

1 4.3.3 縦断線形設計

本高速道路の計画地域は、一般に平坦地であり、また盛土材料にも乏しいので、縦断計画の主眼は、できるだけ縦断を下げ、土工量を少なくすることに置かれた。ただし、南京～鎮江間は微丘陵地区であるので、盛土と切土ができるだけバランスするように配慮した。

鎮江～上海間は、交差道路、水路などの縦断計画上のコントロールポイントを考慮し、次の3点を基本方針として、計画した。

- a) 縦断の最小勾配は、路面排水を考慮し、原則として0.3%とした。しかし盛土高を下げるため、直線部および片勾配を付さない半径7,500m以上の曲線部では、路面排水はすべて路肩側で集水されるので、最小勾配に0%を許容し、さらに片勾配の付される曲線部でも、盛土高を下げる上で特に有効な場合には、曲線の接続部（この部分では片勾配のすりつけのため、路面の横断方向に水平部分を生じる）以外の区間では、縦断勾配を0%まで許容した。
- b) 縦断の起伏（縦断の折れ線の長さ）は、概ね1km、最小800mとした。
- c) 平面と縦断の合成に配慮し、特に凹型縦断曲線と平面曲線の反向点、または曲線と直線の接続点（半径7,500m以上の場合を除く）とが重合しないようにした。

縦断計画がこれらの諸点の考慮のもとに行なわれた結果、鎮江～上海間の平均盛土高は、約5.0mとなった。この値は、中国の他の地域と比較すれば、低いものではないが、本高速道路の計画地域は人口密度も高く、また農工業の発展が著しく、そのため道路、水路も発達しており、高速道路の縦断線形を低く押さえるのに著しく困難が伴った。

このため、線形設計基準の厳しい適用のほか、中国側と協力して、道路、水路の統合や付け替えなど、盛土高を低く押さえるための有効な方策について努力が払われた。この問題は、実施設計の段階においても、平面線形の見直しも含め、さらに努力が続けられるべき課題である。

なお、縦断勾配の最大値は、南京～鎮江間の微丘陵地部にある1.54%となった。

1.4.4 土工設計

1.4.4.1 横断面設計

土工における横断面設計は、標準横断構成と、土工および舗装の設計条件によって定まる。設計上の基本的な要素について以下に述べる。

(1) 路面勾配

設計基準の設定（第13章 1.3.1.2項）において述べたように、標準的な路面勾配は、アスファルト舗装、コンクリート舗装のいずれの舗装の場合も、2%勾配とする。

(2) 片勾配と基準点（回転軸）

曲線部では路面に片勾配が付される。その際に各車道毎に横断面の回転軸が定められる。本高速道路では、次の方針によることとする（図14-4、土工部標準横断図参照）。

- ・中央分離帯の幅員が3.0mの場合（本線）：各車道中心
- ・中央分離帯の幅員が1.0mの場合（鎮江枝線）：左側側帯縁（中央分離帯の両縁）

(3) 中央分離帯

中央分離帯の構造は、幅員によって区別する。標準的な3.0mの中央分離帯の場合は、中央に両面型防護柵を設置することを前提に、縁石を設けない平坦な断面を採用する。これは高い設計速度の場合、分離帯に誤って侵入した車が、縁石があることによって、かえって跳躍や転倒などの事故を招く危険を防止するためである。

分離帯の幅が1.0mの場合は、障壁型縁石を用いた形式とし、防護柵は設けないものとした。

(4) 法面勾配

a) 盛土法面

盛土の法面勾配は、一般に1:1.5を用い、軟弱地盤で軟弱地盤処理工を必要とする高さ（1.4.5.2項参照）以上の場合には1:1.8を用いることとした。盛土高が高い場合には、垂直高7.0m毎に小段を設け、小段の幅は1.5mとした。

b) 切土法面

切土法面は南京～丹陽間にのみ現われる。土質、地質の状況によって、法面勾配は1:0.5～1:1.5まで変化する。切土高が高い場合には、盛土と同様に垂直高7.0m毎に幅1.5mの小段を設けた。

1 4. 4. 2 標準横断面と用地限界

道路の横断面全体および用地限界は、幾何構造から定まる横断構成と土工設計から定まる法面勾配、および側道などの付帯施設の有無、道路管理上の余裕幅などから決定される。図14-4および図14-5に、土工部および橋梁部の標準横断面を示す。用地限界については、原則的に、土工部では盛土法尻、切土法肩から2.0m外まで、橋梁部では、構造物外面から2.0m外までとする。

1 4. 4. 3 土工部と橋梁部の適用

盛土の高さが高くなると、それに伴い盛土材料の必要量は大幅に増え、軟弱地盤地帯では基礎地盤処理が必要となり、また取得すべき用地面積も増えるため、盛土の建設費は割高となって、高架橋と競合してくる。

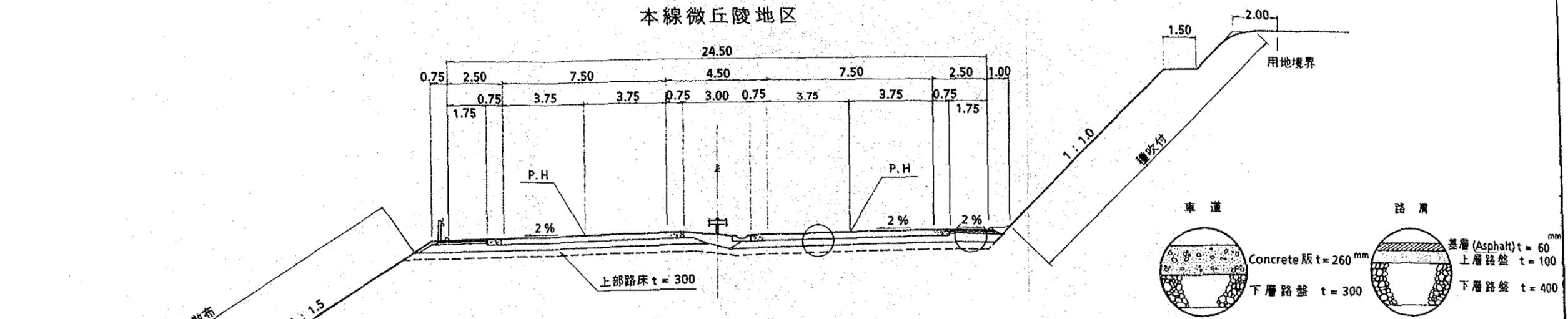
本プロジェクトにおいて、盛土を計画した場合と高架橋を計画した場合の計画概要を比較すると次のようになる。

	盛 土	高 架 橋
・ 計画概要	H (計画高-地盤高) ≤ 6.0m 軟弱地盤処理は敷砂工以外計画せず。 6.0m < H ≤ 7m のり面下にサンドドレーン(φ8cm, L=10m, 1.5mピッチ)を計画。 7m < H サンドドレーンに加え押え盛土工を計画。	上部工: RC-T桁橋 (支間15m および20m) 下部工: 柱式橋脚 基礎工: RC杭 (40×40cm)
・ 維持管理	沈下に対してはかさ上げなどの維持補修が必要である。	不等沈下に対応するためジャッキアップなどの対策が必要である。
・ 材料調達	盛土材料は盛土高が高くなるにつれ大きく増す。サンドドレーンの砂材は福建省(福州)、浙江省(杭州)、安徽省などから運河を利用して長距離(100km以上)を運搬する。	コンクリート用材(砕石とセメント)は計画地域で調達できる。 鉄筋は大量使用となると輸入する必要がある。

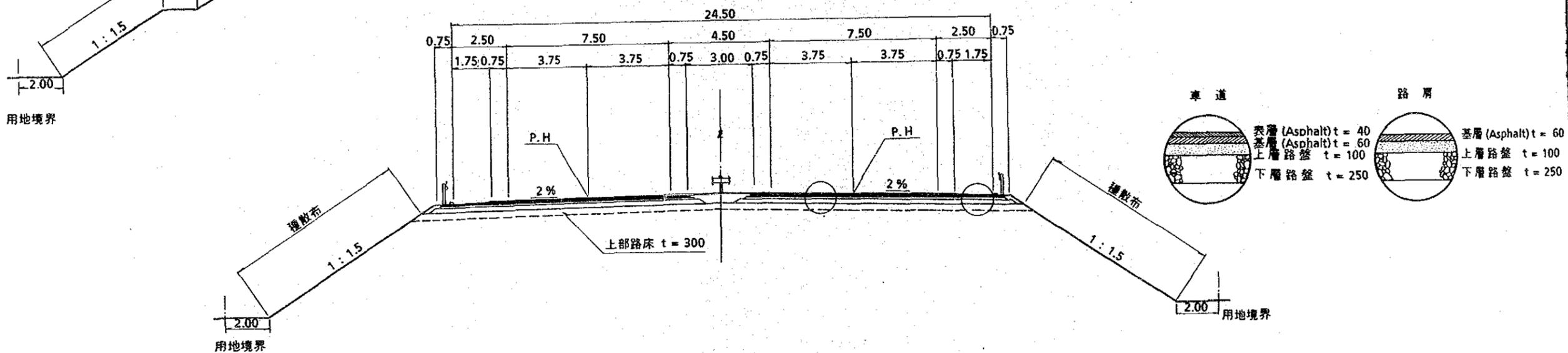
注: 盛土の場合の計画は軟弱地盤地帯B区間の場合(14.5節参照)のものである。

盛土高を変化させ、盛土の場合の建設費と高架橋の場合の建設費(用地補償費を含む)を道路延長20m当たりについて比較したものを図14-6に示す。なお、この比較は丹陽~上海間の平地部で盛土材が客土となる場合を対象としており、盛土材が道路掘削によって客土より安く得られ、また地盤状況も良い南京~丹陽間は対象としていない。

