動物などの進入を防止するために，切土部では切土法肩，盛土部では盛土法尻に立入防止柵を設置する。立入防止柵には金網型と有刺鉄線型がある。

立入防止柵は次のとおり設置する。

・ 土工部は切土法肩および盛土法尻に沿って設置する。
・ 橋梁部は橋梁幅員に沿って地盤上に設置する。
・ トンネル部は坑口を囲むように設置する。
・ 立入防止柵のタイプはすべて金網型とする。

(7) 非常電話

非常電話は次のとおり設置する。

・ 土工，橋梁部の非常電話機の設置間隔は1kmを標準とする。
・ トンネル部の非常電話機の設置間隔は200m以下を標準とする。

(8) 道路情報板

道路利用者に交通状況，道路状況，気象状況および交通規制等の情報を提供するための可変式標示板をいい，電光標示のものと字幕標示のものがある。これらは交通管制室からの遠隔操作が可能であり，リアルタイムに最新情報を提供できる特徴がある。

これらの道路情報板の設置については，交通量等を勘案の上，効果的な位置に配置する。

(9) 交通監視施設

非常電話やパトロールカーからの道路情報以外に，特に交通量の多い区間や交通の隘路となりやすい地点などの情報を得るために設置されるITV(遠隔操作の工業テレビ)，交通量や速度を自動検出する車両検知器(トラフィックカウンター)などのことをいい，遠隔地の交通管制室で同時モニターが可能な構造となっている。

これらの交通監視施設については，維持管理体制を含めた検討を行い，適切な配置を行う。

9. 概略設計

9. 概略設計

9.1 線形設計

線形設計は本報告書「4.最適路線の選定」で決定した最適路線について，縮尺1/1万地形図を使用してその平面線形設計ならびに縦断線形設計を実施したものである。

9.1.1 線形設計の基本方針

線形設計にあたっては，本報告書「8.1道路幾何構造設計基準」および「8.2交差基準」で設定した諸基準を遵守するとともに，特に以下に示す事項に留意して線形要素を決定した。

(1) 地形との調和

道路線形は，道路の中心線が立体的に描く形状であり，それ自体が幾何学的な美しさを有しているが，さらに道路が周囲の自然環境に融合し，自然と一体となることが美観的にも，また自然を保護するという点からも好ましいことである。

具体的な線形の決定にあたっては，建築物その他の地物のコントロールポイントに配慮し，地域分断を避けるとともに，地形に順応させ，切土法面等による地形，地貌の変化を極力避けるものとする。また，盛土部では盛土高をできるだけ低くするように配慮する。

(2) 線形の組合せと連続性

道路線形は，単にコントロールポイントを守った直線と曲線の組合せによる幾何形状というだけでなく，実際にその道路を走行する運転者の視覚的あるいは心理的性向を考慮したものでなければ，走行の安全性，快適性は確保することはできない。このため，本調査では地形条件，交通条件等を勘案し，特に以下に示す点に留意して線形要素を決定する。

a) 平面線形

① 平面線形は直線，円曲線およびクロソイド曲線で構成する。
② 円曲線およびクロソイド曲線の最大値はそれぞれR=10,000m，A=1,500mとする。
③ 直線の使用延長は1,000m～5,000m程度を目安とする。
④ 同方向に屈曲する曲線間の直線の使用はできるだけ避ける。このような場合には，2つの円曲線をクロソイド曲線で結ぶ卵型の線形を適用することを心掛ける。
⑤ 円曲線の半径が大から小，あるいは小から大へと変化する場合には，急激な曲率の変化は避け，徐々に変化させることを心掛ける。大円に対する小円の曲率比の最小は，0.5を原則とする。

b) 縦断線形

① 曲線間の短い直線(200m程度以下)の適用は避ける。このような場合には，曲線長を大きくして曲線を連続させる。
② 平面曲線と縦断曲線の大きさの均衡を保つ。縦断曲線半径は平面曲線半径の10～20倍程度を目安とする。
③ 一つの平面曲線内で，縦断曲線が凹凸を繰り返すことは極力避ける。

(3) 長大橋梁およびトンネル区間の線形

橋長が500mを越える長大橋やトンネルの経済性，施工性は道路線形に帰するところが大きい。また，トンネルの道路線形は交通事故の発生と密接な関係にあり，良好な道路線形の設定が交通事故を防止すると言っても過言ではない。このため，これらの道路構造区間では特に以下の事項に配慮して線形設計を実施する。

① 長大橋梁およびトンネル部の平面線形は原則として直線とし，橋梁部の平面線形は河川に対し，またトンネル坑口部の平面線形は地山に対して直交するような設計を心掛ける。
② トンネル内での事故は重大事故につながる可能性が極めて高い。このため，運転者にトンネルの存在を早期に知らしめ，運転者が十分気持に余裕をもってトンネルに進入できるよう，トンネル前後の線形は直線またはできるだけ大きな曲線とし，運転者のトンネル坑口の視認距離を十分確保する。
③ 長大橋梁およびトンネル部の縦断勾配は，できるだけ緩勾配とする。また，延長が2,000mを越えるような長大トンネルでは，トンネルの中央付近に頂部を設けた凸型縦断線形とすることが排水上および施工上望ましい。
④ 上下線のトンネル中心線間隔は30mとする。

(4) 連絡等施設区間の線形

連絡等施設の本線道路線形は，8.1.2(1)に示す幾何構造基準を満足しなければならないが，同時に以下に示す事項を考慮して線形設計を実施する。

① 連絡等施設の計画位置を想定しながら，施設の設置空間の確保，ランプ線形，取付道路の線形，土工量および周辺環境への影響等に配慮して線形を決定する。
② サービスエリアにあっては，利用者に十分なサービスが提供できるように，景観に配慮した線形を決定する。

(5) 交差構造物の統廃合

交差構造物については，既存の道路，自然河川はもちろん，人道・水路についても極力既存の動線ネットワークを確保する。ただし，橋梁に動線が近接している場合には，人道もしくは水路を統廃合して建設費の低減を図る。

9.1.2 平面線形設計

(1) 設計概要

平面線形設計は，前項で定めた基本方針に従って，杭甬高速道路との交差位置を起点とし衢州市の国道320号との交差位置に至る総延長231.23kmについての平面線形要素を決定したものである。

平面線形要素については次項で詳述するが，路線沿線の地形は主として平地および丘陵地で構成されているため，全般的に大きな円曲線を主線形として使用し，直線の使用は地形上あるいは道路構造上必要とする場合のみにとどめている。また，クロソイド曲線は主要線形要素の一つとして用いている。

使用した平面線形要素は直線，円曲線(R=1,500m～10,000m)およびクロソイド曲線(A=700m～1,500m)であり，その要素構成は表9.1.1に示すとおりである。ここで，使用率とは使用合計延長に対する使用延長の割合を表わしたものである。

表 9.1.1 平面線形の要素構成

平面線形要素	使用延長(m)	使用率(%)
直　　線	24,370	10.5
円 曲 線	181,893	78.7
クロソイド曲線	24,967	10.8
計	231,230	100

また，表9.1.2は円曲線の使用曲線半径について，曲線半径を3つのランクに分類して示したものであるが，これを見ると半径5,000m以上の大円曲線の使用延長が全体の80%を占めており，地形条件を反映して全体に雄大な線形となっていることが分かる。

表 9.1.2 円曲線の使用曲線半径

平面曲線半径(m)	使用延長(m)	使用率(%)
R=10,000以下 R=5,000以上	145,837	80.2
R=5,000未満 R=2,500以上	33,160	18.2
R=2,500未満 R=1,500以上	2,896	1.6
計	181,893	100

(2)　平面線形要素

本路線の平面線形は，地形条件から全般に雄大な形状となっていることは前述したところであるが，各平面線形要素に着目すれば，その設計諸量は路線通過地点の地形条件に応じて決定している。

そこで，ここでは路線の地形条件に対する平面線形要素量の傾向と特徴を見てみることにする。

1)　地形条件

路線を地形条件によって区分すると表9.1.3に示すように大きく5区間に分割することができる。

表 9.1.3　当路線の地形条件

区　間		路線の地形条件	備　考
①	起点(蕭山JCT)～　臨浦SA	平地	
②	臨浦SA　～　新嶺トンネル	平地(山裾沿い)	トンネル区間は山地
③	新嶺トンネル ～　鄭家塢IC	丘陵地(山裾緩斜面)	
④	鄭家塢IC　～　義烏IC	山地	
⑤	義烏IC　～　終点(衢州)	丘陵地	

すなわち，平面線形は表9.1.3に示す5区間でそれぞれ異なった特徴を有することになる。また，このことは後述する縦断線形についても同じことが言える。

2)　地形条件と平面線形要素

表9.1.4は，前項で設定した各区間ごとに平面線形要素の設計量およびその特徴を示したものである。

表 9.1.4　地形条件と平面線形

区間	地形条件	平面線形の特徴	平面線形要素(使用率，%)			
			直線	円曲線(m)		
			R=∞	10,000≦ ≧5,000	5,000< ≧2,500	2,500< ≧1,500
①	平　地	・直線とR=5,000m以上の円曲線の使用率が約87%となっている。 ・直線の使用率は最も高い。	25.7	61.7	12.6	
②	平　地 (山裾沿い)	・R=5,000～2,500mの使用率が約85%となっており，当路線としては比較的小さい曲線が主として使用されている。		15.1	84.9	
③	丘陵地 (山裾 緩斜面)	・小円曲線から直線まで多種の線形要素が使用されている。 ・直線とR=5,000m以上の円曲線の使用率が約79%となっている。	12.6	66.3	16.8	4.3
④	山　地	・R=5,000m未満の円曲線が100%を占める。 ・当路線での最小曲線半径R=1,500mがこの区間に存在する。			84.0	16.0
⑤	丘陵地	・直線とR=5,000m以上の円曲線の使用率が約95%となっている。	9.6	85.6	4.8	

注)円曲線にはクロソイド曲線を含む。

このことから，本路線の平面線形は地形条件に応じて次のような特徴を有している。

① 平地および丘陵地では，直線と半径5,000m以上の円曲線が主体的に使用されている。

② 平地または丘陵地でも山裾に沿った路線では，直線から小円曲線まで多様な線形要素が採用されている。

③ 山地では半径5,000m以下の円曲線が主体的に使用されている。

9.1.3 縦断線形設計

(1) 設計概要

縦断線形設計は，平面線形設計の結果得られた平面線形について，9.1.1で定めた基本方針に従ってその縦断線形要素を決定したものである。

当路線の縦断地形について見てみると，起点の杭甬高速道路との交差位置では地盤標高は6m程度，終点の衢州市・国道320号交差位置での地盤標高は75m程度であり，また路線での最高標高位置は路線のほぼ中央にあたるKP.111付近の125m程度である。すなわち，起点からKP.111までの標高差を路線延長で単純に割った勾配は0.1%，KP.111から終点までは0.04%となり，当路線の縦断地形は全体的に緩やかな勾配となっていることが分かる。

縦断線形設計の結果，使用した縦断勾配は0.3%から2.0%の範囲であり，路線全体の平均縦断勾配は0.58%となっている。表9.1.5は路線全体の縦断勾配使用率を示したものであり，これを見ると0.5%以下の勾配区間が全延長の約66%を占め，更にこれに1%までの区間を加えれば全延長の約90%を占めることになり，全体的に緩やかな縦断線形となっていることが分かる。

また，このことは平面線形と縦断線形との組合わせから見ても，雄大な平面線形に緩やかな縦断線形が対応し，全体に均衡が保たれた道路線形と言うことができる。

表 9.1.5 縦断勾配の使用率

縦断勾配(%)	使用延長(m)	使用率(%)
$0.3 \leqq i \leqq 0.5$	151,680	65.6
$0.5 < i \leqq 1.0$	52,500	22.7
$1.0 < i \leqq 1.5$	16,600	7.2
$1.5 < i \leqq 2.0$	10,450	4.5
合　計	231,230	100

(2) 地形条件と縦断勾配

縦断線形についても平面線形と同様に地形条件に応じて設計量を決定しており，平面線形設計の項で設定した5区間ごとに縦断勾配の特徴を述べると表9.1.6に示すとおりとなる。

表 9.1.6　地形条件と縦断勾配

区間	地形条件	縦断勾配の特徴	縦断勾配(使用率，%)				平均縦断勾配(%)
			0.3≦≦0.5	0.5＜≦1.0	1.0＜≦1.5	1.5＜≦2.0	
①	平　地	・1.0%以下の使用率が100%となっており，特に0.5%以下の緩勾配が90%を占めている。 ・平均縦断勾配は路線平均(0.58%)以下である。	90.0	10.0			0.35
②	平　地 (山裾沿い)	・1.0%以下の使用率が約92%となっており，0.5～1.0%が全体の約1/2を占める。 ・平均縦断勾配は路線平均値より高い。	39.5	52.6		7.9	0.68
③	丘陵地 (山裾 緩斜面)	・使用範囲全体に分布しているが，1.0%以下が約78%を占める。 ・平均縦断勾配は路線平均値より高い。	55.1	22.8	17.1	5.0	0.69
④	山　地	・使用範囲全体にほぼ一様に分布している。 ・平均縦断勾配は路線平均の約2倍で，最高値を示している。	30.0	27.0	16.2	26.8	1.04
⑤	丘陵地	・使用範囲全体に分布しているものの，1.0%以下が約94%を占める。 ・特に0.5%以下の緩勾配が73%を占め，平均縦断勾配はほぼ路線平均値に等しい。	73.3	20.2	5.0	1.5	0.50

このことから，本路線の地形条件に対する縦断勾配の特徴としては，次の項目を掲げることができる。

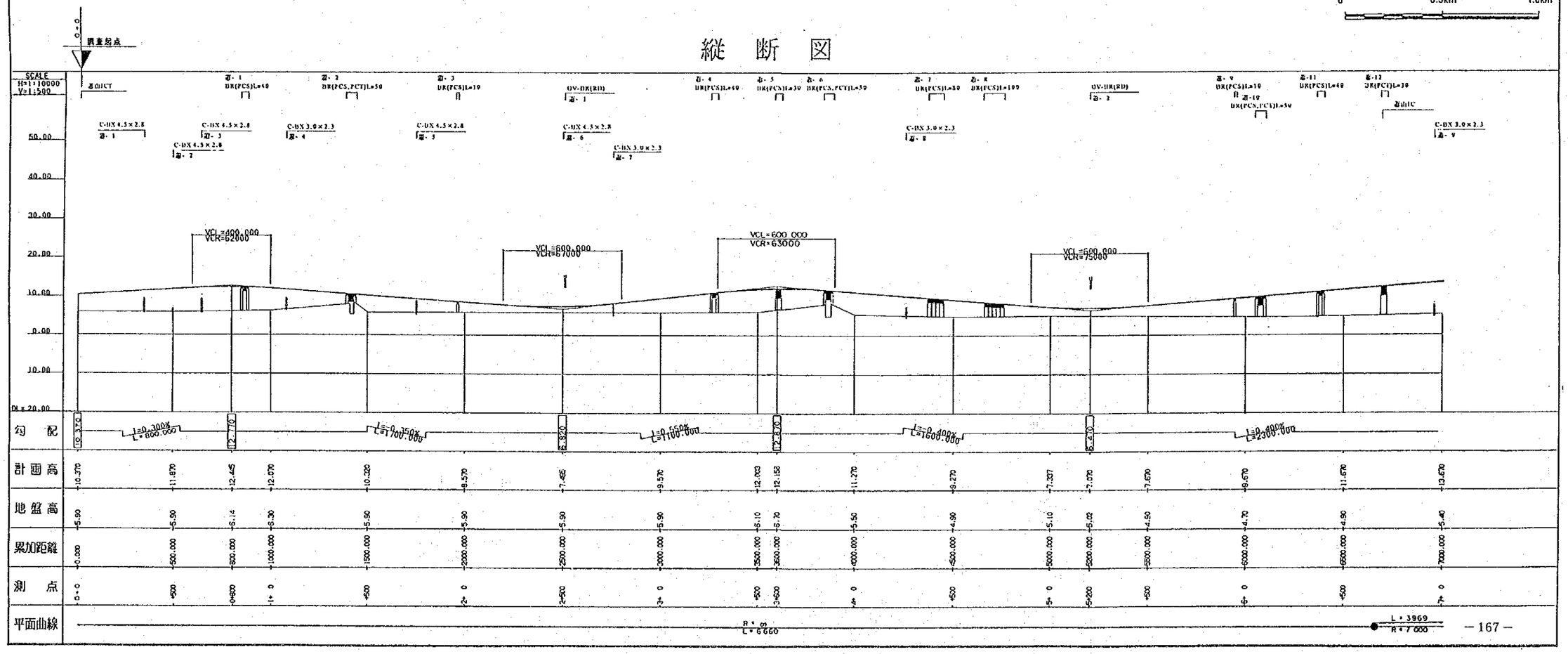
① 平地および丘陵地では，0.5%以下の緩勾配を主体的に使用している。
② 平地および丘陵地でも山裾に沿った路線では，1.0%以下の勾配を主体的に使用している。
③ 山地では，0.3%から2.0%までの勾配を地形の起伏に合わせて使用している。