本線微丘陵地区



本線平坦地区



鎮江枝線

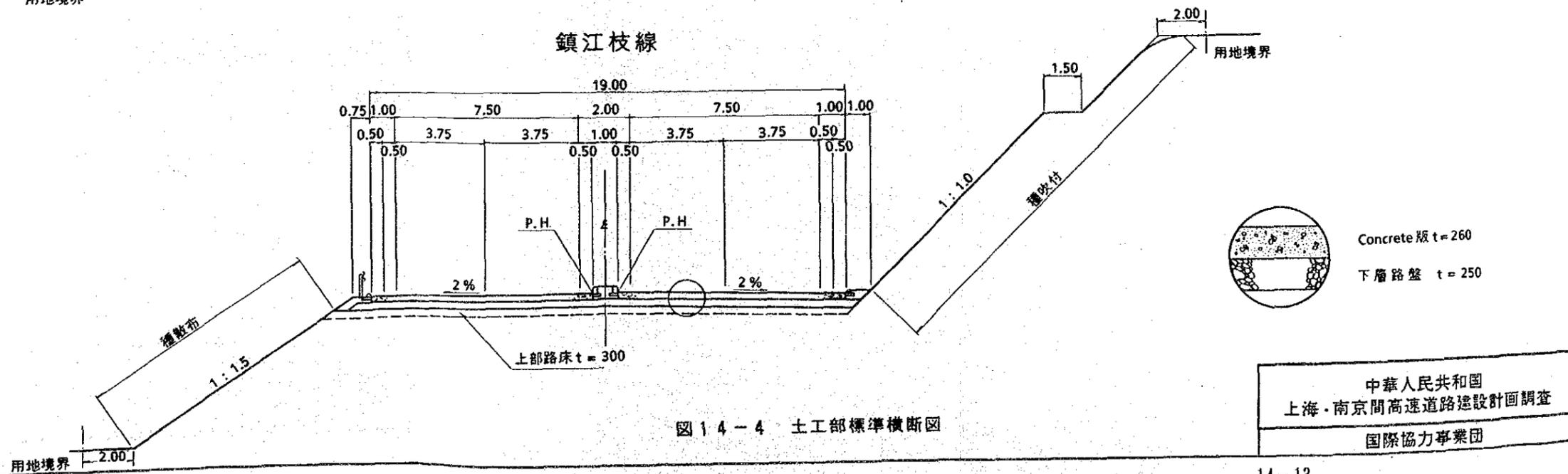
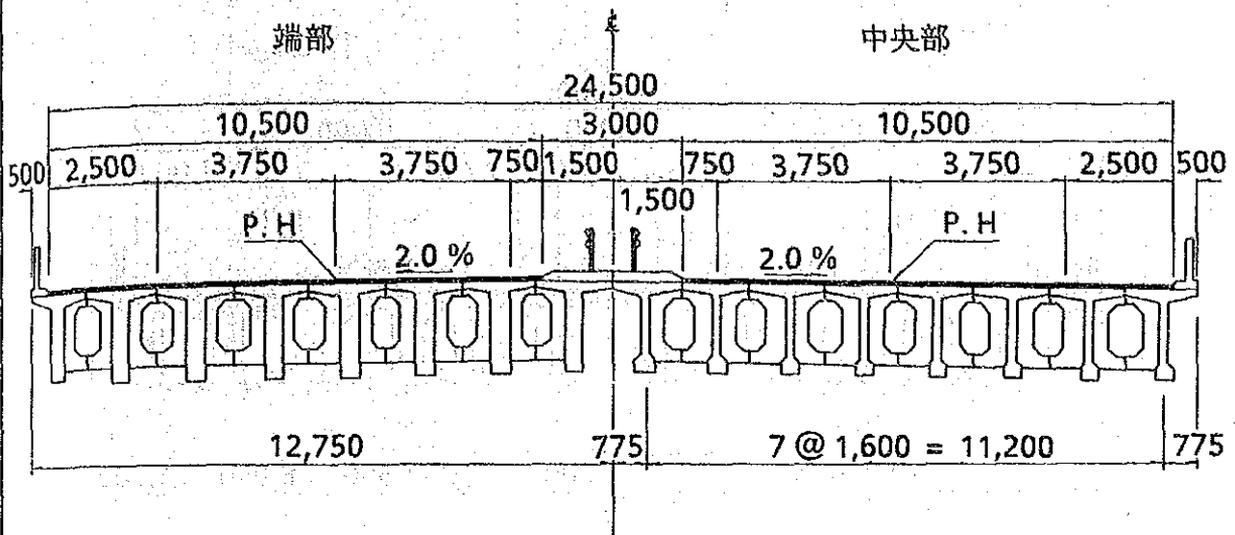


图 14-4 土工部標準横断面

中華人民共和國
上海·南京間高速道路建設計画調査
國際協力事業団

中小橋 (橋長 < 50m)



長大橋 (橋長 ≥ 50m)

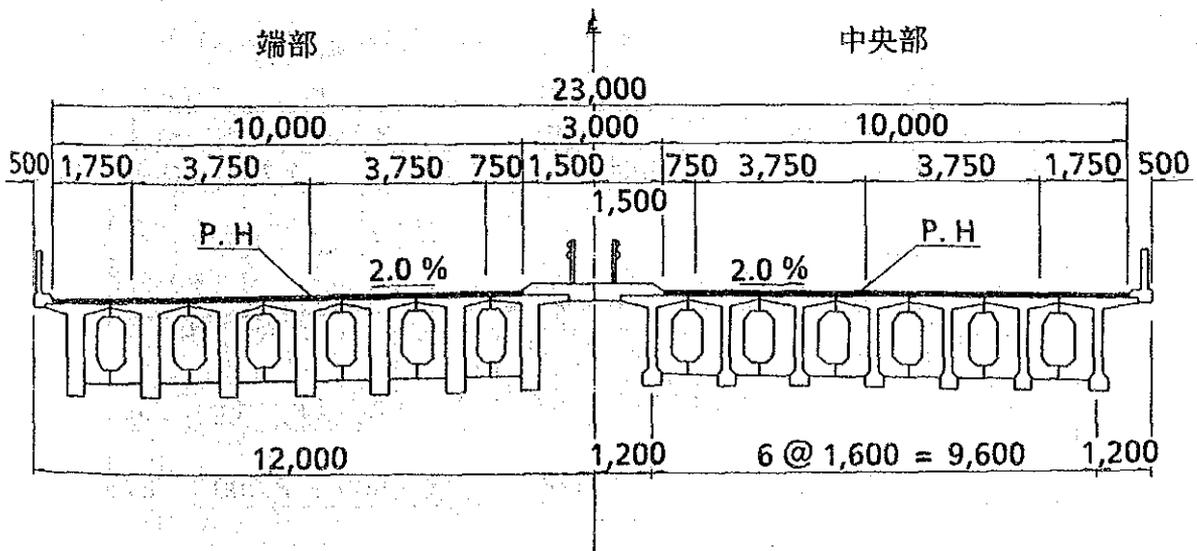


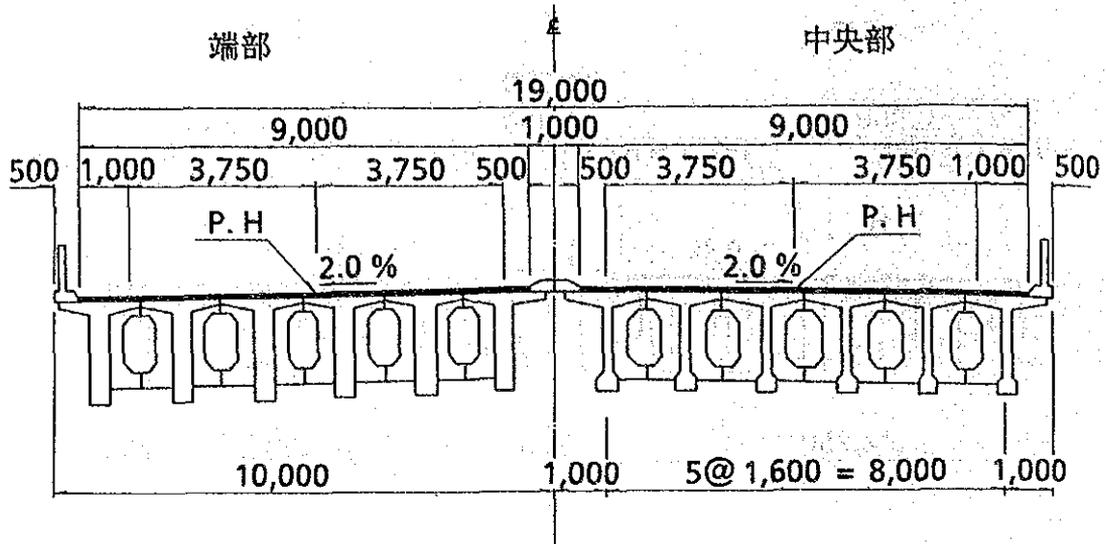
図14-5(1) 橋梁部標準横断面図

一本線 (南京~上海)

中華人民共和國
上海・南京間高速道路建設計画調査

國際協力事業団

中小橋 (橋長 < 50m)



長大橋 (橋長 ≥ 50m)

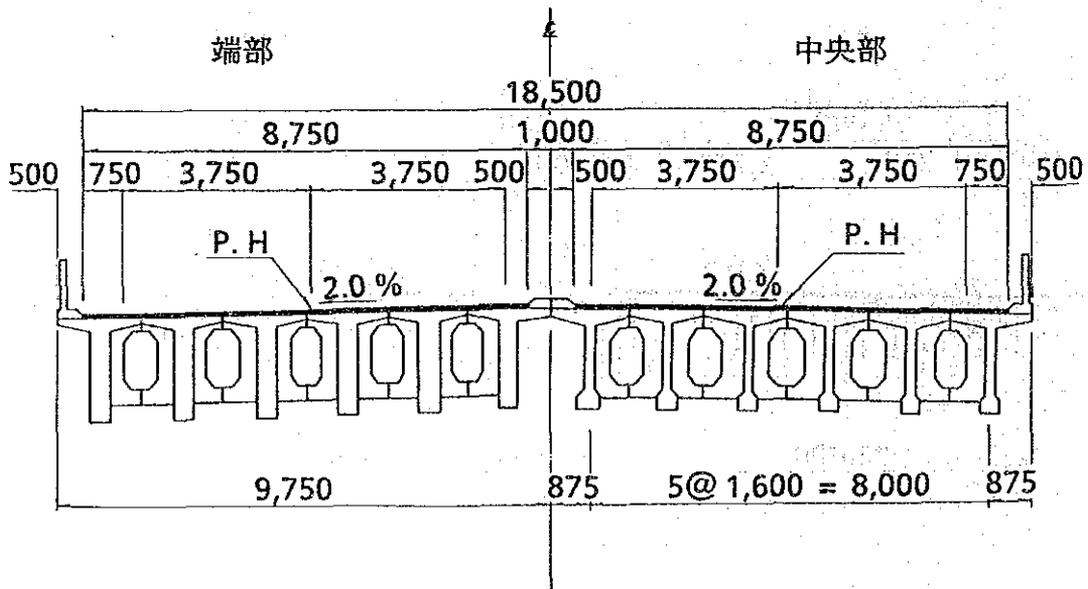


圖 1 4 - 5 (2) 橋梁部標準橫斷圖

— 鎮江枝線 —

中華人民共和國
上海·南京間高速道路建設調查

國際協力事業團

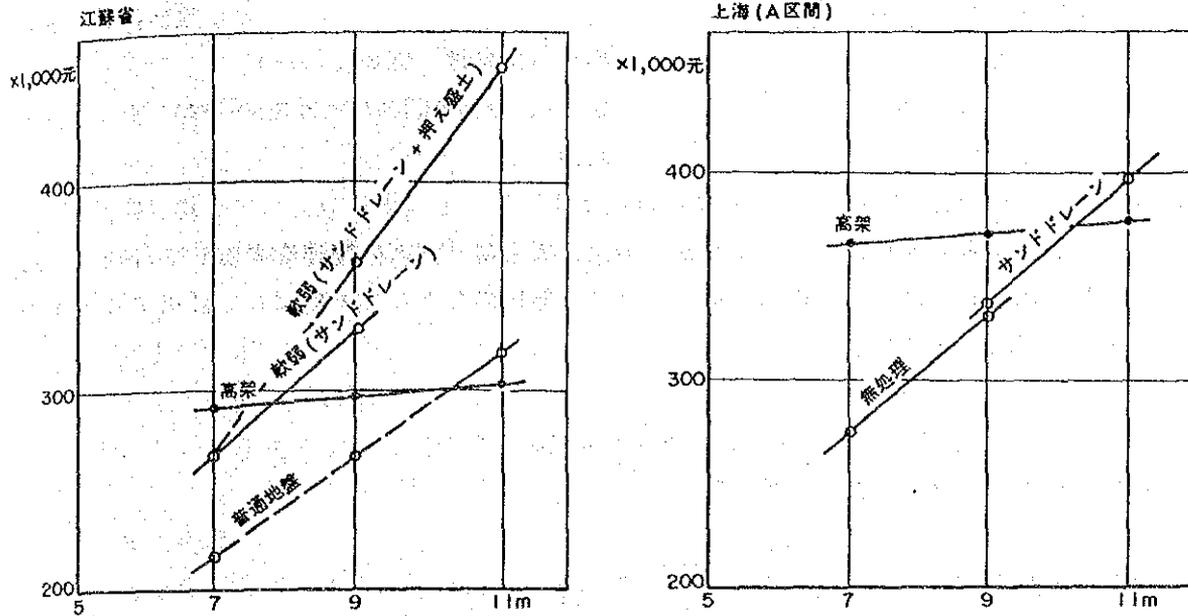


図 1 4 - 6 盛土と高架橋の工費比較
(延長20m当りの工費で比較)

この比較の結果、土工部（盛土）と橋梁部（高架部）の適用についての判定基準は以下のものとした。

江蘇省 (丹陽～安亭)

・軟弱地盤，B区間（無錫～安亭）

- H (計画高 - 地盤高) $\leq 6.0m$: 盛土 (無処理, 敷砂工のみ)
- $6.0m < H \leq 7m$: 盛土 (のり面下にサンドドレーン)
- $7m < H \leq 8m$: 盛土 (サンドドレーンおよび押え盛土)
- $8m < H$: 高架

・軟弱地盤，E区間（丹陽）

- $H \leq 7.5m$: 盛土 (無処理, 敷砂工のみ)
- $7.5m < H \leq 8m$: 盛土 (のり面下にサンドドレーン)
- $8m < H$: 高架

・軟弱地盤以外の区間

- $H \leq 10.5m$: 普通盛土
- $10.5m < H$: 高架

上海市（軟弱地盤，A区間）

- $H \leq 9m$: 盛土（無処理，敷砂工のみ）
- $9m < H \leq 10.5m$: 盛土（のり面下にサンドドレーン）
- $10.5m < H$: 高架

なお，実際の適用については地形，前後の構造物計画との関連を考慮して行ない，上記の基準は，特に高い橋梁の前後のアプローチ部橋梁をどこまで延ばして計画するかを判定をする場合に用いた。

1.4.4.4 法面工，擁壁工および排水工

(1) 法面工

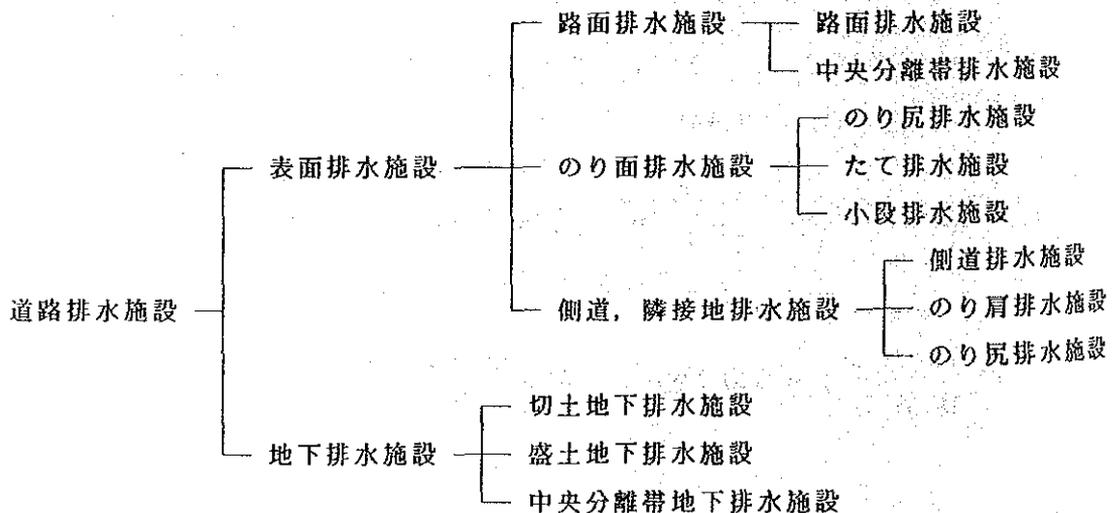
法面保護工として，盛土法面には種散布工を，切土法面には種吹付工をそれぞれ標準的に施工するものとした。切土法面の特殊箇所における，コンクリート吹付工，のり工，落石防止網工などは，今回の設計では計上しなかった。

(2) 擁壁工

擁壁工は，橋梁と盛土の境にある橋台を巻込んでいる法面の法尻を補強する腰石積として設計した。

(3) 排水工

道路排水施設は，必要に応じ，次のような種類の施設について計画する。



1.4.5 軟弱地盤処理

1.4.5.1 軟弱地盤処理の基本的な考え方

軟弱地盤上の盛土には安定と沈下の2つの問題がある。軟弱地盤処理の検討は以下に述べる考え方を基本にして実施した。

- 盛土の安定

施工中に盛土が破壊することになれば、工事の遅延、経費の増大となり、重大な損失を招く。したがって盛土の安定に問題があれば軟弱地盤処理を実施する。

- 盛土の沈下

盛土によって生ずる沈下は、盛土量の増大やカルバートや橋台等の構造物への影響とあってあらわれる。また舗装完成後も続く過大な沈下量は路面の平坦性、排水の不良といった道路機能の支障につながる。沈下は舗装完成後に続くものが最も問題となる。この沈下を早期に収束させるため過去多くの軟弱地盤処理工法が実施されている。しかし、日本ではこれまでの経験から沈下促進のための軟弱地盤処理工は、以下に説明するように投資の割には効果的でないことがわかっている。したがって今回の計画においても盛土の沈下に対する軟弱地盤処理工は原則として実施しないことにした。

a) 沈下時間の計算方法

沈下時間の計算方法に仮定条件が多く入っており、実際の沈下時間とは一致しない場合が多い。特に道路盛土にはこのような例が多い。その一例を図14-7に示す。この要因としては地盤の不均一性（陸成の地盤で、薄い砂層であるサンドシームが存在したりする）、荷重条件の特殊性（道路のような帯状荷重の載荷状態）が挙げられている。

したがって沈下時間の計算は参考程度にとどめ、舗装や構造物の施工時期は実際の施工時の観測データから最終沈下量を予測して（予測する方法は双曲線法、 \sqrt{t} 法などがある）判断することが望ましい。

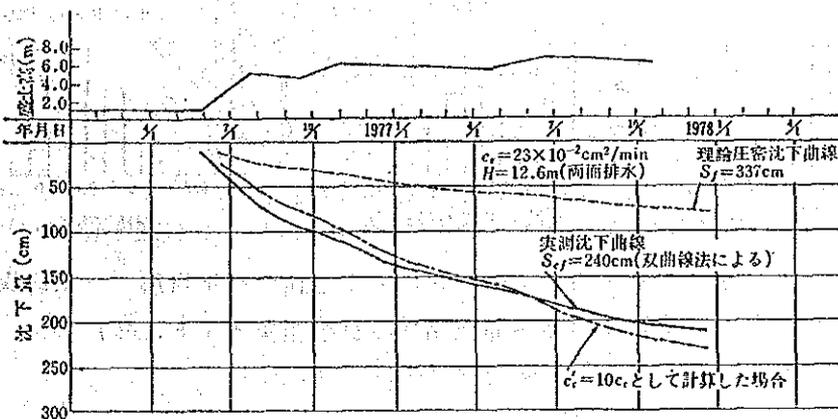


図14-7 沈下量測定結果と理論計算の対比 —北海道岩見沢—

(参考図、日本土質工学会編「土質調査試験結果の解釈と適用例」より)

b) バーチカルドレーン工法の効果

理論的にはバーチカルドレーン工法によって沈下は早期に収束する。しかし過去の施工実績（特に道路盛土の場合）によると、バーチカルドレーンの有無にかかわらず、沈下傾向はそれほど変わらず、沈下促進効果が明確になっていない（図14-8参照）。一方、地盤の強さ（一軸圧縮強度）は盛土後増加していることを実際のデータが示している。特にバーチカルドレーン地盤においてその傾向が著しいことが認められている（図14-9参照）。

バーチカルドレーン工法による沈下促進が投資に対しその効果が明確でないのは地盤の不均一性（センドシームの存在）によるところが大きい。

以上のことからバーチカルドレーン工法は沈下促進のために使用するのではなく、盛土の安定確保のために使用するのが合理的である。

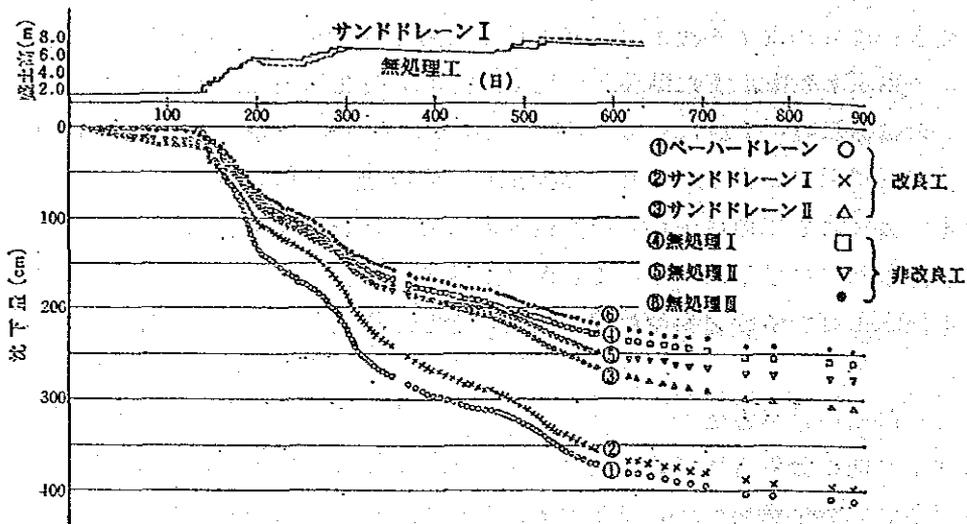


図14-8 改良工と非改良工の比較 -北海道岩見沢-

(参考図, 日本土質工学会編「土質調査試験結果の解釈と適用例」より)