以上の平面・縦断線形設計の成果は，図面集の図面番号2から35に「平面・縦断図」として編集しているが，その一部をここで紹介する。

中華人民共和国　浙江省幹線道路網計画調査		
図面名称	原図縮尺	図面番号
平面縦断図　本線 (1/34)	H=1:10,000 V=1:500	

平面図

縦断図



9.2　土工設計

土工設計は，本報告書「8.設計基準の設定，8.3.1土工」で設定した諸基準に従って実施した。なお，土質・地質調査および材料調査等の自然条件調査の結果，盛土・切土法面勾配および法面保護工については次のように決定した。

9.2.1 法面勾配

(1)　盛土法面勾配

盛土の法面勾配は，一般に盛土材料と盛土高によって決定される。

本路線の盛土材料は全般的に砂質土系であり，盛土高は最大でも10m程度であることから，盛土法面勾配は1:1.5を標準勾配として採用した。ただし，蕭山-8号橋梁(KP4.76)から蕭山-34号橋梁(KP22.36)にかけては，軟弱地盤地帯でかつ盛土高が最大で10mに達する箇所があるため，盛土の安定性を十分確保する目的で盛土法面勾配は1:1.8を採用した。

(2)　切土法面勾配

切土の法面勾配は，一般に地盤を構成する地層の種類，状態および切土高に応じて決定される。

路線の切土部の地質は，起点から義烏インターチェンジ間(以後，前半部分と呼ぶ)が表土を除けば礫岩や凝灰岩の硬質岩を主体に構成されているのに対して，義烏インターチェンジから終点(以後，後半部分と呼ぶ)にかけては金華層の風化土を主体として構成されている。また，切土高については前半は平均で15m程度であるが，20mを越える長大切土も随所に存在するのに対して，後半は平均で10m程度であり，長大切土はほとんど存在しない。

これらの，地質特性および道路構造特性を踏まえ，切土法面勾配は切土高に応じて表9.2.1に示す数値を採用した。

表 9.2.1　切土法面勾配

切土高	最下段の法面勾配	左記以外の法面勾配
20m 未満	1:1.0	1:1.0
20m 以上	1:0.5	1:1.0

9.2.2 法面保護工

法面保護工の工種選定は，植生工を優先的に採用し，構築物による保護工は植生に不適な土質条件，現地状況等で安定勾配が確保できないなどの場合のみに採用することが基本的な姿勢である。

中国の高速道路における法面保護工の施工実績および設計例を見てみると，杭甬高速道路では表9.2.2に示す工種を標準的に採用している。

表 9.2.2　杭甬高速道路の標準的な法面保護工

施工箇所	土質区分	工　種
盛　土		・張芝工 ・石積工
切　土	土　砂	・張芝工 ・石積工 ・コンクリート吹付工
	軟　岩	・コンクリート吹付工
	硬　岩	・無処理

また，日本の高速道路では，施工箇所の地形・地質および気象条件等を調査し，表9.2.3に示す法面保護工の中から保護工に期待される効果，経済性，施工性などを考慮して最適な工種を選定する努力がなされている。

本調査では，前節9.2.1で述べた路線の地質特性および道路構造特性を踏まえ，中国国内の実績や日本の選定手法を勘案して次のような法面保護工を選定した。

表 9.2.4　F/S調査で選定した法面保護工

施工箇所	区　分	工　種
盛　土		張芝工
切　土	切土高20m未満	張芝工
	切土高20m以上	最下段法面：石積工 その他法面：張芝工 コンクリート吹付工 ※張芝工とコンクリート吹付工の施工面積は2:1とする。

表 9.2.3　法面保護工の標準的な分類

分類	工種	目的・特徴	施工箇所による一般的な適用性	
			切土	盛土
植生工	種散布工	全面植生で雨水による浸食や凍上による崩落を防止する。	○	○
	種吹付工		○	○
	植生マット工		○	○
	張芝工		○	○
	筋芝工	部分植生で盛土の侵食を防止する。	×	○
	植生穴工	部分客土植生で不良土，硬質土法面の侵食を防止する。	○	×
	植生袋工		○	×
構築物等による法面保護工	コンクリートおよびモルタル吹付工	地山を密閉することにより風化，侵食を抑制し，土砂の流出や落石を防止する。	○	×
	コンクリートブロック枠工 枠工(連結又はブロック詰)		○	○
	コンクリートブロック張工		○	○
	石張工		○	○
	コンクリート張工		○	×
	コンクリートブロック積工	ある程度の土圧に対抗でき，地山の安定に寄与できる。	○	○
	石積工		○	○
	もたれ擁壁工		○	×
	井桁工		○	○
	現場打コンクリート枠工	法面表層部の崩落防止や多少の土圧を受ける恐れのある箇所の，剥落を防止する。	○	×
	のり面アンカー工		○	○
	コンクリートブロック枠工 (土砂詰・栗石詰・袋詰)	侵食または落石を防止し主に植生工と併用させることが多い。	○	○
	ネット工		○	○
	編さく工		○	○
	のり面じゃかご工		○	○

(凡例)　○：一般に用いるもの
　　×：一般に用いないもの

出典：「設計要領第一集」(日本道路公団)

9.3　舗装設計

9.3.1　舗装種別

(1)　アスファルトコンクリート舗装とセメントコンクリート舗装

アスファルトコンクリート舗装とセメントコンクリート舗装の一般的な特徴を比較し次表に示す。

表 9.3.1　アスファルトコンクリート舗装とセメントコンクリート舗装の一般的な比較

<table>
<tr><th>項目</th><th>アスファルトコンクリート舗装</th><th>セメントコンクリート舗装</th></tr>
<tr><td>設計年数</td><td>設計の目標は10年。維持修繕によって耐用年数を延ばすように考えられている。
・中国では下記のとおり。

各种路面适应的累计当量轴次
<table><tr><th>公路等级</th><th>路面等级</th><th>面层类型</th><th>设计年限（年）</th><th>设计年限内一个车道上的累计当量轴次（次）</th></tr><tr><td>高速公路
一、二级公路</td><td>高级路面</td><td>沥青混凝土
热拌沥青碎石</td><td>15</td><td>≥200×10⁴</td></tr></table>注：①设计年限内一个车道上累计当量轴次是以BZZ－100的标准轴载计，若按BZZ－60计时，则表中数字应乘以10。
②当有特殊使用要求的公路（风防或名胜游览区公路等），其路面等级与面层类型的选择可不受本表限制。</td><td>設計の目標は20年。
・中国では下記のとおり。

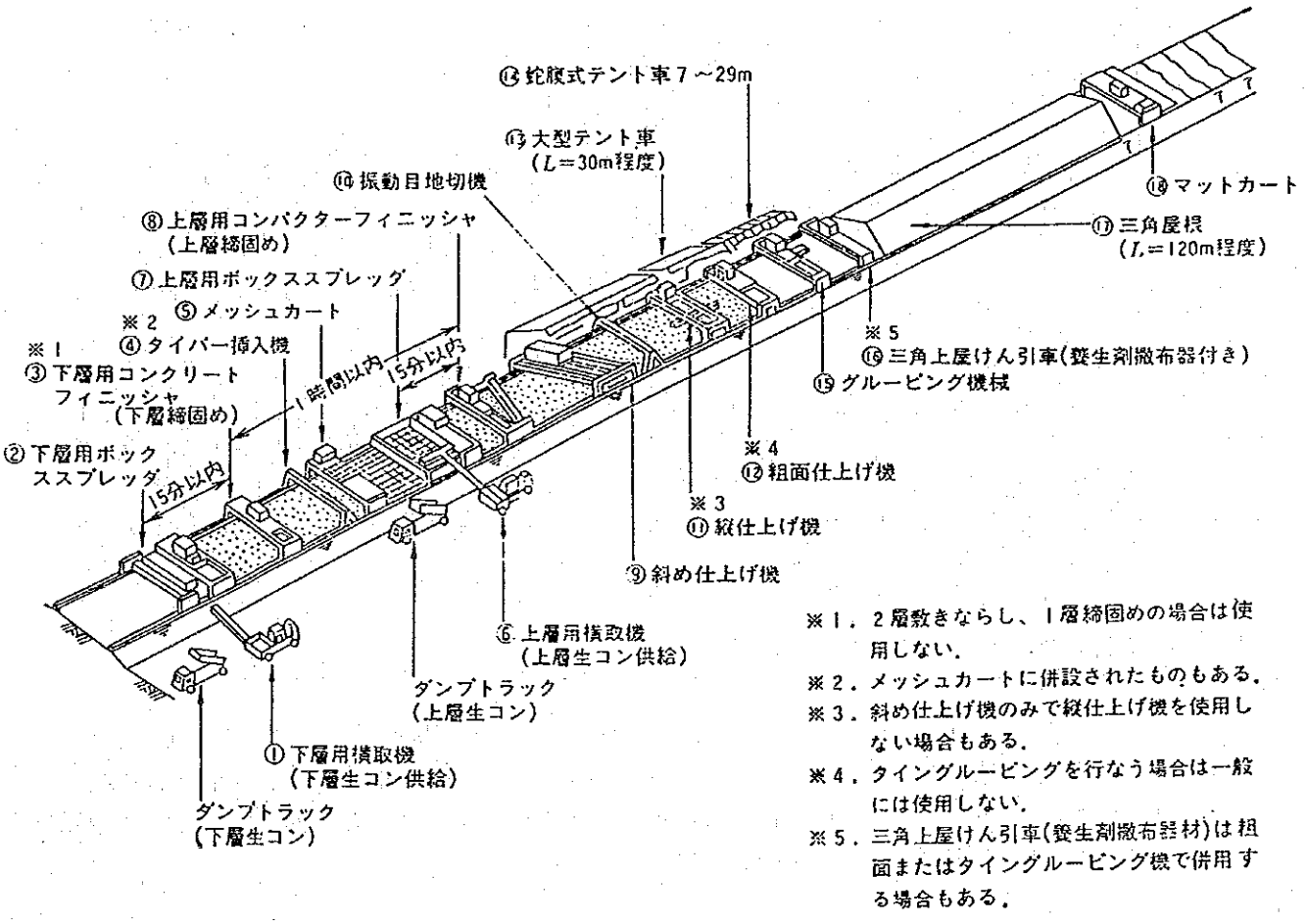
交通量分級
<table><tr><th rowspan="2">交通量分級</th><th colspan="2">标准轴载作用次数（次/日）</th></tr><tr><th>单向一个车道</th><th>双向双车道</th></tr><tr><td>特重</td><td>>1500</td><td></td></tr><tr><td>重</td><td>500～1500</td><td>500～1500</td></tr><tr><td>中等</td><td></td><td>200～500</td></tr><tr><td>轻</td><td></td><td><200</td></tr></table>水泥混凝土路面的设计使用年限　表2·0·3
<table><tr><th>交通量分级</th><th>设计使用年限（年）</th></tr><tr><td>特重</td><td>40</td></tr><tr><td>重</td><td>30</td></tr><tr><td>中等</td><td>30</td></tr><tr><td>轻</td><td>20</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>耐変形，耐摩耗性</td><td>変形してわだち掘れを生じやすい。スパイクタイヤによる摩耗に耐して抵抗が小さい。</td><td>わだち掘れのような変形を生じにくく，耐摩耗性も一般に大きい。</td></tr>
<tr><td>騒音，振動</td><td>セメントコンクリート舗装に比べて騒音，振動とも小さいものが多い。</td><td>目地による振動，粗面による騒音が問題となることがある。</td></tr>
<tr><td>明色性</td><td>路面反射が弱く，夜間やトンネル内等での走行性に劣る。</td><td>夜間やトンネル内等で明るい。</td></tr>
<tr><td>平坦性</td><td>セメントコンクリート舗装より良好。</td><td></td></tr>
<tr><td>施工性</td><td>一般にセメントコンクリート舗装に比べ，施工上の制約を受ける事項が少なく，その施工速度は大きい。</td><td>施工機械が長大編成となるため以下のような制約を受け，アスファルトコンクリート舗装に比べ，その施工速度は小さい。
・路床の引き渡し条件がよいこと。
・橋梁等の構造物が少ないこと。</td></tr>
<tr><td>維持修繕の容易さ</td><td>簡易な工法で維持修繕が可能である。</td><td>比較的規模の大きい工法を採用しなければならないので，不等沈下の可能性のある軟弱地盤箇所への適用は問題がある。</td></tr>
<tr><td>建設費と維持費</td><td>建設費はセメントコンクリート舗装に比べていくらか安い。維持修繕を頻繁に行なう必要があり長期間の比較では，割高となる場合もある。</td><td>建設費はアスファルトコンクリート舗装に比べ高い。
打ち変える場合は，アスファルトコンクリート舗装よりも高い。</td></tr>
</table>

(2) 舗装工種の選定

計画路線における舗装工種の選定については，前記の一般的特徴を基に計画地域の諸条件を考慮し，また中国側とのヒアリングをも考慮し舗装工種を選定した。

1) 施工性

特にセメントコンクリート舗装では，施工の能率を上げるため機械施工が主体となっている。図 9.3.1に示すように多様な施工機械の長大編成となるため，施工の段取りを考慮すると橋梁等の構造物は極力少ないほうが良好となる。



※1．2層敷きならし、1層締固めの場合は使用しない．
※2．メッシュカートに併設されたものもある．
※3．斜め仕上げ機のみで縦仕上げ機を使用しない場合もある．
※4．タイングルービングを行なう場合は一般には使用しない．
※5．三角上屋けん引車(養生剤撒布器材)は粗面またはタイングルービング機で併用する場合もある．

図 9.3.1 高速道路のセメントコンクリート舗装の舗装機械の配置図

しかし，計画路線では表9.3.2に示すように橋梁が比較的多いため施工性としてはあまり良好でないと思われる。

表 9.3.2 計画路線における工区毎の構造物箇所数(主に橋梁)

市県名称	工事区番号	工事区間延長(km)	橋梁箇所数	橋梁延長(km)	橋梁区間平均土工延長(km)
蕭山市	①-1	22.36	41	1.98	0.49
	①-2	12.47	16	1.38	0.69
諸暨市	②-1	(24.48) 12.51	(35) 16	(0.99)	(0.67) 0.78
	②-2	28.66	24	0.85	1.16
浦江県	③	13.01	9	0.60	1.38
義烏市	④-1	6.79	12	0.29	0.54
	④-2	16.84	28	0.94	0.56
金華県	⑤-1	18.57	21	0.71	0.85
金華市	⑤-2	20.26	25	1.79	0.74
蘭渓市	⑥-1	10.81	13	0.56	0.79
金華県	⑤-3	10.74	16	0.60	0.63
蘭渓市	⑥-2	3.56	3	0.54	1.01
龍游県	⑦	25.08	26	0.90	0.93
衢州市	⑧	17.60	18	0.53	0.95

注）表中，諸暨市の②－１工事区における( )は工事区全区間を示す。( )以外の数値は新嶺トンネルの南坑口以降の区間を示している。

注）諸暨市の②－１工事区における新嶺トンネルの北坑口を境にして，起点側は軟弱地盤地帯となっている。

2) 維持補修の容易さ

計画路線において，起点(蕭山JCT)から新嶺トンネルの北側坑口付近(KP45付近)の区間が軟弱地盤地帯となっている。一般に不等沈下の可能性がある軟弱地盤地帯では，維持補修の困難さから，セメントコンクリート舗装は適さないとされているため，同区間においてはアスファルトコンクリート舗装を採用するものとする。

3) 中国浙江省における高速道路の舗装種別の考え方

中国側とのヒアリングを行った結果，中国浙江省における高速道路の舗装種別の考え方は概ね次のとおりである。

・　平坦性はアスファルトコンクリート舗装のほうがセメントコンクリート舗装より良い。

・　建設費はそれほど差がないが，維持補修ではアスファルトコンクリート舗装のほうが格段に安い。

・　舗装における施工の機械化としては，アスファルトコンクリート舗装では十分整備されているが，セメントコンクリート舗装ではまだ整備されておらず，人力施工が主体である。このため施工能力としてもアスファルトコンクリート舗装のほうが格段に良い。

・　中国浙杭省における高速道路以外の舗装は，セメントコンクリート舗装が主体となっているが，目地間隔が短いため騒音や振動などの問題が起こっている。

以上のことから，計画路線における舗装工種は基本的にアスファルトコンクリート舗装とする。

なお，各々の舗装工種ごとの施工箇所を次に示す。

a)　アスファルトコンクリート舗装の箇所

・　本線車道部(トンネル部を除く)
・　インターチェンジにおける料金所付近を除くランプ部
・　休憩施設におけるランプ部および駐車場部

b)　セメントコンクリート舗装の箇所

・　本線トンネル部
・　インターチェンジにおける料金所付近

9.3.2 舗装厚の設計

(1) 設計条件

1) 設計方法および設計年数

中国のアスファルトコンクリート舗装の設計方法は，弾性係数E値を基礎とし，たわみが交通量に応じて経験的に決定された許容弾性たわみ量以下である舗装構造を設計する方法(変形法)で，日本のCBRを用いる方法(CBR法)とは異なる。本F/Sでは中国の設計方法を適用するものとしている。

a) 設計方法および設計年数

中国における設計方法および設計年数は，下記に示すとおりである。

・ 設計方法については下記の仕様書に基づく。

中華人民共和国交通部部標準　公路柔性路面設計規範　JTJ014-86
交通部公路規画設計院編　1987年1月1日

・ 設計年数については，前記の設計規範において下表のとおり規定されており，高速道路では設計年数を15年としている。

表 9.3.3 設計年数および累計当量軸次

公路等級	路面等級	舗装種別	設計年数(年)	設計年限内における累計当量軸次 (軸次数)
高速公路	高級路面	アスファルトコンクリート 加熱式アスファルト砕石	15	200×10^4以上

b) 累計当量軸次

舗装厚の設計に必要な累計当量軸次を求めるには次のとおり行った。

・ 2000年より2015年までの1年ごとの車種別の設計交通量を求め，15年分の累計交通量を算出する。
・ その累計交通量に，車種ごとの換算係数を乗じて累計当量軸次を求める。車種ごとの換算係数は，表 9.3.4のとおり設定した。なおその累計当量軸次等については資料編のA9.9，A9.10，A9.11に示している。

表 9.3.4　車種別換算係数

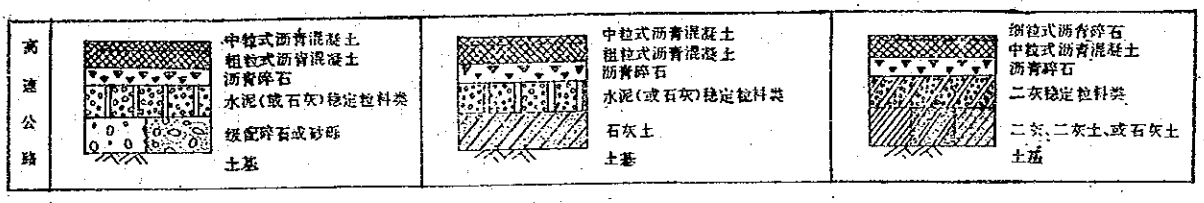
車　種	車　型	総重量(kN)	前軸重(kN)	後軸重(kN)	後軸数	換算係数
小中型貨物車	解放CA 10B	80.25	20.25	60.00	1	0.136
大型貨物車	黄河JN 150	150.60	49.00	101.60	1	1.296
小型乗用車	上海SH 130	39.50	16.50	23.00	1	0.011
大型乗用車	東風EQ 140	92.00	22.70	69.30	1	0.241

本F/Sでは，全区間ごとの累計当量軸次を求め，その中から累計軸次当量の最も大きい区間において舗装厚の設計を行うこととした。

(2)　舗装断面

本F/Sにおける舗装断面としては，設計規範において図 9.3.2のように代表的な断面が示されており，舗装材の材料およびその確保等，現地状況を考慮し選定した。また舗装厚の設計を行なうにあたっては杭甬高速道路の舗装構成を参考とした。特に表層および基層としての瀝青コンクリート，上層路盤としての瀝青砕石については各々3cm，6cm，8cmと，杭甬高速道路の舗装構成と同じ厚さとし，下層路盤としてのセメント安定処理砂礫および石灰土において調整することとした。

図 9.3.2　舗装代表断面



本F/Sにおける舗装断面を図 9.3.3に示す。

図 9.3.3　舗装構造および厚さ

土質	普通土・砂利(砕石)混合
許容たわみ量	0.29mm
土質乾燥状態	乾燥状態
舗装構造および厚さ	舗装合計厚さ　65 cm 3 6 8 30 18 凡　例 ：アスファルトコンクリート表層工(中粒) ：アスファルトコンクリート基層工(粗粒) ：アスファルト安定処理砕石 ：セメント安定処理砂礫 ：石灰土

なお，参考として日本におけるアスファルト舗装要綱に基づく舗装厚の設計と，中国の公路柔性路面設計規範に基づく本検討の舗装厚の設計を資料編のA 9.8に示すものとする。

9.3.3 舗装構造

舗装構造については特に規定がないことから，杭甬高速道路における舗装構造を参考にし決定した。杭甬高速道路の舗装構造を図 9.3.4に，また本F/Sの舗装構造を図 9.3.5に示す。

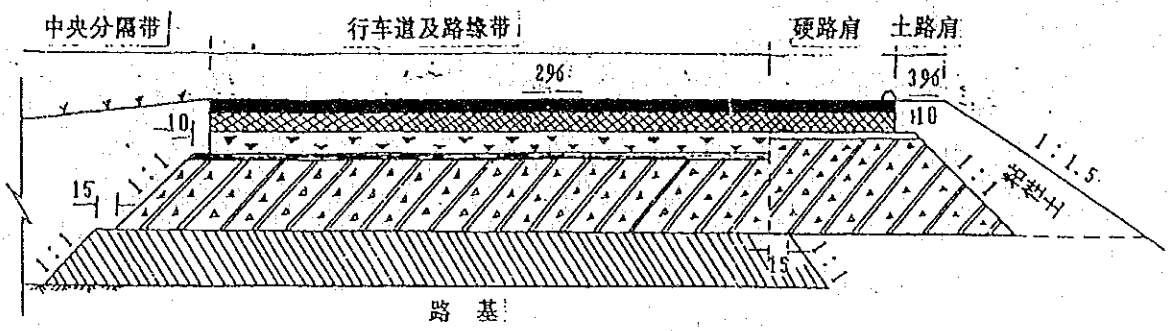


図 9.3.4　杭甬高速道路の舗装構造

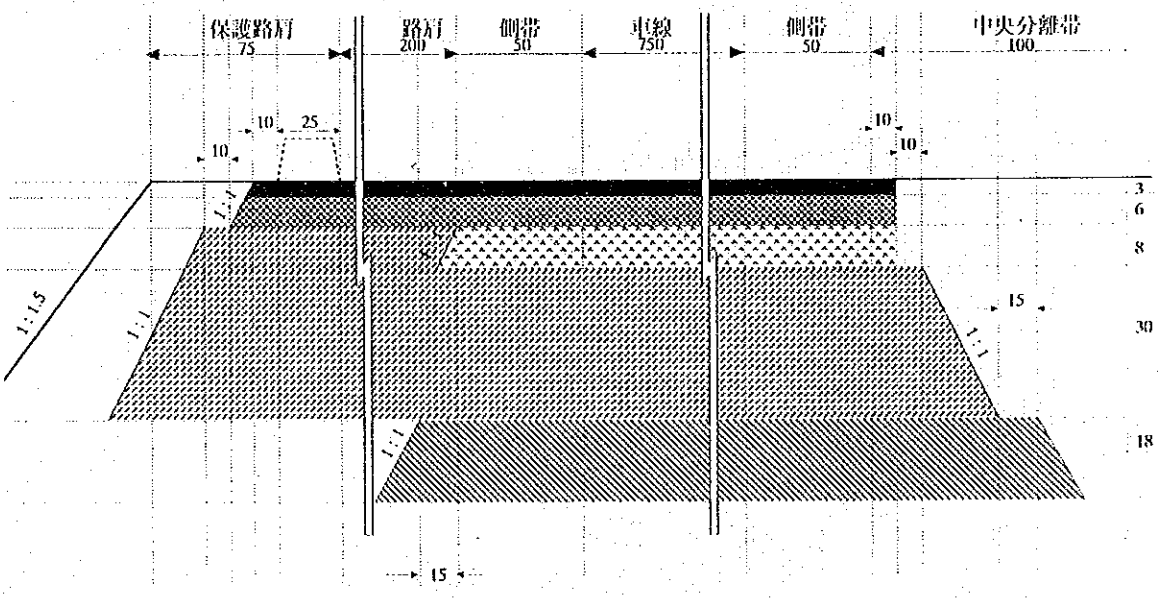
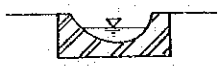
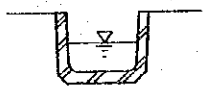
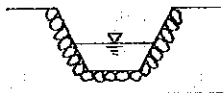
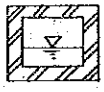
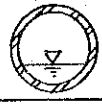


図 9.3.5　本F/Sの舗装構造

9.4　排水設計

道路排水施設の形式は，本編8.3.3で設定した設計基準および杭甬高速道路の設計例等を参考に，表9.4.1に示すとおり決定した。

表 9.4.1　道路排水施設の形式

区　分		形式名称	略　図
道路路面および道路法面排水施設	路肩排水施設	アスファルトカーブ（アスカーブ）	
	中央分離帯排水施設	ロールドガッター	
	小段排水施設	コンクリートU型側溝	
	法尻・法肩排水施設	石張り側溝	
道路隣接地排水施設	設計流出量 平地部：3～20m3/s 丘陵部：6～40m3/s	カルバートボックス 平地部：3.0m×2.3m 丘陵部：4.5m×2.8m	
	設計流出量 平地部：3m3/s以下 丘陵部：6m3/s以下	カルバートパイプ ϕ1.5m	

(1)　路肩排水施設

路肩排水施設のアスファルトカーブは，日本の高速道路でも標準的な形式として一般化されており，路面の舗装がアスファルト舗装の場合には同一材料を使用して施工でき，施工性，経済性に優れ，破損時の補修も容易にできる利点がある。

(2)　中央分離帯排水施設

中央分離帯の構造は，本調査で採用したような路面と同一の高さとするフラット型と縁石によって路面より一段高くするバリアー型がある。

バリアー型は日本の高速道路建設史において，初期の段階で採用された経緯があるが，車両が中央分離帯に衝突した際に縁石が車両の跳躍を促し，反対車線へ逸脱して重大事故を引き起こしたことなどの経験から，現在では設計速度が高い都市間高速道路ではフラット型の採用が一般的となっている。

フラット型の中央分離帯排水施設としては，ロールドガッターが日本でも一般的に使用されており，車両が誤ってこれに脱輪させても容易に車道に復帰できる構造が採られている。

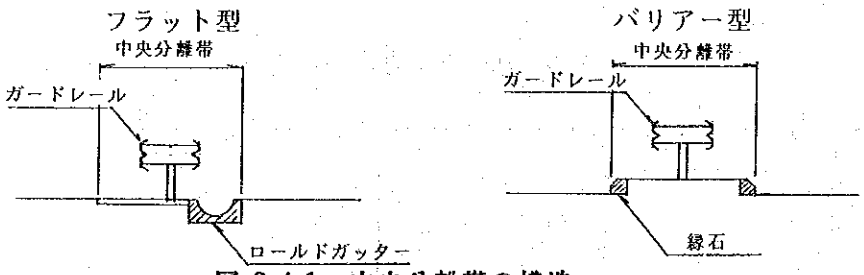


図 9.4.1　中央分離帯の構造

(3)　小段排水施設

中国では高盛土あるいは長大切土の施工実績は少ないが，今後，高速道路事業の進展に伴い，地形条件からこのような道路構造を積極的に採択しなければならない時代が到来するのは必至のことであり，そのような道路に対する設計の標準化は急務である。

小段排水施設は，限られた狭い空間に構築し，確実に機能する構造が要求されるため，本調査ではコンクリートU型側溝を採用した。コンクリートU型側溝には現場打ちする形式と予め工場等で製作するプレキャスト形式があるが，施工性を考慮すれば後者が格段に優れている。

(4)　法尻・法肩排水施設

盛土法尻および切土法肩排水施設は杭甬高速道路の設計・施工実績から，「石張り側溝」を採用したが，この形式は標準横断図(図面集，図面番号36，37)に示すように，コンクリートU型側溝に比べ構造上および排水能力等の関係で断面積が大きくなり，余分な用地を必要とするほか，施工性，耐久性の面でも問題がある。今後，中国の高速道路事業が全国的に展開されていく趨勢を考慮すれば，排水構造物等の小構造物はプレキャスト化するなど，省力化に向けて発展していくことが望まれる。

なお，日本の高速道路ではプレキャスト形式のコンクリートU型側溝を用いるのが一般的であり，特に急傾斜地に設置するものは，底に滑り止めの突起を付けた形式のものを採用するなど工夫を凝らしている。

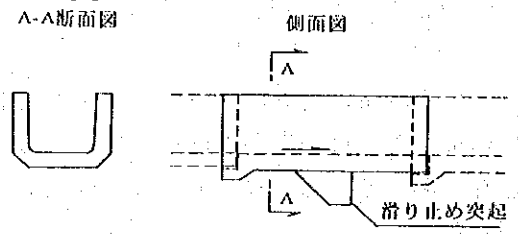


図 9.4.2　突起付きプレキャストコンクリートU型側溝

9.5 道路構造物設計

9.5.1 標準設計図集の収集

本調査において収集した道路構造物関係の標準設計図集は，次のとおりである。

① 「杭甬高速公路橋涵設計図 単孔鋼筋混凝土箱涵」（1989年，交通部公路規劃設計院）
② 「杭甬高速公路橋涵設計図 鋼筋混凝土管涵」（1989年，交通部公路規劃設計院）
③ 「公路路基擁壁標準図 石積擁壁」（1983年，交通部第二公路勘察設計院）

以上の標準設計図集のうち，箱型函渠および円管函渠の標準設計図集は杭甬高速道路を対象として作成されたものであるので，設計荷重として汽車－超20級および挂車－120級を用いている。一方，擁壁標準設計図集は，一般道路を対象として作成されたものであるので，汽車－10級から汽車－20級荷重まで作成されているが，高速道路の汽車－超20級荷重については作成されていない。

したがって，箱型函渠および円管函渠の標準設計図集は，本計画にそのまま準用することが可能であるが，擁壁標準設計図集は高速道路の本線擁壁としてそのまま用いることが出来ないので，20級荷重の標準図を超－20級荷重への適用にあたっては，検討する必要がある。

9.5.2 横断函渠標準断面の設定

標準設計図集①の「杭甬高速公路橋涵設計図 単孔鋼筋混凝土箱涵」に掲載されている標準設計図は，表9.5.1に示すとおりである。

表9.5.1 箱型函渠の標準断面図

内空寸法 B×H(m)	3.00×2.30	3.00×2.60	4.50×2.80	4.50×3.10	6.00×3.65	6.00×4.15
盛土高 h(m)	0.05～2.50	0.05～2.50	0.05～2.00	0.05～2.00	0.05～1.00	0.05～1.00

設計条件

- 設計荷重　　汽車－超20級
- コンクリート強度　　25号（Ra =145kgf/cm²）
- 鉄　　筋　　2 級（Ry=3 400kgf/cm²）
- 土の単位重量　　1.8 tf/m³
- 土の内部摩擦角　　¢ =35°

(1)　郷村道（トラジ通道および人道）用函渠の断面設定

1)　トラジ通道用函渠の断面設定

郷村道のうちトラジ通道の建築限界は，8.3.4(1)に示すとおり函渠内の幅4.0m以上，高さ2.7m以上となっている。一方，「滬杭高速公路初歩設計暫行規定」（1992年，浙江省交通設計院）および「杭甬高速公路初歩設計暫行規定」（1989年，浙江省交通設計院）（以下，「暫行規定」と言う。）では，トラジ通道の通行車両の状況を考慮して函渠内の幅を4.5mとし，高さ2.7m以上としている。

したがって，本計画路線が浙江省内にあることを考慮して，上記「暫行規定」の函渠内幅4.5mを採用し，函渠内空寸法を4.5m×2.8mとする。以上の内空寸法に対する設計標準断面図は図9.5.1に示すとおりである。

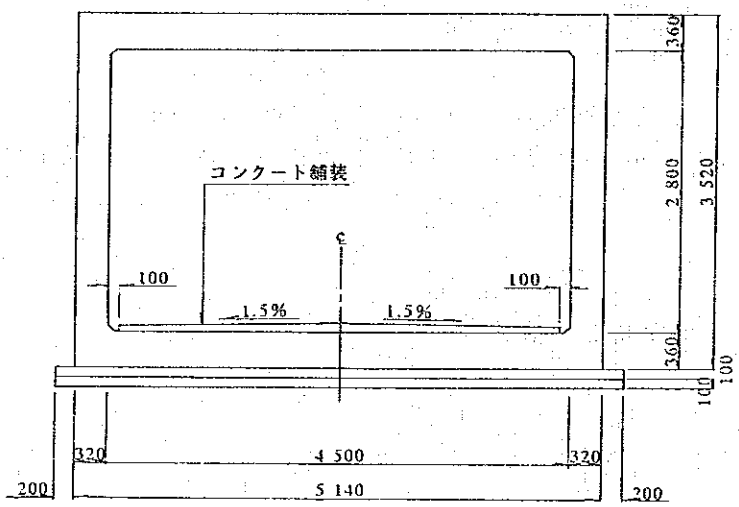


図9.5.1　トラジ通道用函渠設計標準断面図

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 39 に示すとおりである。

2)　人道用函渠の断面設定

人道の建築限界もトラジ通道と同様に，8.3.4(1)に示すとおり函渠内の幅4.0m以上，高さ2.2m以上となっている。一方，「暫行規定」では人道の通行者の状況を考慮して函渠内幅を3.0mとし、高さ2.2mとしている。

「暫行規定」の函渠内幅は8.3.4(1)に示す基準値より1m狭いが，本計画路線が浙江省内にあることを考慮して「暫行規定」の函渠内幅3.0mを準用し，函渠内空寸法を3.0m×2.3mとする。以上の内空寸法に対する設計標準断面は図9.5.2に示すよおりである。