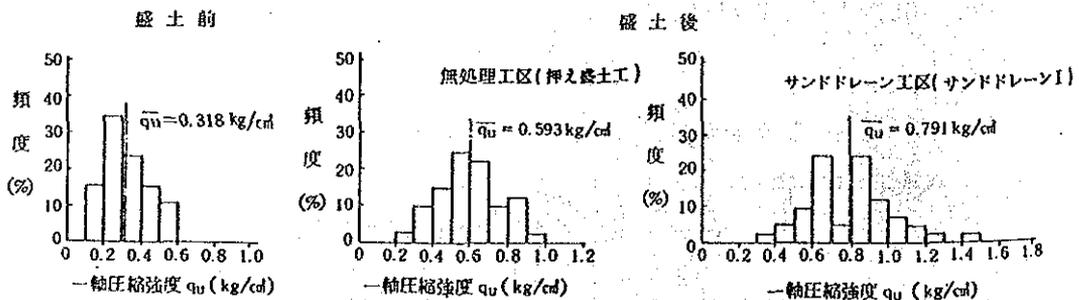


図14-9 バーチカルドレーンによる地盤の強度増加 -北海道岩見沢-

(参考図, 日本道路公団「設計要領第1集」より)

c) 舗装時期と長期沈下

バーチカドレーン工法が計算通りの沈下促進効果があったとするならば、舗装は無処理に比べ早期に施工が可能であろう。しかし、バーチカドレーンの有無にかかわらず沈下は収束せず長期間継続する（図14-10参照）。

一方、舗装の維持補修（第1回目、軟弱地盤部）は、日本の例ではバーチカドレーンの有無にかかわらず供用後5年以内に実施されている（図14-11参照）。

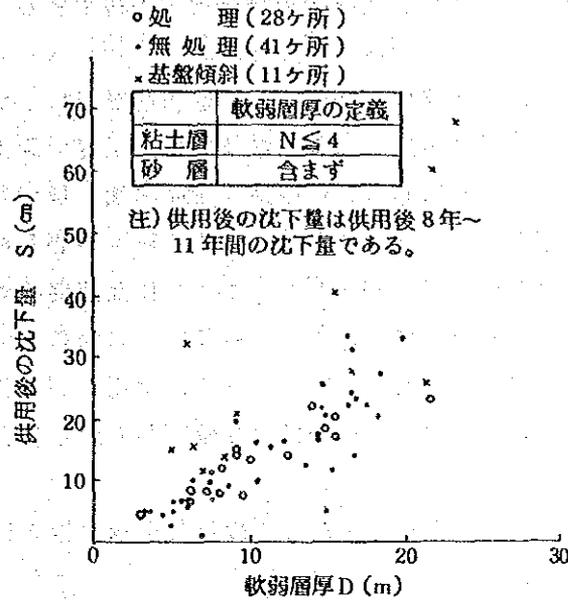
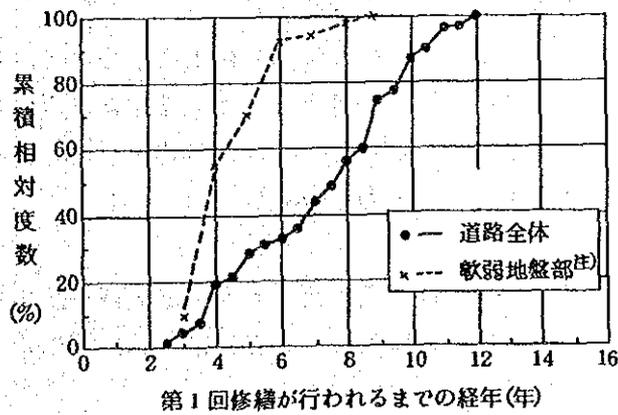


図14-10 供用後の沈下量と軟弱層厚の関係(処理工別)
 (参考図, 日本道路公団「設計要領第1集」より)



注) 東名における厚木, 清水, 焼津, 袋井松村, 浜名湖の各地区の合計23.6kmの資料

図14-11 軟弱地盤における第1回修繕までの経年
 (参考図, 日本道路公団「設計要領第1集」より)

d) 段差と維持補修

軟弱地盤盛土と構造物接続部の段差発生を阻止するためには多くの費用を要する。段差対策としては、橋台背面盛土部に複合地盤を造成する（石灰パイル、サンドコンパクションパイルなどを打設）、あるいはパイルスラブ工法などで盛土荷重を支持するなどの方法がある。しかしいずれも工費が高い。

段差対策の一般的かつ経済的な対策として、橋台に踏掛版を設置し、段差発生は補修で対処する方法がある。今回はこの方法に加えて、背面盛土の荷重軽減を図るため工業廃材である粉煤灰を盛土材料として利用することを計画する。

調査対象地域のような厚い（30～35m）軟弱地盤ではかなりの長期間に渡って沈下が継続するものと考えられる。このような地盤では工程の許す限り盛土の放置期間を確保し、かつ実測データを集積し、これに基づく最終沈下量の予測を行なって舗装時期を決定するべきであろう。また舗装の種類として、暫定舗装も考慮すべきであろう。なおバーチカルドレーン工法の不確実性および沈下が長期間継続するということは日本の例であり、必ずしも中国の場合にはあてはまらないかも知れない。したがってそれらの効果を確認するため早期に試験盛土を実施することが望ましい。本高速道路の通過する軟弱地盤地帯は規模が大きいので、その効果を確認してから軟弱地盤処理の是非を決定するのが望ましい。

なお参考に供するために行なった沈下の検討を資料編A14.3に示しておく。

1.4.5.2 安定対策工が必要な高さ

A区間（上海市地区）、B区間（蘇州市、無錫市の一部）およびE区間（丹陽付近の山間部）について安定対策工が必要な高さを求めた。

計算は5.5m、7.5mおよび10.0mの3種類の盛土高について、単一すべり円弧を用いた安定計算によりそれぞれの安全率を算出し、この結果から、安定対策工の必要性の判定基準を盛土完成時の安全率 $F_s=1.20$ としてこれに対応する盛土高を求める方法で行なった。安定計算の条件および方法は以下の通りである。

a) 安定計算の条件

安定計算用の土層区分および土質定数は土質・地質調査結果に基づき決定した。安定計算の検討断面（盛土条件、地盤条件）を資料編A14.2に示す。なお、基礎地盤の圧密による強度増加は考慮していない。

b) 安定計算式

安定計算は全応力法により安全率（ F_s ）を下記の式で求める。

$$F_s = \frac{\Sigma (C \cdot l + W \cdot \cos \theta \cdot \tan \phi)}{\Sigma W \cdot \sin \theta}$$

ここに C : 盛土および軟弱層の粘着力 (t/m²)

l : 分割片がすべり面を切る弧の長さ (m)

W : 分割片の重量 (t)

θ : すべり面における垂直線と各分割片の重心を通る鉛直線とのなす角 (度)

ϕ : 盛土材および砂層の内部摩擦角 (度)

(軟弱層の非排水せん断抵抗角は $\phi_u = 0$ とする)

危険と思われる仮定すべり面についてそれぞれ安全率を求め、そのうちの最小安全率を盛土のすべり破壊に対する安全率とする。

解析の結果、図14-12に示すように、安全対策工が必要な盛土高は次のようになった。

A区間 : H = 9 m を越える盛土部

B区間 : H = 5.5 m "

E区間 : H = 7.5 m "

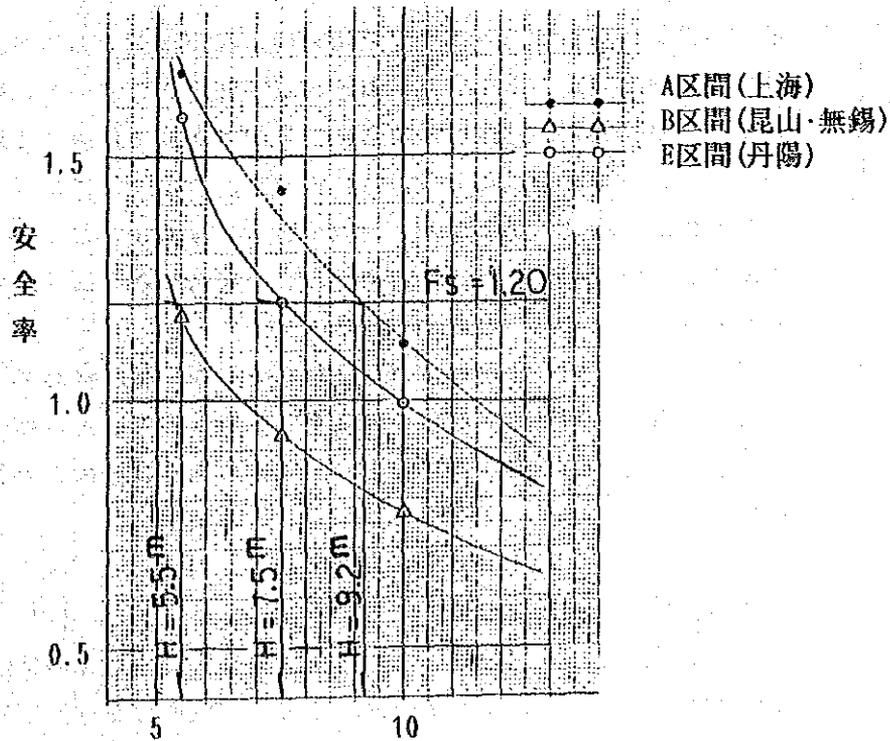


図14-12 安全対策工が必要な盛土高

1 4. 5. 3 安定対策工の検討

(1) 工法の選定

軟弱地盤上の盛土は、地盤状態を乱さないように時間をかけて地盤の強度増加を図り、緩速施工することが最も望ましい。しかし緩速施工（圧密促進）による地盤の強度増加には限度があるため、種々の対策工が提案されている。

盛土の施工を、緩速施工を前提とし、補助工法として安定対策工を計画した場合に考えられる工法は、押え盛土、パーティカルドレーン（地盤の強度増加を図る）、パーティカルドレーンと押え盛土の併用、サンドコンパクションパイルおよび石灰パイルである。いずれの工法も一長一短がある。これらの比較検討を表14-1に示す。

このうち、パーティカルドレーン工法は、以下に説明するように、調査対象地域で最も実績のある方法であると同時に地盤特性からも適当な方法である。

① 軟弱地盤対策工の実績

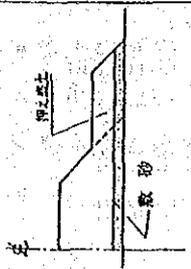
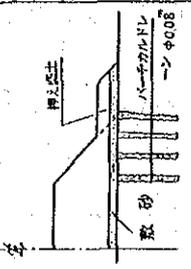
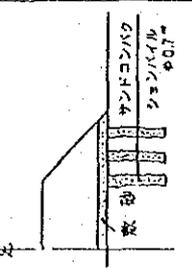
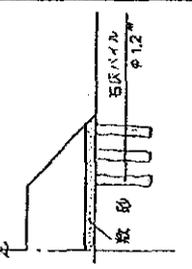
調査対象地域で実施されている軟弱地盤対策工は主として沈下促進を目的として実施されている。

最も一般的に使用されている対策工はパーティカルドレーン工法（袋詰砂井工法、中詰材は砂）である。その使用目的は沈下促進であるが、上海～嘉定高速公路、莘松高速道路および江蘇省連雲港で使用されている。径は $\phi 7.5 \sim 8$ cmと小さいが、莘松高速道路の場合、処理深さが30mに達する深いものがある。別の方法は真空載荷工法で、これは負圧をかけることによって地下水を低下させ圧密促進を図る工法である。実施例としてはあまりなく、上海～嘉定で一部実施されているにすぎない。盛土敷の広い場合や軟弱層が厚い場合は費用がかかり過ぎ適当ではないと考えられる。