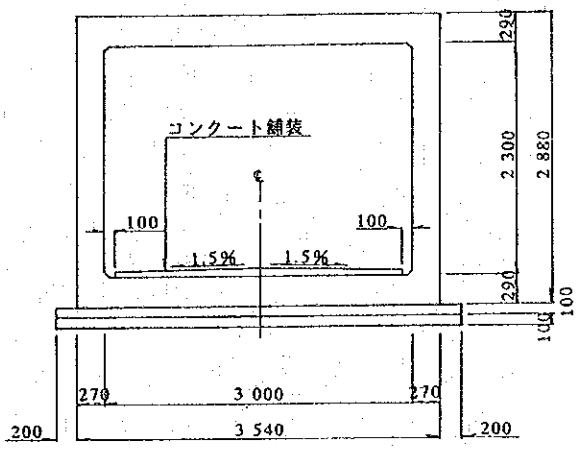


図9.5.2　人道用函渠設計標準断面図

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 40に示すとおりである。

(2)　水路用函渠の断面設定

水路用函渠は 8.3.3 (2),4)に示すとおり，本線を横断する函渠について流出量の計算を行ない，次のように断面を設定している。

① 平地部　設計流出量 3～20m^3/sに対して　函渠内空寸法　3.0m×2.3m
② 丘陵部　設計流出量 6～40m^3/sに対して　函渠内空寸法　4.5m×2.8m

以上の函渠内空寸法に対する設計標準断面図は図9.5.3および図9.5.4に示すとおりである。

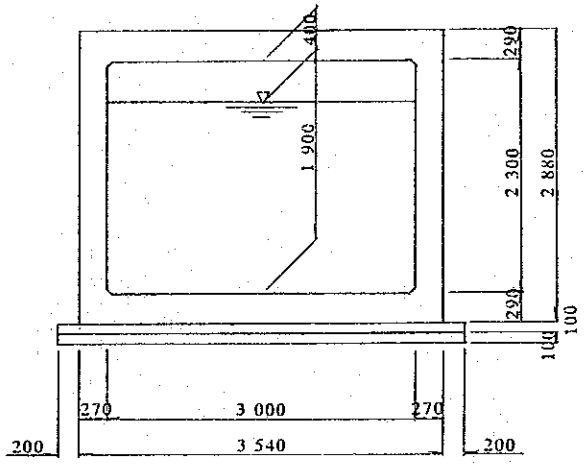


図9.5.3　平地部函渠設計標準断面図

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 41に示すとおりである。

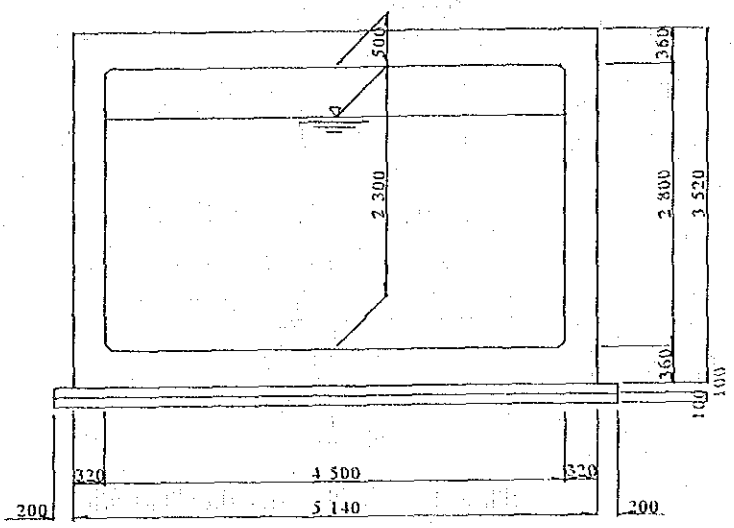


図9.5.4　丘陵部函渠設計標準断面図

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 42に示すとおりである。

9.5.3 横断管渠標準断面の設定

標準設計図集②の「杭甬高速公路橋涵設計図 鋼筋混凝土管涵」に掲載されている管渠は，孔径¢=1.0mおよび1.5mであり，土被りはh=0.5～4.0mである。ここで，横断管渠についても8.3.3(2),4)に示すとおり，設計流出量が平地部3m^3/s未満，丘陵部で6m^3/s未満の箇所は¢1.5mの管渠とする。管渠の設計標準断面図は図9.5.5に示すとおりである。

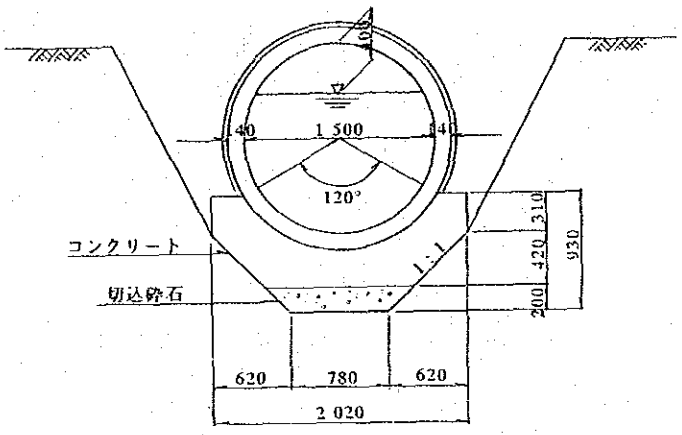


図9.5.5　横断管渠の設計標準断面図

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 43に示すとおりである。

9.5.4 本線擁壁標準断面の設定

標準設計図集③の「公路路基擁壁標準図 石積擁壁」（1983年，交通部第二公路勘察設計院）に掲載されている標準設計には重力式および傾斜式石積があるが，一般に用いられているのは重力式石積であるので，本設計においても重力式石積を用いるものとする。

本標準設計の重力式石積は，すでに述べたとおり，一般道路を対象としているので，汽車－10～20級荷重に対して盛土高 h=0.0～4.0mまでの設計がなされている。これらの標準設計を高速道路の汽車－超20級荷重へ適用するにあたっては，次の項で検討するものとする。

(1) 標準設計の高速道路の汽車－超20級荷重への適用

標準設計の超20級荷重への適用にあたっては，超20級と20級荷重による地中部鉛直土圧強度の比率により適用断面の選定を行う。超20級と20級荷重による地中部鉛直土圧強度の計算結果は表9.5.2に示すとおりであるが，超20級荷重による地中部鉛直土圧強度は，20級荷重の1.17倍となっている。

表9.5.2 地中部鉛直土圧強度比較表 単位：tf/m^2

荷重＼深さ(m)	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
超２０級	7.78	6.02	3.82	2.91	2.16	1.81
２０級	6.68	5.16	3.27	2.49	1.84	1.55
比　率	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17

一方，20級荷重のトラックは30tfであるので，車両占有面積より換算分布荷重を計算すると次のようになる。

汽車－20級荷重におけるトラックの換算分布荷重

$$W_{20} = 30.0/2.5 \times 8.0 = 1.5\ tf/m^2$$

超20級荷重の地中部鉛直土圧強度は表9.5.2に示すとおり20級荷重の1.17倍であるので，20級荷重の換算分布荷重に1.17倍した値を，盛土高に換算すると次のようになる。

汽車－超20級荷重の換算分布荷重

$$W_{s20} = 1.5 \times 1.17 = 1.76\ tf/m^2$$

換算盛土高

$$h = 1.76/1.80 = 0.96m$$

以上の計算結果より，20級荷重の標準設計を超20級荷重へ適用するにあたっては，（設計擁壁高または盛土高＋1.0mの盛土高）の標準設計を適用するものとする。

(2)　標準擁壁高の設定

本計画路線における標準擁壁高は，路線全体の盛土状況を考慮して，次の3種類とする。

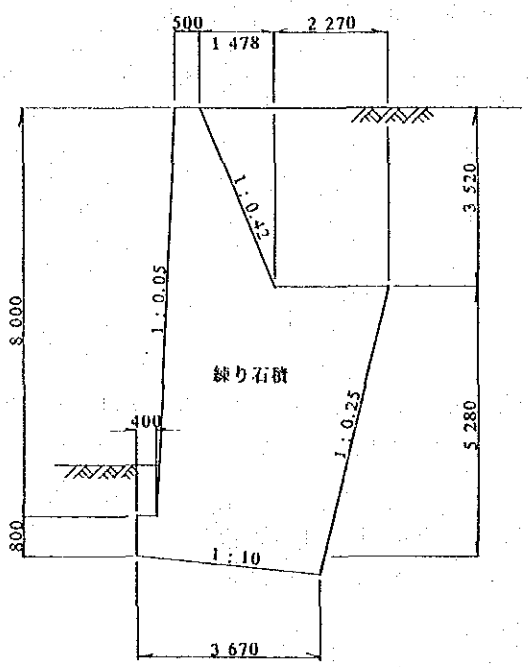
①　河川または高架橋取付高ならびに盛土高が6m≦h≦8mの場合　擁壁高 h = 8.0m
②　河川または高架橋取付高ならびに盛土高が4m≦h＜6mの場合　擁壁高 h = 5.0m
③　土留高1m≦h＜4mおよび盛土高2.0mの場合　擁壁高 h = 2.0m

以上の各擁壁に対して標準設計を適用するにあたっては，（設計擁壁高または盛土高＋1.0mの盛土高）の断面を用いることになり，標準設計の適用断面は次のとおりとなる。

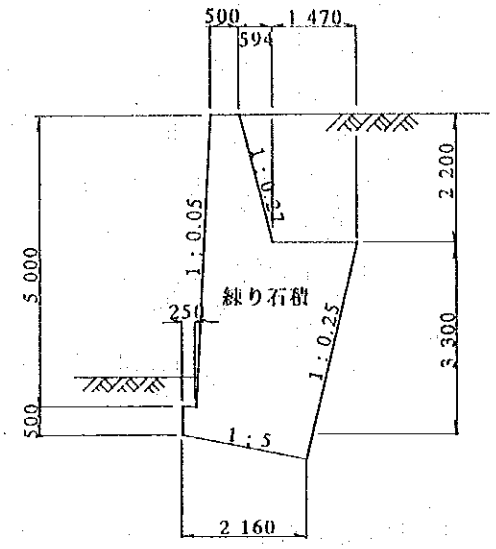
①に対しては，（擁壁高 h = 8.0m＋盛土高 h = 1.0m）の設計断面
②に対しては，（擁壁高 h = 5.0m＋盛土高 h = 1.0m）の設計断面
③に対しては，（擁壁高 h = 2.0m＋盛土高 h = 3.0m）の設計断面

これらの各擁壁に対する標準断面は図9.5.6に示すとおりである。

①　河川または高架橋取付高ならびに盛土高が6m≦h≦8mの場合　擁壁高 h = 8.0m



② 河川または高架橋取付高ならびに盛土高が4m≦h＜6mの場合　擁壁高 h = 5.0m



③ 土留高1m≦h＜4mおよび盛土高2.0mの場合　擁壁高 h = 2.0m

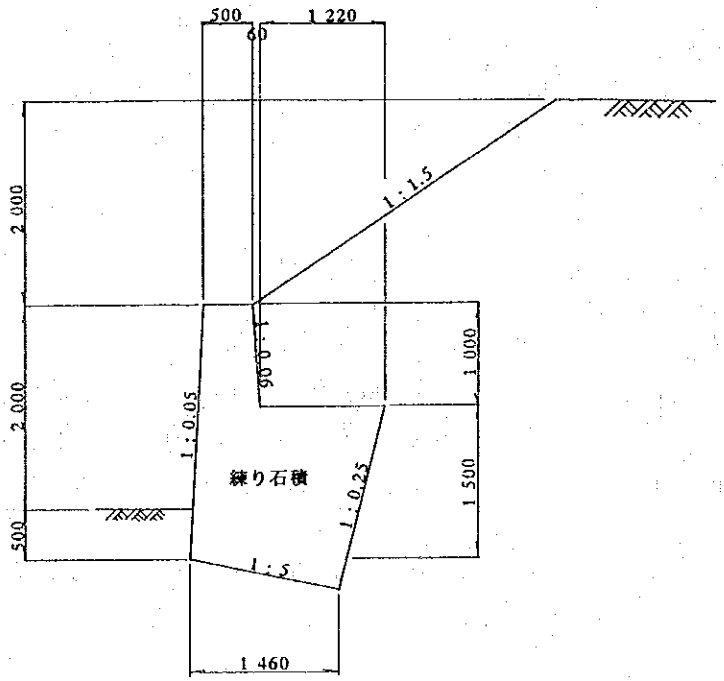


図9.5.6　重力式石積擁壁設計標準断面図

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 44に示すとおりである。

9.5.5 計画道路構造物の概略数量

9.5.2～9.5.4の標準断面の設定において定められた標準設計により，本計画路線において計画された道路構造物の概略数量は，次に示すとおりである。

郷村道用函渠	内空寸法	4.5m×2.8m	122箇所
	内空寸法	3.0m×2.3m	209箇所
水路用函渠	内空寸法	4.5m×2.8m	102箇所
	内空寸法	3.0m×2.3m	97箇所
水路用管渠	内空寸法	¢=1.5m	275箇所
土留用擁壁	高　　さ	h=2.0m	453m

9.6 橋梁設計

9.6.1 標準設計図集および参考図集の収集

本調査において収集した標準設計図集および参考図集は次のとおりである。

① 「杭甬高速公路橋涵設計図　装配式鋼筋，預応力混凝土板」（1989年，交通部公路規劃設計院）
② 「公路橋涵標準図　装配式鋼筋混凝土T形梁」（1992年，交通部公路規劃設計院）
③ 「公路橋涵設計図　装配式預応力混凝土簡支梁」（1983年，交通部公路規劃設計院）
④ 「公路橋涵標準図　装配式后張法混凝土I形組合梁斜橋　跨径；30米」（1991年，交通部公路規劃設計院）
⑤ 「公路橋涵標準図　装配式后張法混凝土I形組合梁斜橋　跨径；40米」（1991年，交通部公路規劃設計院）
⑥ 「公路橋涵標準図　鋼筋混凝土薄壁橋脚橋台，軽型橋脚橋台」（1992年，交通部公路規劃設計院）
⑦ 「公路橋涵標準図　場所打杭橋脚橋台」（1989年，交通部公路規劃設計院）
⑧ 「公路橋涵標準図　場所打杭橋脚橋台」（1984年，交通部第一公路規劃設計院）
⑨ 「公路橋涵標準図　場所打杭，拡大基礎橋脚橋台」（1992年，交通部公路規劃設計院）
⑩ 「杭州至寧波高速公路項目　招標文件第二，三合同蕭山段第4巻図集」（1991年，浙江省滬杭甬高速公路建設指揮部）

以上の標準設計図集は比較的新しく作成されたものであるので，設計荷重汽車－超20級および挂車－120についても作成されている。したがって，これらの標準設計図集を本計画にそのまま準用し，出来るだけ橋梁形式の標準化をはかるものとする。

9.6.2 橋梁スパンおよび形式の標準化

橋梁延長および単径間橋梁における橋梁分類は，8.3.5(1)によれば表9.6.1に示すとおりである。本設計においては橋梁スパンおよび形式を標準化して，計画路線内の道路，河川，水路および鉄道等の交差条件が満足される場合に，本標準設計を適用して設計し，表9.6.1により分類にするものとする。

表9.6.1 橋梁，函渠の径間別分類

橋梁函渠分類	多径間延長L(m)	単径間L_0(m)
特　大　橋	$L \geqq 500$	$L_0 \geqq 100$
大　　橋	$100 \leqq L < 500$	$40 \leqq L_0 < 100$
中　　橋	$30 < L < 100$	$20 \leqq L_0 < 40$
小　　橋	$8 \leqq L \leqq 30$	$5 \leqq L_0 < 20$
涵　　洞	$L < 8$	$L_0 < 5$

なお，橋梁形式による上下部工の標準化については，以下の項で検討するものとする。

(1)　上部工標準スパンおよび形式の設定

1)　小橋梁の標準スパンおよび形式の設定（上部工番号 S-1）

小橋梁のスパンに該当する道路は，省道，県道および郷村道等であるが，これらには併設水路も含むものとする。また，小河川および水路についても航路条件その他の条件が満足される場合には，本標準スパンを適用するものとする。

標準スパンの設定にあたっては，省道，県道および郷村道ならびに河川条件等を前提に，標準設計図集①を参考にした結果，標準スパンは $L_0=10.0$m とし，適用範囲は $5\text{m} \leqq L_0 < 15\text{m}$ とする。さらに，次の場合には必要に応じて，本スパンの組み合わせにより橋長を決定するものとする。

- 跨道橋の橋台高が $h>5.0$mの場合
- 河岸に堤防道路がある場合
- 河川幅が広い場合

スパン $L_0=10.0$m に対する標準図集は①の「装配式預応力混凝土板」および②の「装配式鋼筋混凝土T形梁」があるが，①の桁高が $h=400$ であるのに対して②の桁高は $h=900$ である。盛土高を極力低くすることを考慮すれば，当然，①の「装配式預応力混凝土板」が有利でああるので，①の形式を用いることとする。本形式の標準断面図は図 9.6.1 に示すとおりである。