なお、江蘇省では沈下対策として特別の処理工は行わず、盛土による沈下の収束を待って本格的な舗装を実施するという方策をとる場合もある（ただ、この場合に沈下が測定されておらず、舗装の開始は技術者の判断に依存している）。

② 地盤特性と軟弱地盤処理工

調査対象地域の軟弱層は、自然含水比 $W_n = 30 \sim 40\%$ の粘性土から成り、また軟弱層は30～35mに及ぶ厚い地層である。粒度分布は、ほとんど 0.002 mm～ 0.05 mmのシルト、粘土である。この粒度によって、図14-13に示すような対策工の適応の目安がたてられる。

調査対象地域での適用性							判定	
工法	模形式図	工法の特徴	工法の効果	材料の供給	用地	施設実績		工費
④ 押え盛土工法		<ul style="list-style-type: none"> ・盛土の側方に押え盛土を行い、すべりに抵抗するモーメントを増加させる。 ・押え盛土が大規模になる可能性が高い。この場合、工事用道路、側道の利用に難がある。 	◎	△	×	×	△	△
④ パーチカルドレン 工法 + 押え盛土工法		<ul style="list-style-type: none"> ・パーチカルドレンによる地盤の強度増加と押え盛土によって盛土の安定を図る ・押え盛土の規模は◎より小さい。したがって押え盛土は工事用道路、側道に利用可能である。 	◎	○	△	○	○	◎
◎ サンド コンパクション パイル工法		<ul style="list-style-type: none"> ・地盤に締固めた砂柱を造り、地盤の強度増加を図るとともに砂柱の支持力によって盛土の安定を図る（複合地盤の造成）。 	○	△	◎	×	×	△
④ 石灰パイル工法		<ul style="list-style-type: none"> ・地盤中に石灰によってパイルを造り、吸水化学的結合により地盤を固結させて、地盤の一体化を図る（一種の固結地盤となる）。 	○	○	◎	×	△	○

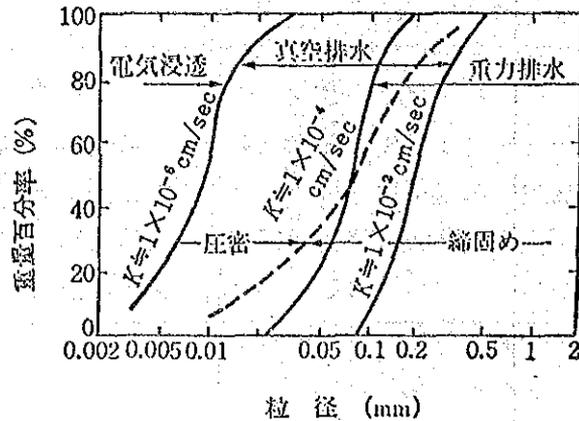


図14-13 軟弱地盤対策工の適応範囲

(参考図；日本道路協会「道路土工，軟弱地盤対策工指針」より)

図14-13から真空排水工法と圧密排水工法が当地域の地盤に適応することがわかる。真空排水工法は，高速道路の場合のように敷幅が広い（約40m）と処理効果に疑問があり，また経費を要することで適当な工法とは言えない。

したがって地盤の特性からはドレーン材による圧密排水工法が適当であると判断される。

サンドコンパクションパイルおよび石灰パイルは施工実績，工費的に難があり，単独の押え盛土は広い用地と，大量の土砂を必要とする。

以上から，安定対策工は，施工実績があり，相対的に有利な工法であるパーティカルドレーン工法，またはパーティカルドレーン工法と押え盛土の併用工法を採用するものとする。

(2) 安定対策工の適用

盛土の安定上問題となるのB区間について安定対策工の適用を検討する。

検討条件は以下の通りである。

- ・パーティカルドレーンとしてサンドドレーンを用いる。
- ・検討盛土高 : 7.5mおよび10.0m
- ・盛土が立上がるまでの工期（仮定） :
 - 盛土高 7.5mの場合 : 150日で盛土完成
 - 盛土高 10.0mの場合 : 200日で盛土完成
- ・圧密による強度増加を見込む
- ・計算方法は1.4.5.2項で説明したものと同一である。

検討結果を次表に示す。

計 算 断 面	計算盛土高	最小安全率	適 応 範 囲	摘 要
	5.5m	$F_{smin}=1.23$	6.0m ~ 7.0m	5.5mの安全率は推定値
	7.5m	$F_{smin}=1.13$		
	10.0m	$F_{smin}=1.04$		
	10.0m	$F_{smin}=1.23$	7.0m以上	H = 7.0m $F_s > 1.20$ (推定)

以上から安定対策工は次の通りとなる。

- ・ 緩速施工を前提とする。
- ・ 盛土高 $H = 6.0\text{m}$ 以下は、安定のための軟弱地盤処理工は行なわない（敷砂のみ計画する）。
- ・ 盛土高 $H = 6.0\text{m} \sim 7.0\text{m}$ は、のり面部にサンドドレーンを打設する。
- ・ 盛土高 $H = 7.0\text{m}$ 以上は、のり面部に打設するサンドドレーンに加えて押え盛土（幅 10.0m 、高さ 3.5m ）を計画する。

また、同様の検討の結果、A区間の 9.0m を越える盛土、またE区間の 7.5m を越える盛土については、のり面部にサンドドレーンを打設するものとする。

14.5.4 最低盛土高の検討

計画路線は上海市、蘇州市、無錫市および鎮江市の一部（丹陽）で基礎地盤強度の小さい圧縮性の高い地盤の地域（軟弱地盤地帯）を通過する。これらの地域は低地帯であり、材料供給の面から計画盛土高はできるだけ低い方が望ましい。

軟弱地盤上の低盛土は高盛土の場合のように盛土の安定や側方流動、施工中の大きい沈下といった問題は少ない。しかし、供用開始後に路面に不陸が発生し、舗装も破壊するという現象を示すことが多い。

(1) 最低盛土高の計算

低盛土の最低の高さは次のような制限条件から求められる。

- ・交通荷重（輪荷重）による変形から
- ・交通荷重（輪荷重）によるせん断応力から

a) 交通荷重による変形からの最低盛土高

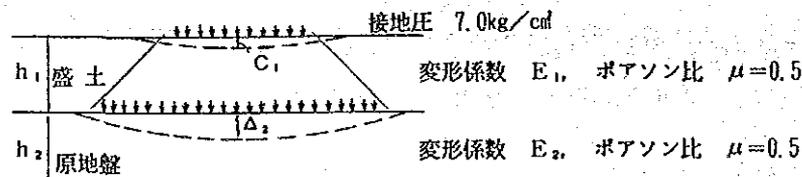
日本では、交通荷重の支持や施工機械のトラフィカビリティの確保の条件を満たすため、過去の施工実績に基づき路床の最終的な仕上り規定として、上部路床面の許容たわみ量（複輪荷重5 t、タイヤ空気圧7 kg/cm²）を5 mmと定めている（日本道路公団の場合）。路床の構成や材料の選定に当たってはこの規定を満たすよう設計する必要がある。

この考えをさらに拡大すれば軟弱地盤上の最小必要盛土高を計算できる。

荷重条件は中国の車輛（黄河牌 J N-150、複輪荷重5.08 t、接地圧 7.0kg/cm²、接地半径（直径）21.49cm）を適用する。

したがって5 t輪荷重、接地圧 7.0kg/cm²による変形量が5 mm以内になる盛土高を次式から計算し、これから最低の盛土高を求める。

● 2層構造の計算式



基本式 $\Delta_1 = C_1 + \Delta_2$

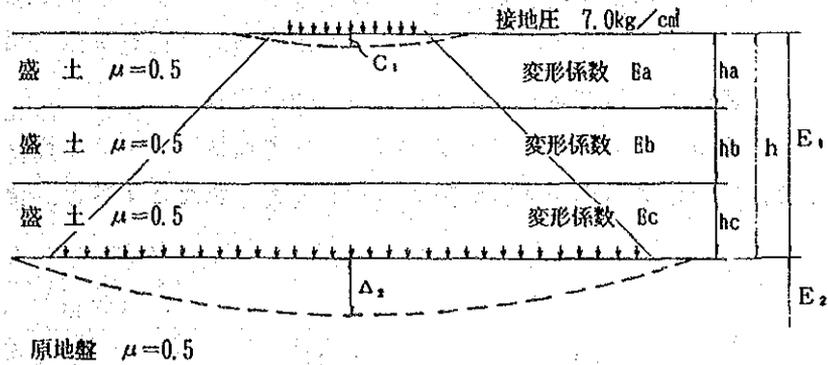
$$\Delta_2 = \frac{1.5 \times p_1 \times r_1}{E_2} \left\{ \frac{1}{(1 + (h/r_1)^2 (E_1/E_2)^{2/3})^{1/2}} \right\} \dots\dots ①$$

$$C_1 = \frac{1.5 p_1 \cdot r_1}{E_1} \left\{ 1 - \frac{1}{(1 + (h/r_1)^2 (E_1/E_2)^{2/3})^{1/2}} \right\} \dots\dots ②$$

ここに

- C_1 : 盛土の圧縮量 (cm)
- Δ_2 : 原地盤の圧縮量 (cm)
- Δ_1 : 盛土面の変形量 (cm)
- p_1 : 輪荷重による接地圧 (kg/cm²)
- r_1 : 接地半径 (cm)

● 多層構造の計算式



盛土は③式によって一層にまとめ、盛土と原地盤との2層構造に変換して①および②式で計算する。

$$E_i = \left(\frac{h_a \cdot E_a^{1/3} + h_b \cdot E_b^{1/3} + h_c \cdot E_c^{1/3}}{h_a + h_b + h_c} \right)^3 \dots\dots ③$$

● 変形量計算結果

計算に使用した断面および変形係数は次の通りである。

盛土	E 1	E a = 270kg/cm ²	ha変数	h
		E b = 270kg/cm ²	hb = 30cm	
		E c = 144kg/cm ²	hc = 20cm	
原地盤	E 2	E 2 = 72kg/cm ²		

計算結果を図14-14に示す。

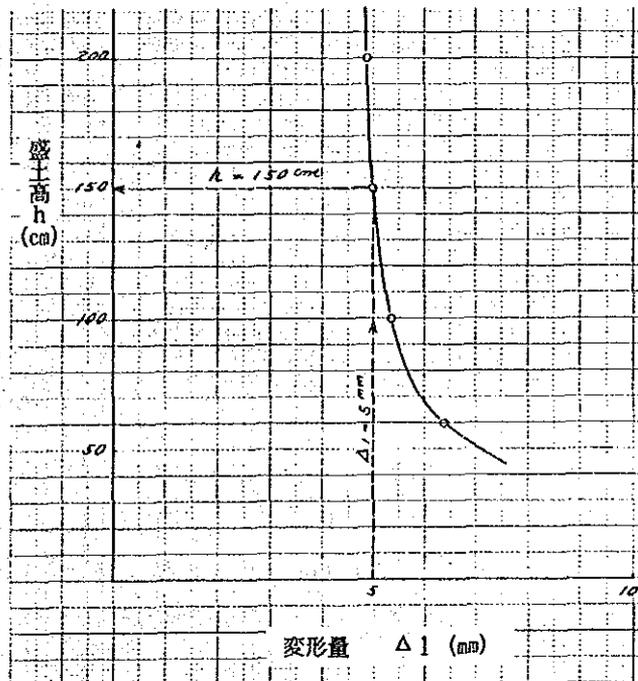


図14-14 変形量と盛土高

変形量 $\Delta_1 = 5 \text{ mm}$ に対する盛土高は $h = 150 \text{ cm}$ となる。したがって、交通荷重による変形からの最低盛土高は 1.5 m となる。

b) 交通荷重（輪荷重）によるせん断応力の比較

輪荷重によって土中に生ずるせん断応力度は、ポアソン比 μ を 0.5 と考え、一様な地盤に円形載荷面をもつ等分布荷重が載荷されたとすると、次式によって求められる。

$$\tau_{\max} = \frac{3p}{4} \left(\frac{\frac{z}{a}}{\left\{1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2\right\}^{1/2}} - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{\left\{1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2\right\}^{3/2}} \right)$$

- ここに τ_{\max} : 中心軸上任意の点における最大せん断応力 (kg/cm^2)
 p : 輪荷重の等分布荷重 (kg/cm^2) $p = 7.0 \text{ kg/cm}^2$
 z : 深さ (cm)
 a : 載荷面の半径 (cm) $a = 10.8 \text{ cm}$ (JN-150)

路床面からのせん断応力度の分布を計算し、これと原地盤のせん断強さ $C = \frac{q_u}{2}$ とを比較することによって、輪荷重によって原地盤が破壊しない最低限の盛土高が求められる。図14-15に示すように最低盛土高は $42 \sim 54 \text{ cm}$ と計算された。

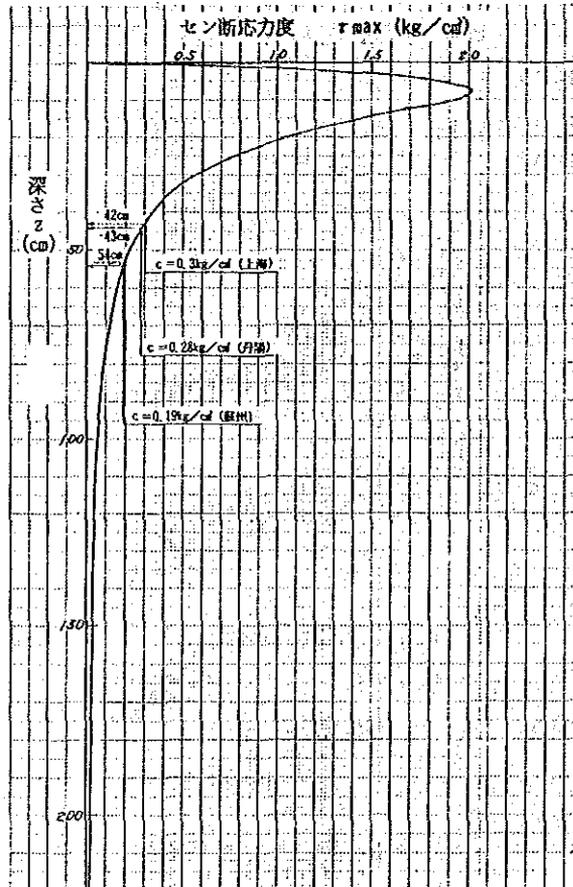


図14-15 セン断応力度の分布

(2) 計算結果

交通荷重による変形および交通荷重によるせん断応力の計算結果の比較から、表14-2に示すように、最低盛土高は軟弱地盤A、B、E区間とも1.5mとなった。

表14-2 最低盛土高

検討項目	A区間(上海市)	B区間(蘇州~無錫)	E区間(丹陽)
交通荷重による変形から	150cm	※ 150cm	※ 150cm
交通荷重のせん断応力から	42	54	43
最低盛土高	150	150	150

※ 上海市の計算結果を適用

(3) 低盛土の沈下対策

軟弱な原地盤の上を低盛土で通過する場合、盛土荷重によって原地盤は圧密沈下を起こし、それが舗装面の凹凸や破壊につながることになる。

盛土高が高い場合(3m以上)は、通常盛土自体の荷重による沈下についてのみ対策を立てておけばよいが、低盛土の場合はそれと別に次のようなケースについて検討しておくなければならないことになる。

- ・ 舗装荷重による沈下
- ・ 交通荷重による沈下

盛土荷重のみによる沈下量と盛土荷重、舗装荷重および輪荷重による沈下量を比較してみると表14-3のようになる。

表14-3 沈下量の比較(盛土のみと盛土+舗装+交通荷重)

盛土高	盛土荷重+舗装荷重+輪荷重による沈下量(cm)	盛土荷重のみによる沈下量(cm)	差(cm)
0	30.6	0	30.6
1.5	57.2	41.9	15.3
※2.5	75.0	62.5	12.5
3.5	89.6	79.2	10.4
5.5	116.6	108.4	8.2

注：・ 沈下量は圧縮指数(C_c)を用いた方法で計算した(資料編A14-3参照)。
 ・ 盛土高2.5mの沈下量は関連資料よりの推定値である。

必要最低盛土高1.5mの場合で舗装および交通荷重によって約15cmの沈下が発生する。この沈下を少なくする(一般的な目安としては10cm)ためには沈下対策工法が必要となる。しかし、当地域のような軟弱地盤の深い場合には沈下対策はあまり有効でない。したがって沈下対策は行わず、路面の変形、不陸に対しては維持補修で対処する。

1 4. 6 舗装設計

1 4. 6. 1 舗装工種の選定

(1) アスファルト舗装とコンクリート舗装

アスファルト舗装とコンクリート舗装の一般的特徴を比較し、次表に示す。

アスファルト舗装とコンクリート舗装の一般的比較

項目	アスファルト舗装	コンクリート舗装
設計年数	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。	設計の目標は20年（中国では30年）。
耐変形、耐摩耗性	変形してわだち掘れを生じやすい。	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。
騒音、振動	コンクリート舗装にくらべて騒音、振動とも小さいものが多い。	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。
明色性	路面反射が弱く、夜間の走行性に劣る。	夜間明るい。
平坦性	コンクリート舗装より良好。	
施工性	一般に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。	施工機械が長大編成になるため以下のような制約を受ける。 <ul style="list-style-type: none"> ・路床の引渡 ・橋梁などの構造物 の施工速度は小さいこと。
維持修繕の容易さ	簡易な工法で維持修繕が可能である。	比較的規模の大きい工法を採用しなければならぬので、軟弱地盤地帯への適用は問題がある。
建設費と維持費	建設費はコンクリート舗装に比べていくらか安い。維持修繕を頻りに行なう必要がある場合も高くなる場合もある。	建設費はアスファルト舗装に比べ高い。打換える場合は、アスファルト舗装より高い。

これらの特徴をもとに計画地域の諸条件を考慮し、舗装工種を以下のように選定した。

馬群IC（南京）～鎮江JCT間および鎮江枝線：コンクリート舗装

コンクリート舗装の主な選定理由は以下の通りである。

- ①この区間の地形は微丘陵地で地盤条件が良く（普通地盤）、維持修繕の面でコンクリート舗装を採用してもそれほど問題はない。
- ②交差構造物の数もそれほど多くないため、施工性についてもコンクリート舗装を採用してもアスファルト舗装と比べて不利とはならない。
- ③この地域には大きなセメント工場が存在し、セメントの安定供給が可能である。

る。このため、中国産材をできるだけ利用する（表層、基礎用のアスファルトは輸入材）ことが意図できる。またコンクリート舗装用骨材も良質のものが容易に供給される地域である。

鎮江JCT～無錫北IC間：アスファルト舗装

アスファルト舗装の主な選定理由は以下の通りである。

①この区間（平地部）の地盤は丹陽付近に部分的に軟弱地盤があるほかは普通地盤であり、維持補修面ではコンクリート舗装を採用してもそれほど問題はない。

②しかし、運河・水路が縦横にはりめぐらされた田園地帯を通過するので交差物構造物が多いため、路床の引渡しがある程度まとまってでき、連続施工が可能であることが条件となるコンクリート舗装はあまり適さない。

無錫北IC～真如IC（上海）間：アスファルト舗装

アスファルト舗装の主な選定理由は以下の通りである。

①この区間の地盤は軟弱地盤であるため、維持・修繕に比較的大きい工法を採用しなければならないコンクリート舗装は適さない。

②また交差構造物が多いことも上記の理由でコンクリート舗装は適さない。

なお、アスファルト舗装とコンクリート舗装の初期投資額を馬群IC～鎮江JCT間について比較すると、延長100m当りの費用はアスファルト舗装の場合は159,000元であるのに対しコンクリート舗装は198,000元と、コンクリート舗装の方が約25%高い。

しかし、この場合アスファルト舗装では設計寿命を10年としているのに対し、コンクリート舗装では30年としていることに注意せねばならない。補修費についてはアスファルト舗装の場合は設計寿命後3～4年おきにオーバーレイを行なって寿命を延ばしていくのに対し、コンクリート舗装の場合は目地補修を7～8年おきに行なうにすぎない。日本の例を参照すると、供用後15年程度でコンクリート舗装の方がアスファルト舗装より経済的になる。

このようにコンクリート舗装は初期投資額においてはアスファルト舗装に劣るが長期経済比較では優れているため、地盤条件の良い馬群IC（南京）～鎮江JCT間ではこれを採用することとした。

(2) 軟弱地盤における暫定舗装（アスファルト舗装）の採用

アスファルト舗装を採用する区間のうち、無錫北IC～真如IC（上海）間は軟弱地盤地帯であり、供用後も沈下が断続すると予想される。

日本での施工実績によれば普通地盤上の舗装は使用開始後8～10年に第1回目の補修（路面のすり減りやアスファルトの老化による）が実施されているのに対し、軟弱地盤では、ほぼ5年程度で第1回目の補修が実施されている（図14-11参照）。

このような軟弱地盤では、当初は完成形の舗装から表層4cm分を除いた暫定舗装で施工しておき、沈下が収束するのを待ち、オーバーレイの必要となる4年～5年後に完成形の舗装に移行するのが経済的である。当初から完成形舗装を実施するのに比べて、残留沈下に対処するためのオーバーレイの厚さが厚くなり過ぎてむだになるということもなく、また路面の平坦性を確保しやすい。

以上のような理由から、軟弱地盤地帯である無錫北IC～真如IC（上海）間のアスファルト舗装は、当初基層までを施工する暫定舗装を採用する。

この暫定舗装の場合の設計年数および補修（オーバーレイ）時期は以下の通りである。

- 設計年数

暫定舗装の設計年数は補修が供用後5年程度で実施されることから5年間の交通量で構造設計を行なう。

- 補修など

沈下に伴う補修（オーバーレイ）は4～5年後に実施する。補修時期は沈下観測データから最終沈下量を予測し、それを修正することも考慮する。なお構造物取付部の段差修正は適宜実施する。