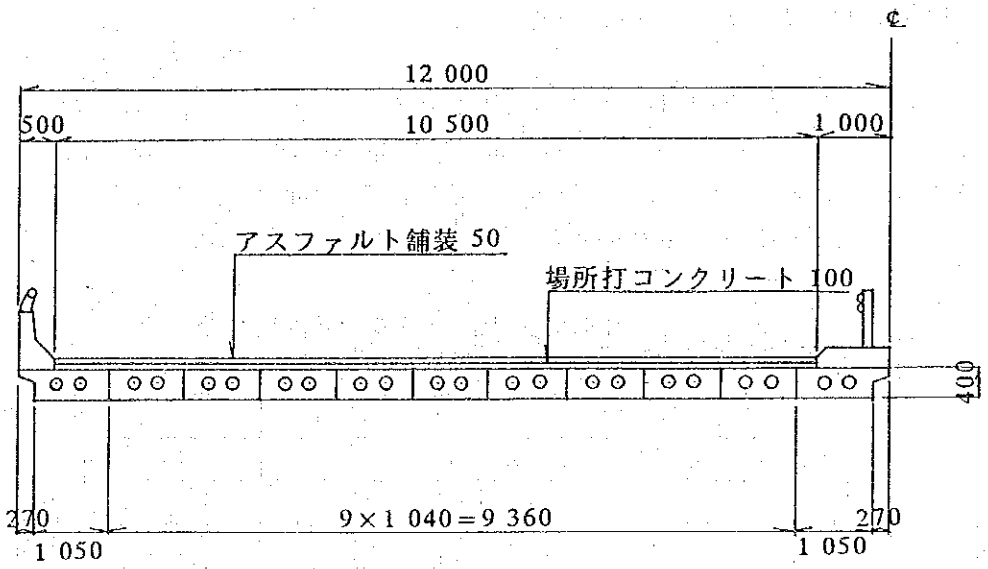


図9.6.1　スパンL_0＝10.0m装配式預応力混凝土板標準断面図（上部工番号S－1）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 45に示すとおりである。

2)　中橋梁(1)の標準スパンおよび形式の設定（上部工番号 S-2）

中橋梁(1)のスパンに該当する道路は，国道，省道の一部および広幅員の計画道路等であるが，これらには併設水路も含むものとする。また，中小河川および水路についても航路条件その他の条件が満足される場合には，本標準スパンを適用するものとする。

標準スパンの設定にあたっては，国道，省道の一部および広幅員の計画道路ならびに河川条件等を前提に，標準設計図集②を参考にした結果，標準スパンL_0=20.0mとし，適用範囲は 15m≦L_0＜25mとする。本スパンの適用にあたっては，本スパンの組み合わせ，または，本スパン L_0＝20mと小スパン L_0＝10mの組み合わせにより橋長を決定するものとする。さらに，次の場合も同様である。

・　河岸に堤防道路がある場合
・　河川幅が広い場合

スパン L_0＝20mに対する標準図集は②の「装配式鋼筋混凝土T形梁」のみであるので，⑩の「杭州至寧波高速公路項目　招標文件第二，三合同蕭山段第4巻図集」に掲載されている「装配式預応力混凝土空心板」と比較する。ここで，②の桁高が h＝1 500であるのに対して⑩の桁高は h＝900であるので，盛土高を極力低くすることを考慮すれば，当然，⑩の形式が有利である。したがって，本計画では⑩の形式を用いることとする。本形式の標準断面図は図9.6.2に示すとおりである。

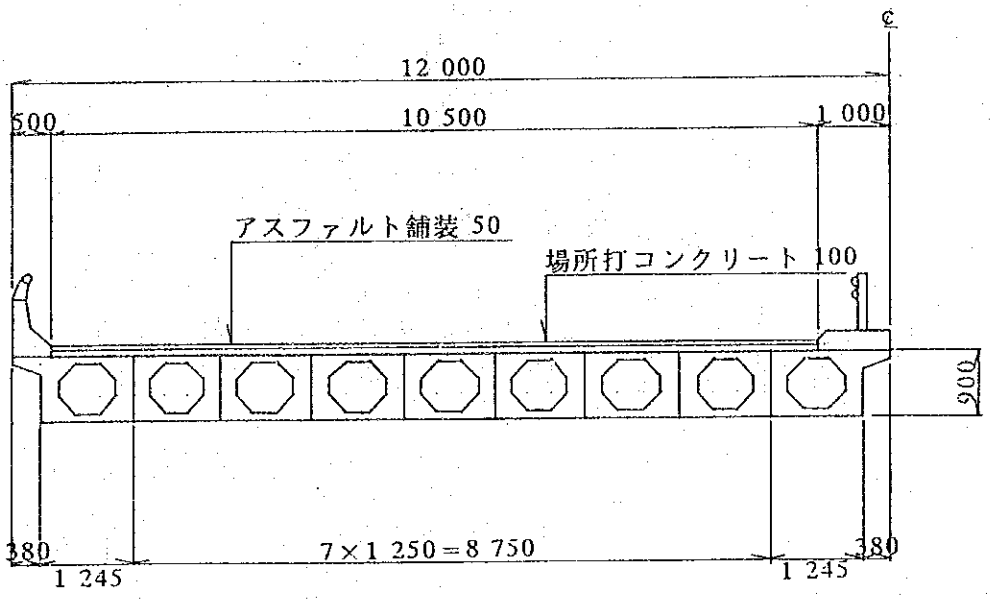


図9.6.2　スパンL_0＝20m装配式預応力混凝土空心板標準断面図（上部工番号S－2）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 46に示すとおりである。

3)　中橋梁(2)の標準スパンおよび形式の設定（上部工番号 S-3）

中橋梁(2)のスパンに該当する道路は主として広幅員の計画道路であり，また，大河川および水路についても航路条件その他の条件が満足される場合には，本標準スパンを適用するものとする。

標準スパンの設定にあたっては，広幅員の計画道路および河川条件等を前提に，標準設計図集③および④を参考にした結果，標準スパンは L_0＝30mとし，適用範囲は 25m≦L_0＜35mとする。本スパンの適用にあたっては，本スパンの組み合わせ，または，本スパンL_0＝30mと中スパン(1)の L_0＝20mの組み合わせにより橋長を決定するものとする。さらに，次の場合も同様である。

- 河岸に堤防道路がある場合
- 河川幅が広い場合

スパン L_0＝30mに対する標準設計図集は，③の「装配式預応力混凝土簡支梁」および④の「装配式后張法混凝土Ｉ形組合梁斜橋　跨径；30米」があり，③の桁高は h＝2 000，④の（桁高＋床版）も h＝2 000である。両型式とも構造高は同じであるが，③のＴ型断面が縦目地により桁間を一体としているのに対して，④の場合はＩ型断面に場所打床版を打設して合成桁としている。本計画では，極力桁をプレキャスト化して場所打部を減らし，施工性を高めるために③の「装配式預応力混凝土簡支梁」を用いることとする。本型式の標準断面図は図 9.6.3に示すとおりである。

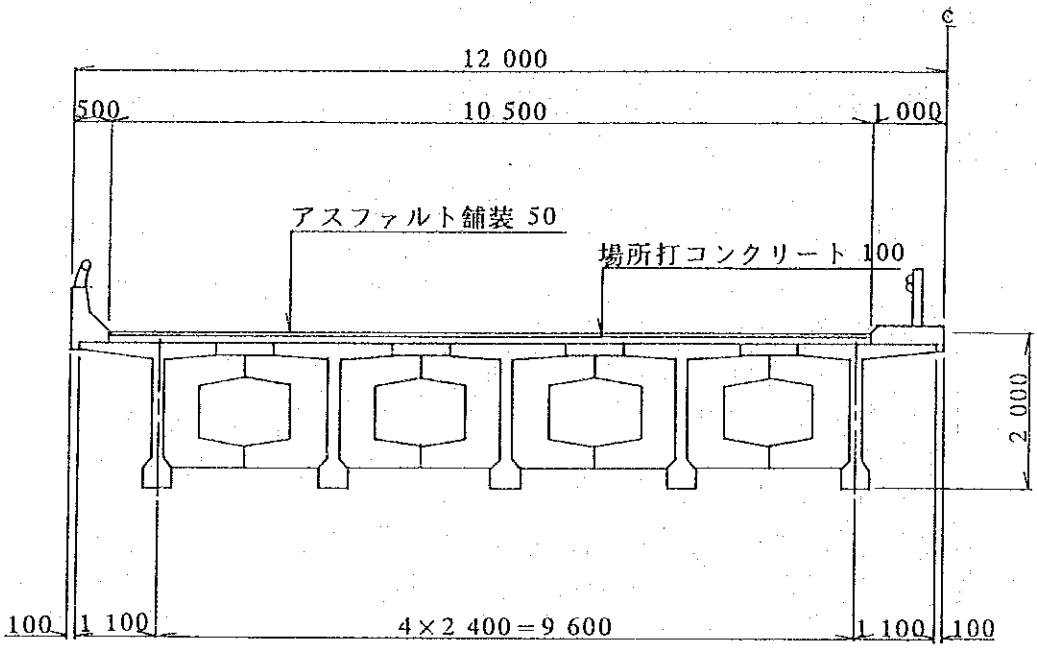


図9.6.3　スパンＬ₀＝30m装配式預応力混凝土簡支梁標準断面図（上部工番号Ｓ－３）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 47に示すとおりである。

4)　大橋梁の標準スパンおよび形式の設定（上部工番号 S-4）

大橋梁のスパンに該当する橋梁は，主として通航河川であるが，広幅員の計画道路についても必要に応じて，本標準スパンを適用するものとする。

標準スパンの設定にあたっては，河川条件等を前提にすることは当然のことであるが，中国における標準設計図集では最大スパンは $L_0=40$mであるので，標準スパンとしては $L_0=40$mとし，適用範囲は 35m $\leqq L_0<$ 45mとする。本スパンの適用にあたっては，本スパンの組み合わせ，または，本スパン $L_0=40$mと中スパン(2)の $L_0=30$mの組み合わせにより橋長を決定するものとする。さらに，次の場合も同様である。

・　河川幅が広い場合
・　河岸に堤防道路がある場合

スパン$L_0=40$mに対する標準設計図集は，中橋梁(2)と同様に，③の「装配式預応力混凝土簡支梁」および⑤の「装配式后張法混凝土Ｉ形組合梁斜橋　跨径；40米」があり，③の桁高は h＝2 500，⑤の（桁高＋床版）も h＝2 500である。両型式とも構造高は同じであるが，③のＴ型断面が縦目地により桁間を一体としているのに対して，⑤の場合はＩ型断面に場所打床版を打設して合成桁としている。本計画では，極力桁をプレキャスト化して場所打部を減らし，施工性を高めるために③の「装配式預応力混凝土簡支梁」を用いることとする。本型式の標準断面図は図 9.6.4に示すとおりである。

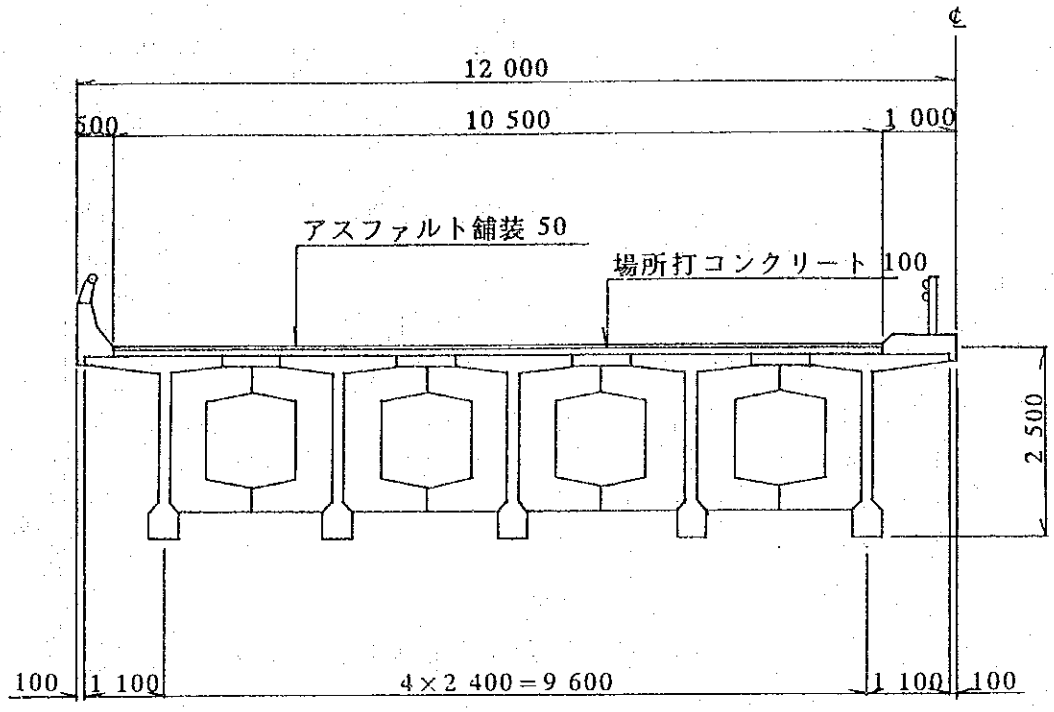


図9.6.4　スパンL₀＝40m装配式預応力混凝土簡支梁標準断面図（上部工番号S－4）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 48に示すとおりである。

(2)　下部工形式および高さの設定

1)　橋台形式および高さの設定

a)　薄壁橋台（橋台番号 A-1）

標準設計図集⑥では，上部工スパンL=5～16mに対して橋台高h=3～5mの設計がある。本橋台の適用可能な道路は，省道，県道および郷村道であるが，橋台取付部盛土高がh=5.5m以下であり，上部工標準スパンL_0=10m（上部工番号S-1）の単径間橋梁に対して橋台高h=5mを適用する。本形式の標準図は図 9.6.5に示すとおりである。

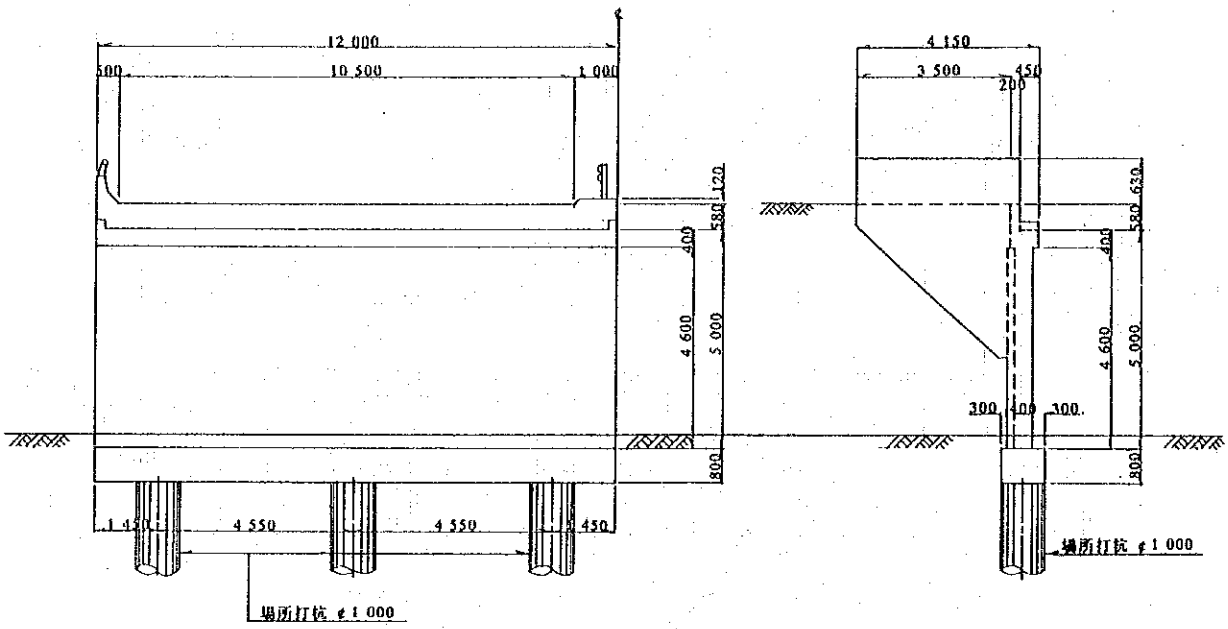


図9.6.5　薄壁橋台標準図（橋台番号A－1）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 49に示すとおりである。

b)　場所打杭橋台(1)（橋台番号 A-2）

標準設計図集⑦では，上部工スパンL=5～16mに対して橋台高h=3～5mの設計がある。本橋台は盛りこぼし式橋台であるので，道路，鉄道および河川等の多径間橋の側径間標準スパンがL_0=10m（上部工番号S-1）であり，橋台取付部盛土高がh=5～6m程度の橋梁に対して橋台高h=5mを適用する。本形式の標準図は図 9.6.6に示すとおりである。