1 4. 6. 2 舗装厚の決定

(1) 設計条件

a) 設計方法および設計年数

中国のアスファルト舗装の設計法は、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。両者による設計比較の結果では、中国の変形法を用いても日本のCBR法を用いても舗装断面に大きな差異はなかった。これはコンクリート舗装についても同様で、中国の設計法を用いても日本の設計法を用いても結果的に差はない。このため舗装設計は中国の方法で行なうこととした。

なお、中国の設計方法は、アスファルト舗装に関しては「公路柔性路面設計規範」（1978年、交通部）、コンクリート舗装に関しては「公路水泥混凝土路面設計規範」

(1981年、交通部)によるものである。

設計年数はアスファルト舗装の完成断面は10年、暫定断面は5年とし、コンクリート舗装は30年とする。

b) 路床の変形係数

中国の方法による路床(路基)の変形係数は自然区分、干湿分類によって定まる。しかし、これらの要因の中には路床を安定処理した場合のことが考慮されていないと考えられる。

一方、材料調査によれば、上部路床は現地発生材(土砂)に添加材(石灰あるいは粉煤灰)を加えないと所要の強さが得られない。

したがって、今回はCBRと変形係数の関係についての経験式($E = 40 \times \text{設計CBR}$, 日本道路公団「設計要領第1集」)から路床の変形係数をもとめることとした。この場合、設計CBR=10なので、路床の変形係数は $E = 400 \text{ kg/cm}^2$ となる。馬群IC~鎮江JCT間の切土部の路床の変形係数は、切土対象が主に粘性土($N_{60,5} = 10 \sim 20$)なので盛土部と同様、 $E = 400 \text{ kg/cm}^2$ とする。

なお今回の材料調査の結果からは、地域による路床強度(路床材料は大部分が粘性土である)の差がないため、路床強度による区分はしていない。

c) 各区間の交通量と舗装断面種別

交通量予測結果および地盤状態から舗装設計区間を次の4区間に設定した。交通量の伸び率は年6.6%としている。

区 間	延 長 (km)	地盤状態	2000年の交通量 (台/日)	舗装種別及び断面
馬群IC~鎮江JCT	55.8	普通地盤	16,400	コンクリート舗装, 完成断面
鎮江枝線	10.7	普通地盤	5,800	コンクリート舗装, 完成断面
鎮江JCT~無錫北IC	95.7	普通地盤 (一部軟弱あり)	23,500	アスファルト舗装, 完成断面
無錫北IC~真如IC	122.5	軟弱地盤	26,000	アスファルト舗装, 暫定断面

なお、中国の設計方法では車型区別の交通量が必要である。このため、次表に示す交通調査の結果から得られた車種構成比率をもとにし、この車種区分に対応する車型区分を「公路柔性路面設計規範」に示されている汽車計算参数から推定し、これらをもとに車型区別の交通量を算定した。

車種構成比率 (%)

区 間 車 種	馬群IC (南京) ~ 鎮江JCT	鎮江枝線	鎮江JCT ~ 無錫北IC	無錫北IC ~ 真如IC (上海)
小型乗用車	12.7	14.0	15.6	25.4
大型乗用車	7.8	9.0	9.6	10.7
小型トラック (3t)	36.3	39.3	24.2	6.6
中型トラック (5t)	31.3	29.3	40.4	45.8
大型トラック	11.9	8.4	10.2	11.5
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0

車種区分と車型区分

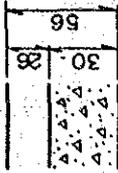
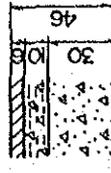
車 種 区 分	車 型 区 分
小型乗用車	北京BJ130
大型乗用車	日野KB211D
小型トラック (3t)	解放CA340
中型トラック (5t)	解放CA103
大型トラック	黄河JN150 (標準車)

(2) 舗装断面

アスファルト舗装の場合、下層路盤は碎石、石灰、粉煤灰の混合物による三渣路盤を計画する。上層路盤はアスファルト安定処理による路盤、基層、表層はアスファルト・コンクリートである。コンクリート舗装の場合も路盤は三渣路盤で計画した。

各地区の舗装断面を表14-4に示す。

表 1 4 - 4 各地区の舗装断面

区	間延長 (km)	舗装工種	断面のタイプ	設計年数 (年)	2000年の交通量 (台/日)	標準車換算交通量 (台/車線/日)	許容たわみ量 (mm)	舗装断面 (厚さ単位: cm)
馬群IC } 鎮江JCT	55.8	コンクリート舗装	完成断面	30	16,400	3,790	—	 <p>コンクリート版 三遊路盤</p>
鎮江枝線	10.7	コンクリート舗装	完成断面	30	5,800	847	—	 <p>コンクリート版 三遊路盤</p>
鎮江JCT } 無錫北IC	95.7	アスファルト舗装	完成断面	10	23,500	3,820	0.46	 <p>交層 基層 アス処理 三遊路盤</p>
無錫北IC } 真如IC	122.5	アスファルト舗装	暫定断面	5	26,000	3,289	0.48	 <p>基層 アス処理 三遊路盤</p>

1 4.7 構造物の計画と設計

計画路線を横断する交差物は総計 1,051個所であり、道路(38%)、水路・河川(61.5%)、鉄道(0.5%)から構成されている。

上記の交差物に対する交差構造物を計画するにあたり、プロジェクト地域における構造材料の供給条件、施工実績などの諸条件から交差構造物の型式や構造系に関わる基本的な計画条件を検討した。この計画条件に基づいて次の交差構造物の計画・設計が行なわれた。

- 計画路線を横断する交差幅が5.0m以下の人道、農道および小規模な水路を対象として道路横断構造物(RCパイプカルバートおよびRCボックスカルバート)を設計した。
- 交差幅が5.0mより大きい交差物に対しては橋梁構造物にて設計した。橋梁構造物は、交差物(鉄道、道路、水路、運河等)に架かる本橋または本橋とそれに隣接するアプローチ橋の組合せおよび高架橋から構成され、次のように大別される。
 - 各橋梁の全長が50m未満のものは中小橋、50m以上のものは長大橋とした。
 - 各橋梁における単支間長が40m未満のものを短支間橋、40m以上のものを長支間橋とした。

これらの橋梁構造物について、交差物の幅に応じた支間長を条件として適用型式を選定し、その適用型式について中国における既存の標準設計や過去の実績を見直して概略設計を行なった。

- また、南京～鎮江間の丘陵地帯における切土区間にある農道および用水路に対しては、オーバブリッジを計画した。

1 4.7.1 交差構造物の基本的計画条件

調査対象地域の地盤条件、材料供給条件、施工実績などを考慮し、構造物の型式、構造系などを以下のように計画することを基本とする(表14-5参照)。

(1) 構造物の型式および構造系

● 鋼橋とコンクリート橋

鋼橋を製作する工場は鉄道部所管の山海関工場、鞍山工場、陝西の宝鶏工場などがあり、また粗鋼生産も1984年には全国で4,300万トンと最近では著しい増加を示しているが、本プロジェクトでは、架橋の条件から軽量化と急速性が要求される場合を除いては、次のような理由によりコンクリート橋を主体に計画をする。

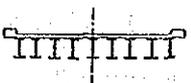
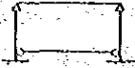
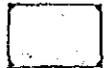
基 本 的 条 件	本プロジェクトで	
	主体となるもの	特殊条件におけるもの
・鋼橋とコンクリート橋   鋼 橋 コンクリート橋	コンクリート橋	鋼 橋
・静定（単純桁）と不静定（連続桁）   単純桁橋 連続桁橋	静 定 （単純桁）	不 静 定 （連続桁）
・アーチ橋と桁橋   アーチ橋 桁 橋	桁 橋	ア ー チ 橋
・床版橋とボックス・カルバート   床 版 橋 ボックス・カルバート	ボックス・カルバート	床 版 橋
・支持杭と摩擦杭   支 持 杭 摩 擦 杭	摩 擦 杭	支 持 杭

表 1 4 - 5 橋梁構造物の基本的計画条件

中華人民共和国
 上海・南京間高速道路建設計画調査
 国際協力事業団

- ・橋梁用としての要求を満たす材質を持つ鋼材の供給量は充分でない。
 - ・橋梁製作工場では、鉄道橋関係のものが優先されている。道路橋関係の製作も可能であるが制約を受ける。
 - ・コンクリート橋に関してすぐれた技術がある。特にプレキャストコンクリートに関する技術は、双曲アーチ橋をはじめとして良く普及している。
 - ・南京～鎮江間で良質のコンクリート用材（砕石とセメント）が生産されている。
- 静定構造（単純桁橋）と不静定構造（連続桁橋）
 - ・静定構造（単純桁橋）は構造が単純で設計、施工が容易であり、不等沈下に対しても有利であるが、伸縮ジョイントの破損、走行性、外観、耐震性等に問題がある。
 - ・不静定構造（連続桁橋）は、不等沈下に対しては二次的な不静定応力のために不利であるが、他の点については静定構造よりは有利である。
 - ・本プロジェクトにおいては、長江の三角デルタ地帯に設けられる構造物であることから静定構造（単純桁橋）型式を主体に計画するが、高速道路では、走行の安全と快適性の確保のため、継目を少なくした連続構造とすることが望ましい。実施設計にあたっては、基礎地盤条件を十分に把握して、連続構造をできるだけ採用するよう留意されるべきである。
- アーチ橋と桁橋

プロジェクト地域におけるほとんどの既設橋は双曲アーチ橋と云われるアーチ系のプレキャストコンクリート橋である。しかしながら現時点では自動車交通量の増加に伴い、沈下や構造部材の損傷が確認されており、その耐荷力において不十分である。

また、アーチ橋は桁橋に比べて次のような点について不利であるので桁橋を主体に計画を進める。

 - ・長江の三角デルタ（沖積地）の地盤条件においてアーチ橋は水平反力に抵抗するための基礎処理が必要であり、割高となる。
 - ・要求されるクリアランスに対して、アーチのクラウン部に無駄な高さが必要となりまた必要径間長も長くなり不経済である。

しかしながら、地盤条件が良く、また景観と良く合う場合などにおいてはアーチ橋の計画も検討する。
- 床版橋とボックスカルバート

幅2.0～5.0mの交差物を対象とする道路横断構造物としてコンクリートの床版橋とボックスカルバートが考えられる。それぞれの構造的な特徴は次のようになる。

 - ・床版橋は静定構造であるため、軟弱地盤地帯においては橋台が内側に変形しやすく、

- その対策として底部に圧縮材を設ける必要がある。
- ・ボックスカルバートはその横断方向については剛結の隅角を有する不静定構造で軟弱地盤に対して安定であるが、沈下にたいして縦方向の補強が必要である。
 - ・基礎処理（杭基礎）をする場合は、床版橋もボックスカルバートもその必要量においてほぼ同じである。
- 本プロジェクトでは、構造物が沖積地盤地域に計画されることから、構造的に安定であることを重視してボックスカルバート型式を主体とする。