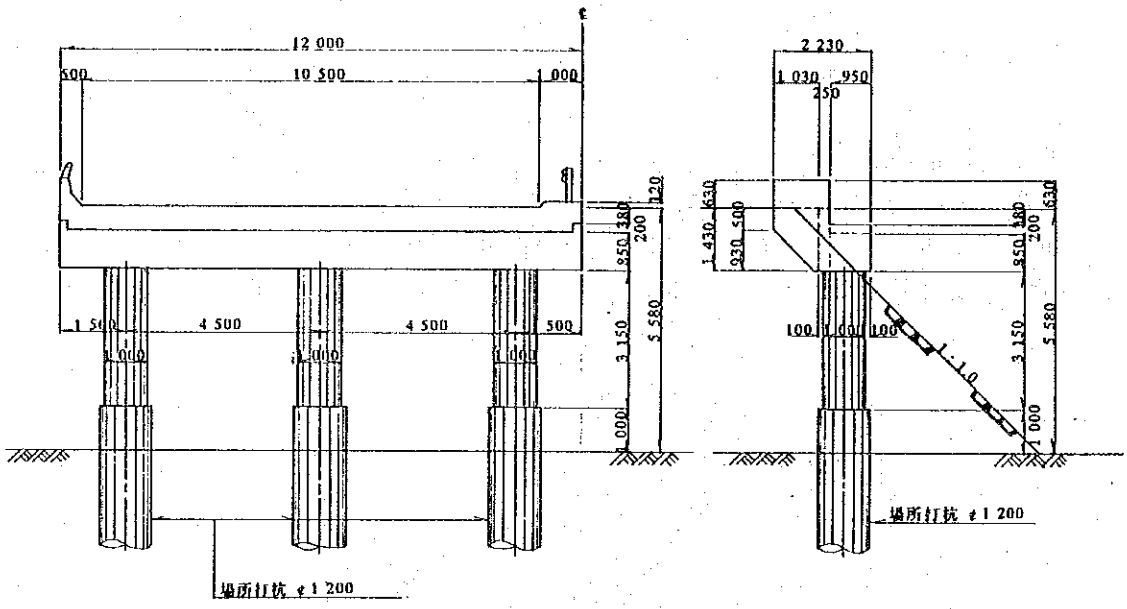


図9.6.6　場所打杭橋台(1)標準図（橋台番号A－2）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 50に示すとおりである。

c) 場所打杭橋台(2)（橋台番号 A-3）

標準設計図集⑧では，上部工スパンL=20～30mに対して橋台高h=3～7mの設計がある。本橋台も盛りこぼし式橋台であるので，道路，鉄道および河川等の多径間橋の側径間標準スパンがL_0=20m（上部工番号S-2）の橋梁に対して橋台高h=7mを適用する。本形式の標準図は図 9.6.7に示すとおりである。

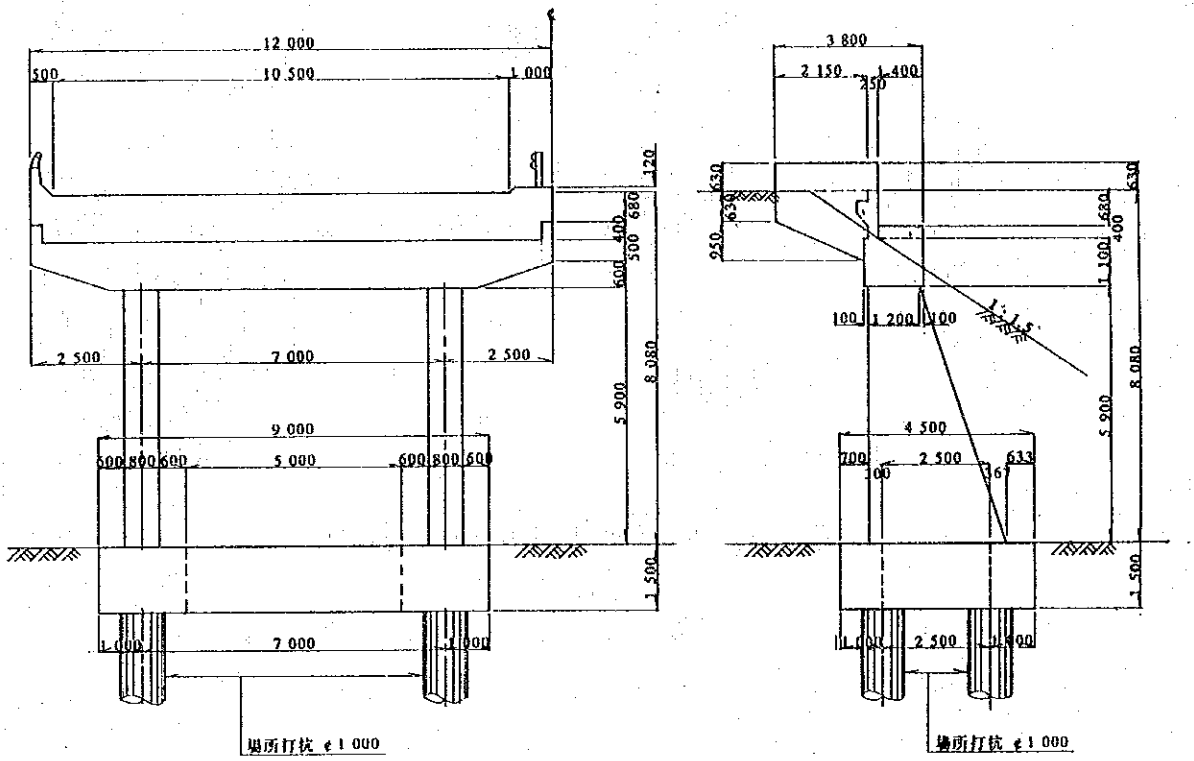


図9.6.7 場所打杭橋台(2)標準図（橋台番号A－3）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 51に示すとおりである。

d) 場所打杭，拡大基礎橋台（橋台番号 A-4）

標準設計図集⑨では，上部工スパンL=25～40mに対して橋台高h=6～10mの設計がある。本橋台も盛りこぼし式橋台であるので，道路，鉄道および河川等の多径間橋の側径間標準スパンがL_0=30m（上部工番号S-3）の橋梁に対して橋台高h=8mを適用する。本形式の標準図は図 9.6.8に示すとおりである。

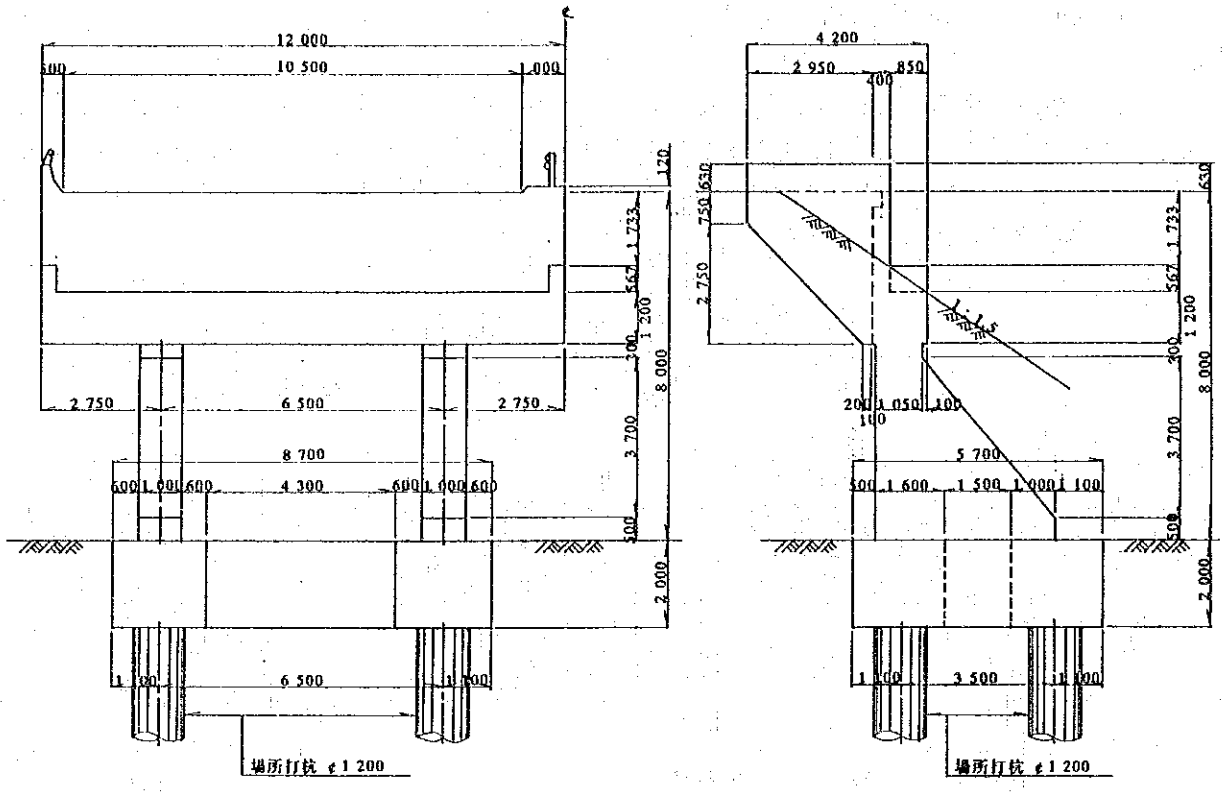


図9.6.8　場所打杭，拡大基礎橋台標準図（橋台番号A－4）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 52に示すとおりである。

2)　橋脚形式および高さの設定

a)　場所打杭橋脚(1)（橋脚番号 P-1）

標準設計図集⑦では，上部工スパンL=5～16mに対して橋脚高h=5～9mの設計がある。本橋の交差条件となる省道，県道および郷村道等の建築限界より決定された縦断線形に基づいて標準スパンL_0=10m（上部工番号S-1）の橋梁に対して橋脚高h=6mを適用する。本形式の標準図は図 9.6.9に示すとおりである。

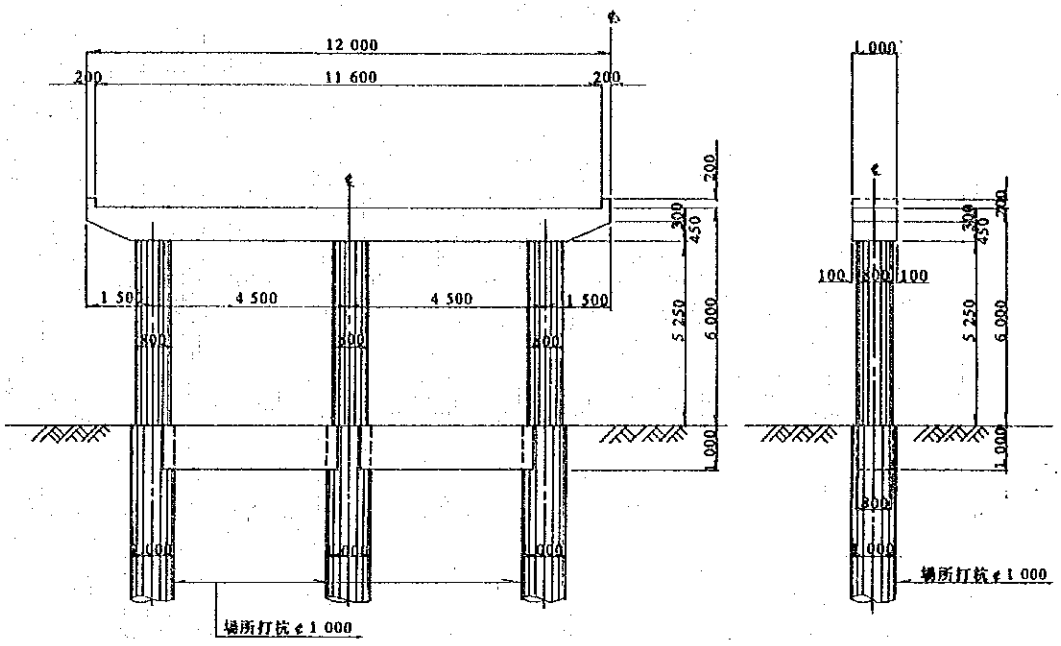


図9.6.9　場所打杭橋脚(1)標準図（橋脚番号Ｐ－１）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 53に示すとおりである。

b)　場所打杭橋脚(2)（橋脚番号 P-2）

標準設計図集⑧では，上部工スパンL=20～30mに対して橋脚高はh=5～10mの設計がある。本橋の交差条件となる道路，鉄道および河川等の建築限界または航路限界より決定された縦断線形に基づいて標準スパンL_0=20m（上部工番号S-2）の橋梁に対して橋脚高h=7.5mを適用する。本形式の標準図は図 9.6.10に示すとおりである。

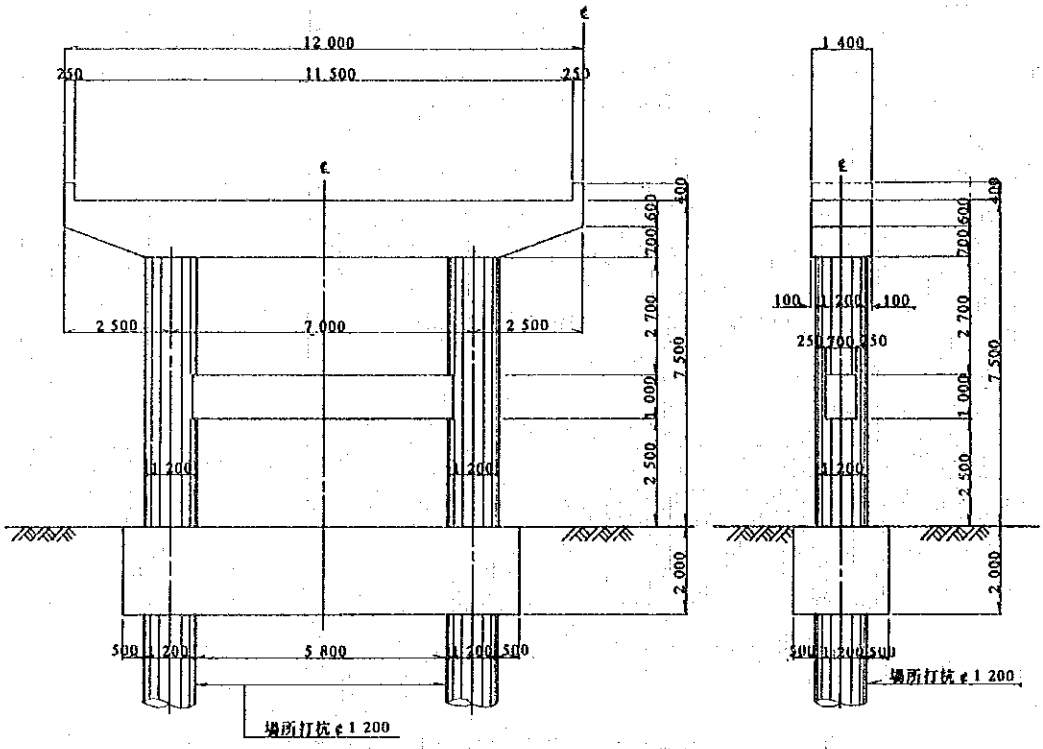


図9.6.10　場所打杭橋脚(2)標準図（橋脚番号Ｐ－２）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 54に示すとおりである。

c)　場所打杭橋脚(3)（橋脚番号 P-3）

標準設計図集⑨では，上部工スパンL=25～40mに対して橋脚高h=10～20mの設計がある。本橋の交差条件となる道路，鉄道および河川等の建築限界または航路限界より決定された縦断線形に基づいて標準スパンL_0=30m（上部工番号S-3）の橋梁に対して橋脚高h=14mを適用する。本形式の標準図は図 9.6.11に示すとおりである。

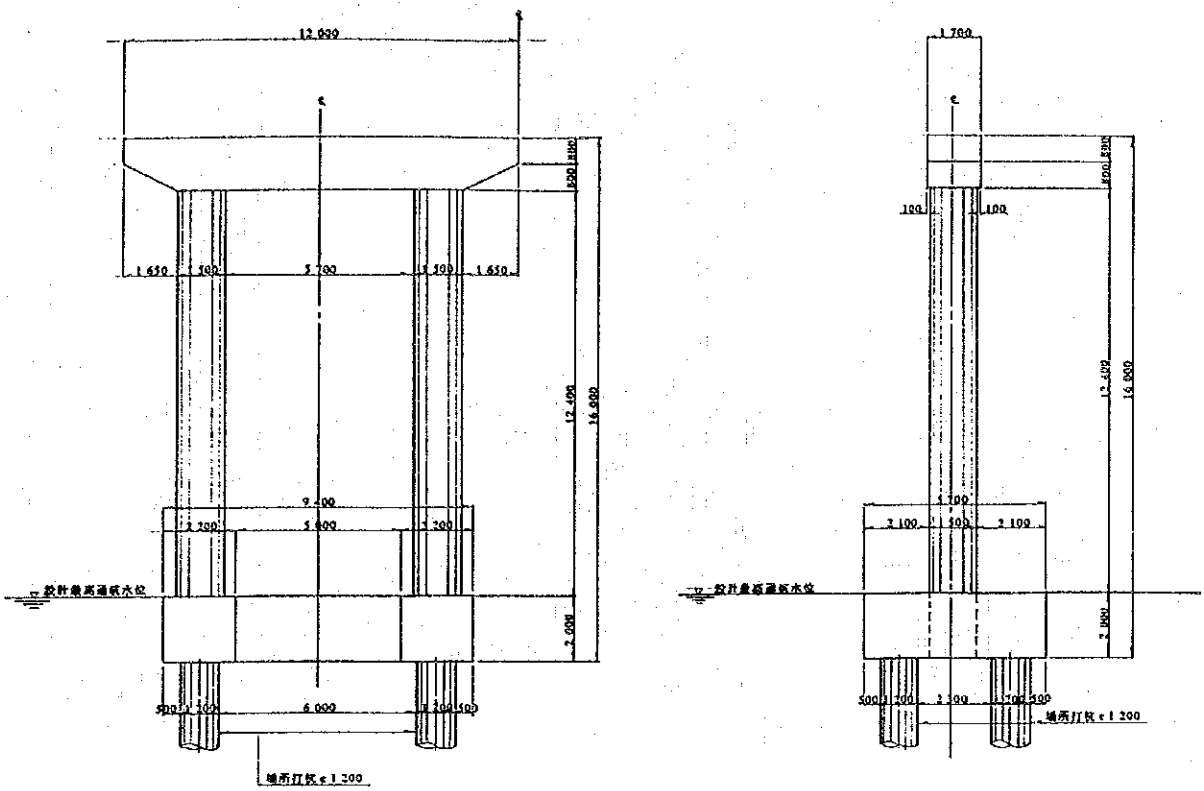


図9.6.11　場所打杭橋脚(3)標準図（橋脚番号Ｐ－３）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 55に示すとおりである。

d)　場所打杭橋脚(4)（橋脚番号 P-4）

標準設計図集⑨では，上部工スパンL=25～40mに対して橋脚高h=10～20mの設計がある。本橋の交差条件となる道路，鉄道および河川等の建築限界または航路限界より決定された縦断線形に基づいて標準スパンL_0=40m（上部工番号S-4）の橋梁に対して橋脚高h=14mを適用する。本形式の標準図は図 9.6.12に示すとおりである。

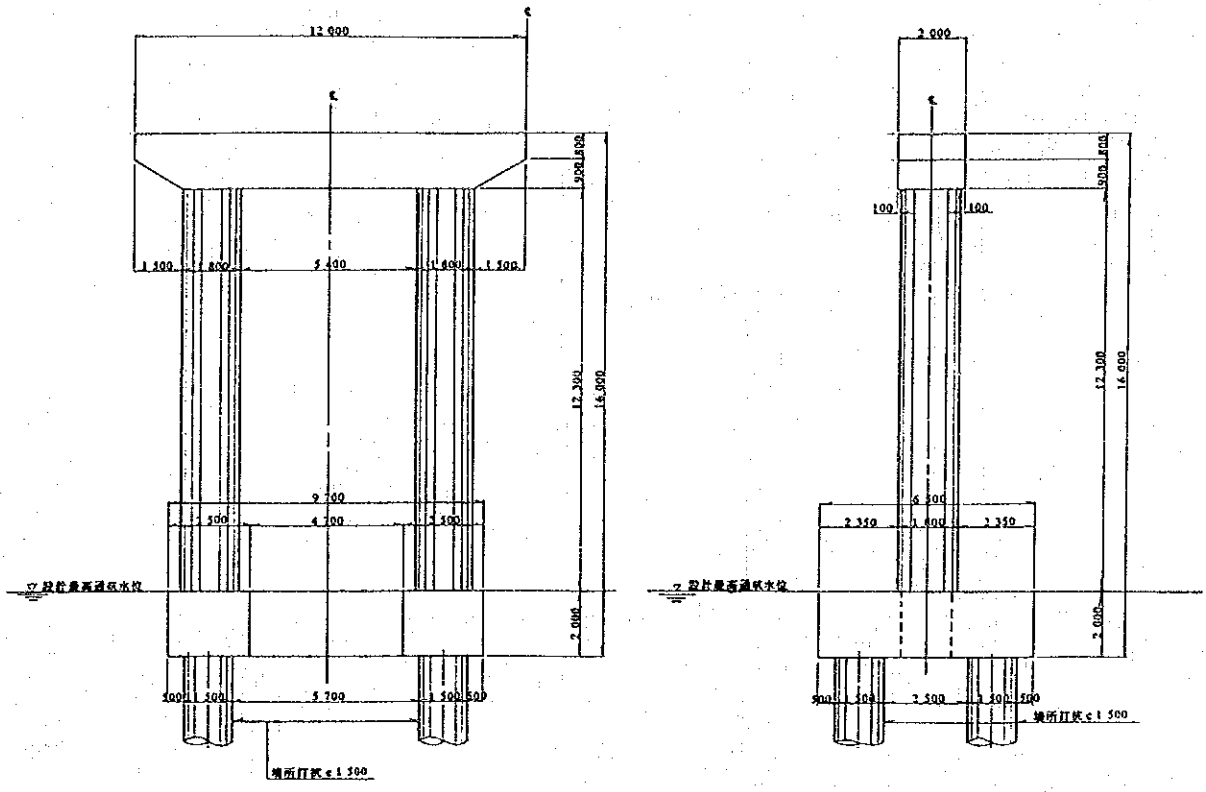


図9.6.12　場所打杭橋脚(4)標準図（橋脚番号Ｐ－４）

なお，本設計に対する標準設計図は，図面番号 56に示すとおりである。

9.6.3 橋梁の代表設計

本計画路線における橋梁の代表設計は，次の5橋について行なうものとする。

① 蕭山ジャンクションにおけるＢランプ橋
② 蕭山・蕭甬鉄道を立体交差する高架橋
③ 小河川を横過する趙公橋
④ 大河川を横過する橋梁として金華江および衢江橋

以上の5橋の設計にあたっては，橋梁の経済性，施工性および工期等を考慮して，中国において最も実績のある標準設計を，極力用いることとする。

(1)　蕭山ジャンクションＢランプ橋

本ランプは杭甬高速道路より計画路線へ流入するランプであり，杭甬高速道路，Ａランプおよび一般道と立体交差する高架橋である。

本ランプ橋の交差条件は，次のとおりである。

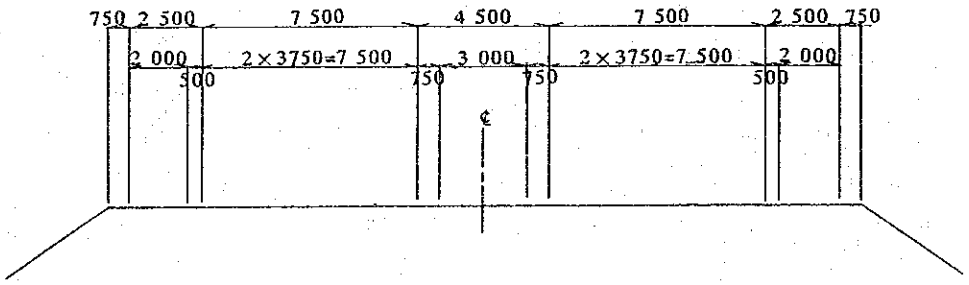
① 杭甬高速道路，Aランプおよび一般道の建築限界を確保すること。
② 供用中の杭甬高速道路の中央分離帯に橋脚を設ける場合には，杭甬高速道路を片側2車線確保すること。
③ 本高架橋は平面線形がR=230mの曲線を有しているので，曲線を考慮した上部工型式を選定すること。

以上の交差条件に対して，②の条件は図 9.6.13に示すとおり，中央分離帯における基礎杭に杭径φ=2.0mの場所打杭を用いることにより，フーチング幅をB=3.0mとすることが出来る。したがって，施工中の杭甬高速道路を片側2車線確保することが可能である。また，中央分離帯に橋脚を設けることにより，杭甬高速道路の建築限界を確保した場合，スパン30mとなるので，上部工型式の選定は比較的容易になる。

③の条件に対しては，スパン30mの場合にR=230mの曲線による弧長と弦長との最大シフト量は0.49mあるので，このシフト量による捩じりモーメントに対して箱桁で対処するものとする。この結果，本高架橋の上部工型式としてはＰＣ単純曲線箱桁を採用するものとする。

①の条件の建築限界に対してはＰＣ箱桁であるので，桁高が低いため十分，対応可能である。

杭甬高速道路の標準幅員構成



施工時幅員構成

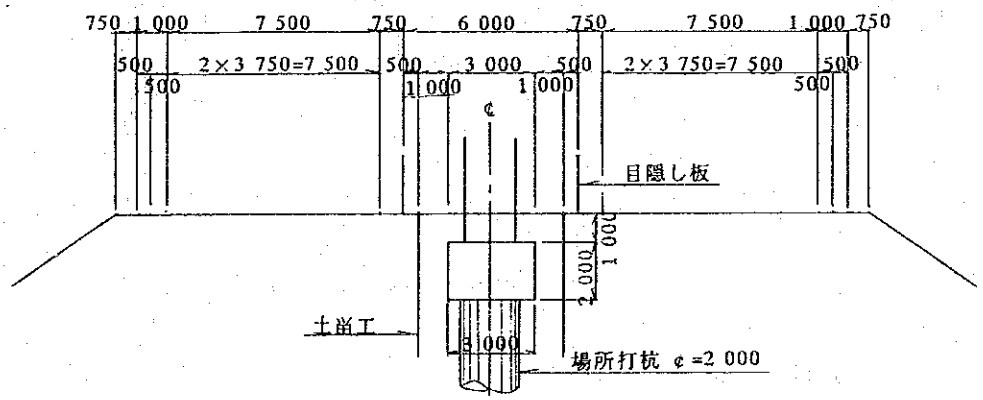


図 9.6.13 ランプ施工時の杭甬高速道路幅員構成図

以上の結果，本計画案の橋梁規模は次のとおりである。

・ 橋　　長　　715m
・ スパン割りおよび上部工型式
　ＰＣ単純曲線箱桁　　9×32m=288m
　　10×30m=300m
　　3×29m= 87m
　　2×20m= 40m
・ 下　部　工
　場所打杭橋台　　2基
　場所打杭橋脚　　23基
　合　　計　　25基

以上の橋梁規模に対する設計図は，図面番号 72に示すとおりである。

(2)　蕭山・蕭甬立体交差橋

本計画路線が蕭山・蕭甬鉄道と交差する位置における交差角は右62° 30′ であり，複線区間である。

本立体交差橋の交差条件は，次のとおりである。

① 蕭山・蕭甬鉄道の建築限界を確保すること。
② 蕭山・蕭甬鉄道に並行して流れる水路を確保すること。
③ 本地域は軟弱地盤地帯であるので，跨線部の縦断線形を低くしたこと。

以上の交差条件に対して鉄道の建築限界を確保し，縦断線形を満足するスパンおよび桁高を有する上部工型式は，スパンL=20mのＰＣ中空床版橋である。また，跨線部は62° 30′ の斜角を有しているので，跨線部の1スパンは鉄道と平行とし，跨線部の左右隣接スパンを調整スパンとして残りのスパンを法線方向とする。

以上の結果，本立体交差橋の規模は次のとおりである。

・ 橋　　長　　128m
・ スパン割りおよび上部工型式
　ＰＣ中空床版　　5×20m= 100m
　　2×14m= 28m
・ 下　部　工
　場所打杭橋台　　2基
　場所打杭橋脚　　6基
　合　　計　　8基

以上の橋梁規模に対する設計図は，図面番号 73に示すとおりである。

(3)　趙公橋

本橋の架橋位置における鳳桐江の規模は河川幅38mであり，計画路線に対して右45°の斜角を有している。

本河川における交差条件は，次のとおりである。

① 通航船舶20ｔに対する航路等級は，20ｔ船舶に対して便宜上8級とし，その航路限界は幅14m，高さ3.5mとする。
② 本河川における最高通航可能水位は，17.830mである。
③ 現堤防道路を堤内地側に切り回す場合は，現道幅員または幅員6.5mとし，その建築限界高は h=4.5mとする。

以上の交差条件に対して，航路限界を確保するとともに河川内に橋脚を設ける場合には河川内橋梁のスパンは27mとなる。また，左岸側の現堤防道路は建築限界を確保することが困難であるので，堤内地側に切り回すこととする。さらに，本橋は河川に対して45°の斜角を有しているので，右45°の斜橋とする。

以上の結果，本計画案の橋梁規模は次のとおりである。

・ 橋　　長　　90m
・ スパン割りおよび上部工型式
　ＰＣ単純Ｔ桁　　1×27m=27m
　ＰＣ中空床版　　1×23m=23m
　　1×20m=20m
　　2×10m=20m
・ 下　部　工
　場所打杭橋台　　2基
　場所打杭橋脚　　4基
　合　　計　　6基

以上の橋梁規模に対する設計図は，図面番号 74に示すとおりである。

(4)　金華江橋

本橋の架橋位置における金華江の規模は，航路としての低水敷部は180mであり，高水敷部は510mである。その合計は690mとなる。

本河川における交差条件は，次のとおりである。

① 通航船舶300ｔに対する航路等級は5級であり，その航路限界は幅30m，高さ5.0mである。
② 本河川における設計最高通航水位は，32.980m（黄海）である。
③ 現堤防道路を堤内地側に切り回す場合は，現道幅員または幅員6.5mとし，その建築限界高はh=4.5mとする。

以上の交差条件により，本橋の形式選定のために，次の3案について比較設計を行うこととする。

① 第一案　ＰＣ単純Ｔ桁橋
② 第二案　ＰＣ押出式連続箱桁橋
③ 第三案　ＰＣ片持式変断面連続箱桁橋

以上の3案について構造性，施工性および経済性等について比較検討した結果，第一案のＰＣ単純Ｔ桁橋を選定した。なお，橋梁形式比較選定表は資料編A9.12に示すとおりである。

以上の結果，本計画案の橋梁規模は次のとおりである。

・ 橋　　長　　800m
・ スパン割りおよび上部工型式
　ＰＣ単純Ｔ桁　　5×40m=200m
　　18×30m=540m
　ＰＣ中空床版　　3×20m= 60m
・ 下　部　工
　場所打杭橋台　　2基
　直接基礎橋脚　　22基
　場所打杭橋脚　　3基
　合　　計　　27基

以上の橋梁規模に対する設計図は，図面番号 75に示すとおりである。

(5) 衢 江 橋

本橋の架橋位置における衢江の規模は，航路としての低水敷部は160mであり，高水敷部は315mである。その合計は475mとなる。また，本路線の衢江に対する斜角は左74°30′である。

本河川における交差条件は，次のとおりである。

① 通航船舶300ｔに対する航路等級は5級であり，その航路限界は幅30m，高さ5.0m

である。

② 本河川における設計最高通航水位は，37.200m（黄海）である。

③ 現堤防道路を堤内地側に切り回す場合は，現道幅員または幅員6.5mとし，その建築限界高は h=4.5mとする。

以上の交差条件に対して金華江橋において，比較選定された第一案のＰＣ単純Ｔ桁橋を衢江橋にも採用し，左74° 30′ の斜橋とする。

以上の結果，本計画案の橋梁規模は次のとおりである。

・ 橋　　長　　570m
・ スパン割りおよび上部工型式
　ＰＣ単純Ｔ桁　　6×40m=240m
　　9×30m=270m
　ＰＣ中空床版　　3×20m= 60m
・ 下 部 工
　場所打杭橋台　　2基
　直接基礎橋脚　　12基
　場所打杭橋脚　　5基
　合　　計　　19基

以上の橋梁規模に対する設計図は，図面番号 76に示すとおりである。

9.6.4 計画橋梁の概略数量

9.6.2(1)上部工標準スパンおよび形式の設定および9.6.2(2)下部工形式および高さの設定において定められた標準設計により，本計画路線において計画された本線橋梁の概略数量は，次に示すとおりである。

特大橋	(500 ≦ L)	3 橋
大　橋	(100 ≦ L < 500)	12 橋
中　橋	(30 ≦ L < 100)	137 橋
小　橋	(8 ≦ L < 30)	111 橋

9.7 トンネル設計

9.7.1 坑口位置の選定

(1) 一般的な坑口位置の選定方法

一般的な坑口位置の選定方法としては下記のとおりとなっている。

- 坑口の位置は地形の横断面がトンネル位置について，できるだけ対称となるような位置とし，偏圧を受けないようにすること。
- トンネル延長を短くしようとして，坑口を山腹深く切り込むと，法面の安定をやぶり，崩壊，地すべりなどをひきおこす恐れがあり，特に地山が崖堆層などの不安定なものであるときは，この危険性が大きいので注意すること。
- 土かぶりが浅い場合などでは，無理してトンネル工法で掘削せず，明かり巻工法などを採用すること。
- トンネルを2本以上併設して掘削する場合には，坑口位置の決定には特に留意すること。
- 坑口位置では沢や谷川と交差しないように選定すること。
- 坑口位置は，仮設，営繕設備，工事用道路などの工事用設備計画を十分勘案して決定することが望ましい。

(2) 坑口予定地付近の地形地質状況

坑口予定地付近の地形地質状況としては，下記のとおりである。

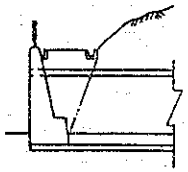
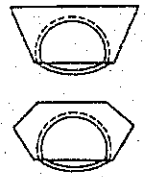
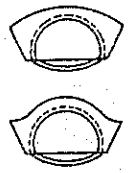
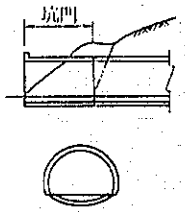
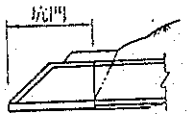
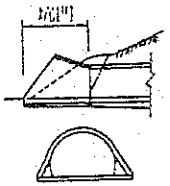
- 両坑口予定地付近の丘陵地を解析して小沢が発達している。小沢は地盤の隆起に伴って谷底平野が上昇し緩斜面が発達している。
- 緩斜面は古期扇状地堆積物層からなり，多量の地下水を貯留している。尾根状山地に降った雨水は斜面への浸透量は少なく，この緩斜面に貯溜する状況にある。
- トンネル坑口位置としてはこの緩斜面を避けるのが望ましい。設計上この緩斜面に坑口を設置する場合には，切土とし坑口は基盤につけるのが望ましい。

(3) 坑門工の形式

トンネルの坑口位置を選定するにあたって，坑門工の形式を検討する必要がある。

坑門工の形式には，面壁型と突出型に分類され，表 9.7.1に示すような特徴がある。

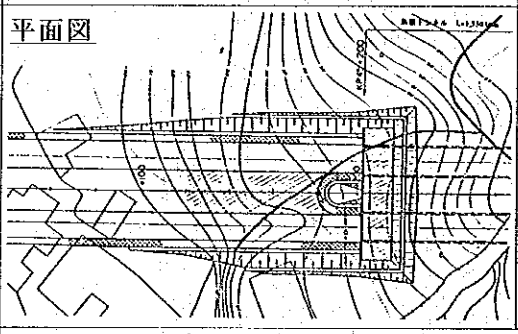
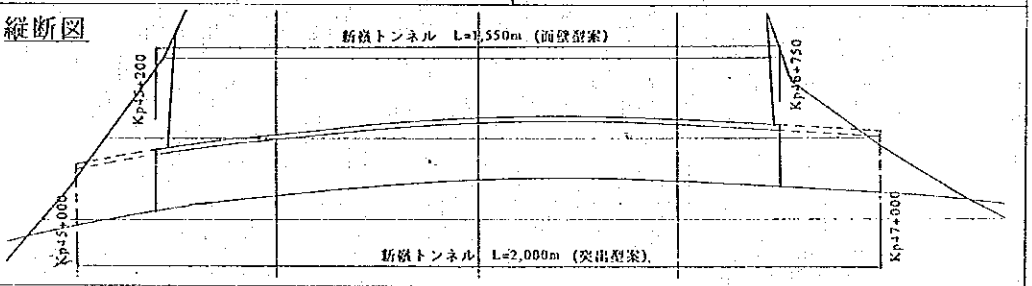
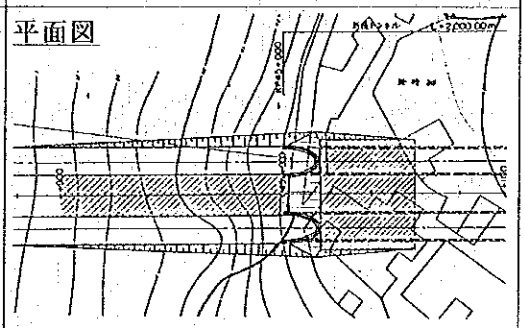
表 9.7.1　坑門工の形式と特徴

	面壁型			突出型		
項目	重力式	ウイング式	アーチウイング式	突出式	竹割式	ベルマウス式
形状						
地山条件による適用性	・地形的影響はあまり受けない。 ・比較的地形急峻の場合や土留壁的構造を必要とする場合に適用。 ・落石が多いと予想される場合に適用。 ・地質不良箇所には基礎工を考慮する必要がある。	・地形的影響はあまり受けない。 ・両切土の場合に適用。 ・背面土圧を全面的に受ける場合に適用。	・地形的影響はあまり受けない。 ・比較的地形がなだらかな場合に適用。 ・左右の切土が比較的少ない場合に適用。 ・基礎工が不要で坑口背面の切土法面の少ないところに適用。	・トンネルと地形の等高線とが坑口部で直交するのが望ましい。 ・押さえ盛土をした場合に適用。 ・坑口周辺の地質が良くない場合に適用。 ・坑口周辺地形の切り取りなど，整形が比較的可能な場合に適用。 ・切土法面が急で坑口背面より土砂の落下の危険のある所に適用。	・トンネルと地形の等高線とが坑口部で直交するのが望ましい。 ・坑門周辺の地形がなだらかな場合に適用。	・トンネルと地形の等高線とが坑口部で直交するのが望ましい。 ・地形，地質が比較的良く，坑口周辺の開けた箇所に可能である。
施工性	・不良地山では切土量が多くなるので，背面切土法面の安定化対策としての防護を十分に行なう必要がある。 ・施工は容易であるが擁壁基礎幅が広くなるので坑口の切土法面が長くなる。	・重力式に比べ擁壁基礎は不要で，切土法面も少ない。 ・トンネル本体との一体化が必要。 ・型枠，配筋等に手間がかかり，経費も多くなる。	・地形によっては一部(特にアーチ部)，明かり巻が必要である。 ・多少の保護盛土を必要とする。 ・重力式およびウイング式に比べ経済的である。	・地形，地質が安定している場合は最も経済的であるが，地質が悪く押さえ盛土を必要とする場合は先に明かり巻を必要とする。	・型枠，配筋等に手間がかかり，経費も多くなる。 ・面壁式に比べ容易である。	・同左
景観	・重量感はあるが，走行上の圧迫を感じやすい。 ・太陽光線等の輝度を下げる工夫が必要。(壁面のハツリ，凹凸，モルタル吹付等)	・同左	・アーチ部の曲線が，周辺地形とあまり違和感を感じさせないような配慮が必要。	・坑門コンクリートの面壁面積が少ないため，視覚的には違和感を感じさせない。 ・坑口周辺地形と良く適合する。	・周辺地形を修景することにより坑門との調和が図れる。	・車両の走行に与える影響は少ない。 ・坑口周辺地形と良く適合する。

(4)　坑口位置の選定における比較検討

前記の"(1)一般的な坑口位置の選定方法"および"(2)坑口予定地付近の地形地質状況"を考慮して，坑門工の形式およびその特徴などから，面壁型と突出型の2種類について表9.7.2のように比較検討を行った。

表 9.7.2　坑口位置の比較検討表

項　目	面壁型案	突出型案
概要図 (北坑口のみ)	平面図  縦断図  	平面図 
特　徴	・トンネル区間および延長： Kp45+200~Kp46+750，L=1.55km ・坑門の形式は面壁型となる。 ・不安定な緩斜面を排除すべく，坑口背面の切土法面高を最大15m以下となるような位置としている。 ・坑口背面の切土法面の安定に注意する必要がある。 ・工事用設備等を考慮し坑口前面はオープンカットとする必要がある	・トンネル区間および延長： Kp45+000~Kp47+000，L=2.00km ・坑門の形式は突出型となる。 ・緩斜面への切込が少ない分土被りの浅い区間が比較的長く連続する。 ・地質が不安定なことから，押さえ盛土が必要なため，明かり巻を先行する必要がある。
比較検討	・面壁型案の方がトンネル延長が短い。その分経済的である。 (延長差，L =0.45km) ・面壁型案の方が，不安定な緩斜面を排除しながらの施工となるため施工的には有利である。	・突出型案の方は，トンネル延長が長い。 ・突出型案の方は，明かり巻を先行し，押さえ盛土を行なう必要がある。

比較検討の結果，本F/Sでは経済性，施工性および維持管理等を考慮し，面壁型案を採用することとした。

9.7.2 換気方式と換気設備

(1) 換気方式

換気方式については，トンネル延長がL=1.55kmであり，かつ1方向トンネルであることから，前記”8.3.6トンネル工”の”(3)トンネル換気”に基づき，ジェットファンによる縦流換気方式を採用することとする。

(2) 換気設備

換気設備の必要性は，トンネルの延長，勾配，交通条件，気象条件等を考慮して検討するものとする。

1) 自然換気の限界

換気の種類は自然換気と機械換気に大別される。機械設備による換気の検討に先立ち，トンネル内の換気が自然換気で十分まかなわれるか否かについて検討する必要がある。

一方通行トンネルの場合の自然換気の限界は，経験的に次式の程度まで可能であるといわれている。

L・N=2000

L：トンネル延長(km)
N：計画時間交通量(台/h)

新嶺トンネルでは供用開始当初(2000年)の計画交通量が13,350台/日(N=668台/h)でありまたトンネル延長がL=1.55kmであることから，L・N=1035 となるため，供用開始当初から機械設備による換気は不要である。2010年では，計画交通量が34,566台/日 (N=1,728台/h)でL・N=2678 となり機械設備による換気は必要となるが，その後の交通量の増加の推移を見ながら，機械設備による換気を考慮するものとする。

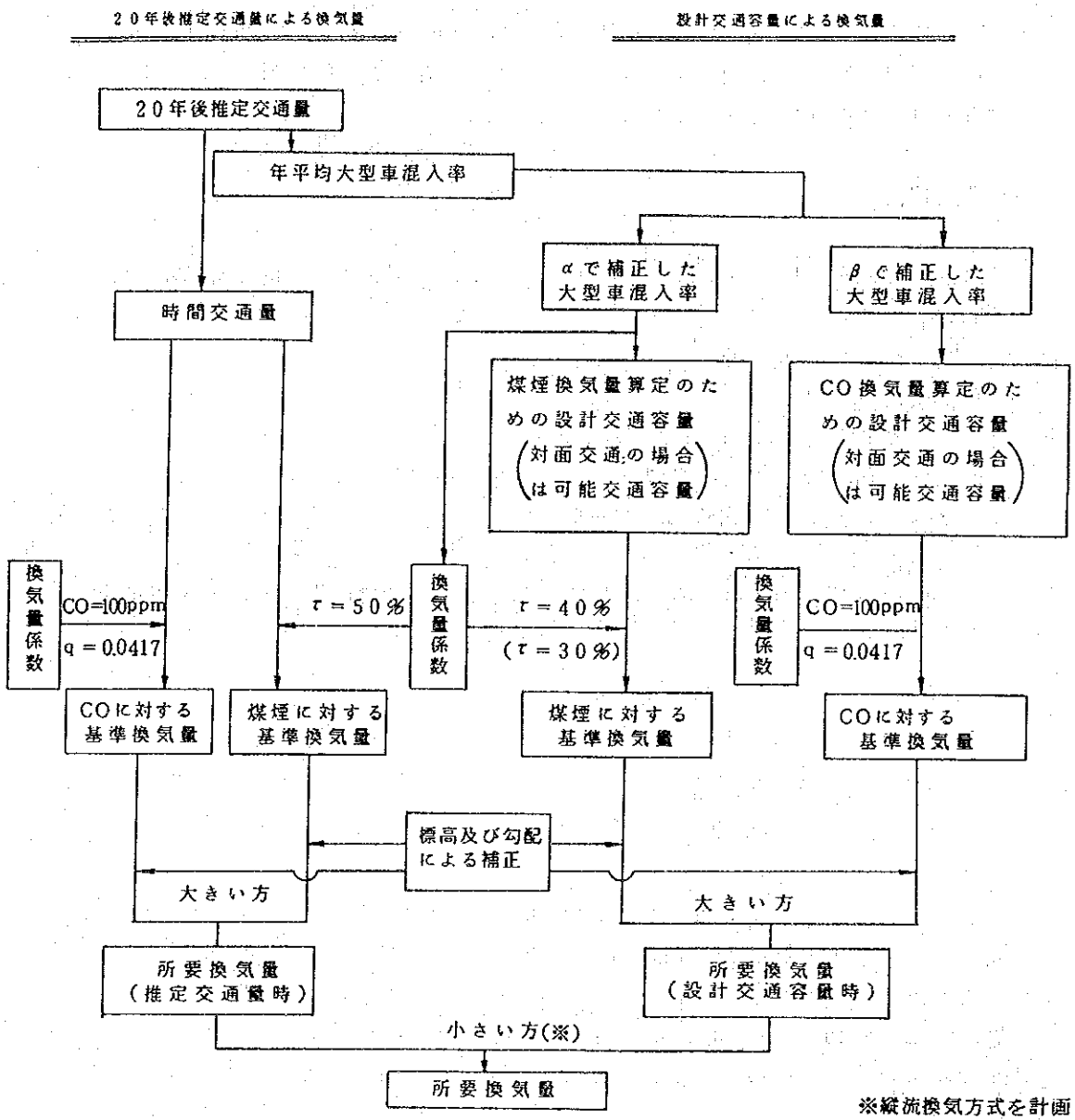
2) ジェットファン方式による換気設備

a) 換気量

換気量の算定は図 9.7.3 の流れ図に示すような手順で行なうものとする。なお，算定にあたっては，機械換気の必要性とその規模を検討するための準拠基準として，中国の公路隧道設計規範では不明であるため，日本道路公団の基準を使用することとしている。

供用開始20年後の計画交通量と，設計交通容量との2通りで検討を行ない，各々に対し排気ガス中の煤煙および一酸化炭素に対する基準換気量を求めることとしている。さらに

トンネルの勾配および標高に対する補正を行ない、各々の比較を行なって所要換気量を求めることとしている。



※縦流換気方式を計画する場合は交通換気力の影響により換気設備の大小が所要換気量の大小と逆転する場合も生ずるので充分検討する必要がある。

図 9.7.3　換気量算定流れ図

トンネルの換気は排気ガス中の煤煙および一酸化炭素を対象とし，おのおのの基準換気量を次式によって算出するものとする。

$Q_0=q \cdot N \cdot L$

Q_0：基準換気量 (m^3/sec)
q ：換気量係数
N：計画交通量 (台/h)
L：トンネル延長 (km)

なお，換気量係数は，当該トンネルの車道断面積 (Ar)，一酸化炭素許容濃度 (K)，許容煤煙透過率 (τ)，および大型車混入率によって求めるものとする。

基準換気量にトンネルの勾配および標高に対する補正を行なって，所要換気量を算出するものとする。

$Q=k \cdot Q_0$

Q=：所要換気量 (m^3/sec)
Q_0：基準換気量 (m^3/sec)
k：勾配および標高に対する補正係数
$k=k1 \cdot k2$
k1：勾配に対する補正係数
k2：標高に対する補正係数

上記の算定方法により所要換気量を求めると次のとおりとなった。

$Q=240\ m^3/sec$

b) ジェットファンの設置台数の算定

ジェットファンの設置台数は，求められた所要換気量を基に，次式による設置箇所数にて算出するものとする。

$Z=(\triangle P_R+\triangle P_M-\triangle Pt)/\triangle Pj$

Z：ジェットファンの設置箇所数
Z=(ジェットファンの総台数)/{1箇所あたりのジェットファン台数(2台)}

① $\triangle P_R$：トンネル壁面摩擦と出入り口損失による圧力損失

$\triangle P_R=(1+\zeta c+\lambda r \cdot L/Dr) \cdot Vr^2 \cdot \rho/2$ (mmAq)

② $\triangle P_M$：自然換気力

$$\triangle P_M=(1+\zeta e+\lambda r\cdot L/Dr)\cdot Vn^2\cdot\rho/2 \qquad (mmAq)$$

③ $\triangle Pt$：交通換気力（一方交通の場合）

$$\triangle Pt=(Ae/Ar)\cdot(\rho/2)\cdot n\cdot(Ut-Vr)^2 \qquad (mmAq)$$

④ $\triangle Pj$：ジェットファン1箇所あたりの圧力上昇

$$\triangle Pj=(\rho/2)\cdot Vj^2\cdot 2\cdot\phi\cdot(1-\psi)\cdot i \qquad (mmAq)$$

L ：トンネル延長 (1,550m)
Ar：トンネル断面積 ($75m^2$)
Ae：自動車等価抵抗面積(m^2)
Dr：車道断面代表寸法 (9.0m)
ρ ：空気の密度 ($0.1224kg\cdot sec^2/m^4$)
λr：車道内摩擦損失係数 (0.025)
ζe：トンネル入口係数 (0.6)
τ ：透過率 (%)
Ut：自動車走行速度 (m/sec)
Vr：車道内風速(断面平均風速)，V=Q/Ar (m/sec)
Vn：自然換気力のみによる車道内風速 (2.5m)
n ：トンネル内の自動車の台数
Vj：ジェットファン吹き出し風速 (m/sec)
Aj：ジェットファン吹き出し面積 (m^2)
ϕ ：断面積比　Aj/Ar
ψ ：流速比　　Vr/Vj
i ：1箇所あたりのジェットファン設置台数

上記の算定方法により求めると,次の通りとなった。

トンネル壁面摩擦と出入り口損失による圧力損失：
$\triangle P_R$=3.701 mmAq
自然換気力：$\triangle P_M$=2.259 mmAq
交通換気力：$\triangle Pt$=30.419 mmAq

ここで，交通換気力 ($\triangle Pt$)の方が，トンネル壁面摩擦と出入り口損失による圧力損失 ($\triangle P_R$)および自然換気力 ($\triangle P_M$)等の抵抗の合計よりも大きいためジェットファン方式による換気設備は不要という結果となった。ただし前節でも述べたように，日本における過去の経験では，供用開始10年後(2010年)の計画交通量では何らかの換気設備が必要になる