● 支持杭と摩擦杭

杭の支持構造によって基礎杭を支持杭と摩擦杭に分ける。すなわち、杭先端が支持層（一般に粘土地盤でN値 ≥ 20 ，砂質地盤でN値 ≥ 30 ）にあり、その支持力が主に杭先端から、従に中間の杭周面摩擦力から得られるものを支持杭とする。また、杭先端が前記の支持層に支持されないで、支持力が主に中間の杭周辺摩擦力から、従にその先端から得られるものを摩擦杭とする。

支持杭と摩擦杭の特徴は次のようになる。

- ・支持杭は絶対沈下量が少なく、桁下空間の確保がシビアに要求される鉄道等との交差に有利であるが、N、F（ネガティブ・フリクション）による杭応力の増加の問題がある。
- ・摩擦杭は、沈下があるので、必要に応じて計画高にその余裕を見込む必要がある。軟弱地盤でもN、Fは小さく、杭の座屈などの変形の危険が少ない。本プロジェクトにおける沖積層は、粘土質でN値 ≥ 20 ，砂質でN値 ≥ 30 である良質な地盤の出現位置は深く（全般に約40m以深），また、地表から20～40m位の所にN値=10～20の亜粘土層が存在するなどの土質条件から、杭の根入れが比較的浅く経済的である摩擦杭を主体とする。
- ・支持杭と摩擦杭の適用について原則的に次のように取扱う。
 - ・支持杭は、桁下のクリアランスの確保が重要で、沈下が厳しく制限される場合、長支間橋（40m以上の支間の橋）において基礎に対する反力の大きな場合に適用する。
 - ・摩擦杭は、中小橋（支間40m未満の橋）などの比較的基礎に対する反力の小さい場合に適用する。

(2) コンクリート構造物の標準化とプレハブ化

本プロジェクトにおいては次のようにコンクリート構造物の標準化をするのに有利であるので、コンクリート構造物は積極的に標準化を行ない、工期の短縮、低コスト化と設計作業の省力化を図る。

- ・交差物の数が非常に多い。
 - ・交差物の幅がコンクリート構造の適用に有利である。1/10000 地図によれば、交差幅 0～5 m のものは全体の約 50% であり、5～40 m のものは約 45% を占める。
 - ・地形が平坦であり、また水路・運河の交差条件（形状寸法など）が普遍的である。
 - ・地盤の土性に大きな変化がない。
 - ・プレキャストコンクリート構造物の実績が多く、技術がすぐれている。
- 標準化の対象となる構造物は、次のようなものになる。

型 式	幅または支間 (m)
・ RC パイプカルバート	2 未満
・ RC ボックスカルバート	2 ～ 5
・ RC / PC スラブ桁, RC-T 桁	5 ～ 20
・ PC-T 桁	20 ～ 40

標準化（標準設計）されたコンクリート構造物はプレハブ化を行ない、製作と施工の単純化および省力化を図る。

1 4. 7. 2 交差構造物の型式選定

交差構造物の型式を以下に述べるように計画することを基本とする。

(1) 道路横断構造物

・農業用水路

農業用水路のような小さな水路（ $0.3\text{m} < \text{幅} \leq 2.0\text{m}$ ）に対しては RC パイプカルバートと RC ボックスカルバートがあるが、標準化とプレキャスト化による工期の短縮と施工の簡易さを目的として、RC パイプカルバートとする。

・人道用または農業トラクター用道路

人道用または農業トラクター用道路（ $2.0\text{m} < \text{幅} \leq 5.0\text{m}$ ）に対しては RC 床版橋と RC ボックスカルバートがあるが、軟弱地盤地帯における変位に対して構造的に安定である RC ボックスカルバートを適用する。

(2) 橋梁構造物

● 上部工

上部工は、一般的に、経済性、構造特性および材料特性から資料編 A 14. 4 に示すように、橋梁の設計支間に応じた適用型式の範囲がある。今回の計画では、さらにプロジェクト地域の材料供給状況、地盤の沈下などを特に考慮して次のような型式選定を行なった。

・ $5\text{ m} < \text{支間長} \leq 10\text{ m}$

R C 床版橋型式と P C 床版橋型式が適用の対象となる。計画高を低くできる桁高の小さい P C 床版橋型式を適用する。

・ $10\text{ m} < \text{支間} \leq 15\text{ m}$

R C 床版橋、R C - T 桁橋型式が適用の対象となる。経済的であることを考えて、R C - T 桁橋とする。

・ $15\text{ m} < \text{支間} < 40\text{ m}$

P C - T 桁橋、R C - T 桁橋、R C アーチ橋が適用の対象となるが、計画高を低くできることと経済的であることから P C - T 桁橋とする。

・ $\text{支間} \geq 40\text{ m}$

支間に応じて個別に検討を行なう。後述のように長支間橋 4 橋についてはモデル設計を行なってそれぞれの橋梁型式を選定している。それ以外の長支間橋についてはモデル設計に代表される型式に準じたものとなる。

幅 w (m) または 支間 ℓ (m)	交差構造物の型式
$0.3 < w \leq 2$	R C パイプカルバート
$2 < w \leq 5$	R C ボックスカルバート
$5 < \ell \leq 10$	P C 床版橋
$10 < \ell \leq 15$	R C - T 桁橋
$15 < \ell < 40$	P C - T 桁橋
$\ell \geq 40$	橋梁モデル設計またはモデル設計と上記型式の組合せ

● 下部工

橋脚については陸上部における型式と水路部における型式とに大別される。陸上部では高架橋または跨道橋の橋脚が主なものである。したがってその型式選定において

は構造上からだけでなく美観も考慮することも必要である。一方水路部の橋脚は漂流物、斜角、流速などの条件を考慮した選定をする。

橋台の型式は単純な構造を主体として、軟弱地盤地帯においては、水平土圧を軽減することを考慮した型式とする。

下部工（橋脚と橋台）は、資料編A14. 5に示すように高さに応じて標準的な適用型式の範囲がある。これに従って、本計画で適用する型式を基本的に次のものとした。

(橋脚)

高さ h (m)	橋脚の型式	
	陸上部	水路部
$0 < h \leq 7$	パイルベント式 (単列柱, 複列柱)	パイルベント式 (単列柱, 複列柱)
$7 < h \leq 15$	壁式, 二柱式 一層ラーメン, くい柱式	二柱式, 壁式 単柱式, くい柱式
$15 < h \leq 25$	壁式, 二層ラーメン	壁式
$h > 25$	I型型式	—

(橋台)

高さ h (m)	橋台の型式
$0 < h \leq 3$	くい式橋台
$3 < h \leq 6$	半重力式
$6 < h \leq 10$	逆丁式
$10 < h \leq 20$	控壁式
$15 < h \leq 20$	中抜き式

●基礎工

計画地域における基礎工の実績としては、長江を渡る南京大橋におけるプレキャストコンクリートチューブ ($\phi 5.5\text{m}$) とコンクリート・オープン・ケータン、そして長江の沿岸の大港港の棧橋における鋼管杭 ($\phi 1.2\text{m}$) などを除いては、場所打ちコンクリート杭 ($\phi 1.0 \sim \phi 1.3$) とプレキャストコンクリート杭 ($\square 0.4 \times 0.4 \sim \square 0.5 \times 0.5\text{m}$) が大半を占める。

その根入れ深さは場所打ち杭で30~40m、プレキャストコンクリート杭で25m (上海においては70mの実績もある) が実績として多い (資料編A14. 6参照)。

基礎の型式は前記の実績の他に、基本的な条件として、基礎工の施工可能深さ、経済性、材料の供給条件などを検討して選定をする。特に留意すべき点は次のようにな

る。

- ・南京～鎮江間において路線は丘陵地帯を通過している。一方、鎮江～上海間では路線は長江の三角デルタの沖積地の上にある。
- ・沖積層の表層は粘土層でおおわれている。その下側は粘性土（亜粘土）とシルトであり、長江の河口である上海地域では中間に砂の層が存在する。
- ・多径間の橋梁では橋脚が水路の中となるので水上施工または仮締切が必要である。
- ・プロジェクト沿線ではコンクリート用材料（セメント、碎石）は充分であり、またプレキャストコンクリートの技術が進んでいる。

上記のような条件と、資料編A14.7に示す施工深度に応じた基礎工の一般的な適用型式の範囲を考慮し、本計画における標準的な基礎工型式を次のものとした。

深 度 d (m)	基 礎 型 式
$0 < d \leq 5$	直 接 基 礎
$5 < d \leq 10$	プレキャストRC杭
$10 < d \leq 30$	プレキャストRC杭（2本継ぎ）
$30 < d \leq 60$	場所打ち杭RC杭
$d > 60$	オープンケーソン，脚付ケーソン

1 4. 7. 3 交差構造物の設計

1/10000地形図を用いて交差物を種類（鉄道，道路，水路など），規模別に分類し，それぞれに対する標準型式を前項での検討結果に基づき次に示すように計画した。カルバートおよび短支間橋については標準設計を行ない，また長支間橋の代表的なものについてはモデル設計を行なった。

交差物と計画交差構造物	標準的な設計支間(m)	標準設計またはモデル設計
a) 鉄 道		
・ 単径間橋	15, 30	RC-T桁 ($\ell = 15\text{m}$), PC-T桁 ($\ell = 30\text{m}$)
b) 道 路		
・ 人道ボックス・カルバート	3.5	RCボックスカルバート (3.5m×3.0m)
・ 農道ボックス・カルバート	5.0	RCボックスカルバート (5.0m×4.5m)
・ 単径間橋	10, 15, 20, 30	PCスラブ ($\ell = 10\text{m}$), RC-T桁 ($\ell = 15\text{m}$), PC-T桁 ($\ell = 30\text{m}$)
・ オーバー・ブリッジ	40, 56	—
c) 水 路		
・ 農業用パイプ・カルバート	1.5	RCパイプ・カルバート ($\phi 1.5\text{m}$)
・ 小水路ボックス・カルバート	5.0	RCボックスカルバート (5.0m×4.5m)
・ 単径間橋	10, 20, 30	PCスラブ ($\ell = 10\text{m}$), PC-T桁 ($\ell = 30\text{m}$)
・ 多径間橋	15+15+15 20+30+20 30+30+30	上記の標準設計の組合せ " "
・ 長支間橋	—	モデル設計図
・ オーバー・ブリッジ	40~56	—
d) その他		
・ アプローチ橋，高架橋	10, 15, 20	PCスラブ ($\ell = 10\text{m}$)，RC-T桁 ($\ell = 15\text{m}$)

以下に道路横断構造物および橋梁構造物（上部工は短支間橋）の標準設計について説明する。長支間橋のモデル設計については次項の14. 7. 4で説明する。

(1) 道路横断構造物の標準設計

・ R C パイプカルバートの設計

農業用水路（水路幅平均1.5m）を対象として、本調査地域で良く普及している中国の既存の R C パイプカルバートの標準設計を適用する。

この R C パイプカルバートは、1級公路基準の自動車荷重20級、トレーラ100 によって標準設計がなされている。これに対して高速道路基準の自動車荷重、超-20級、トレーラ120による作用荷重強度の増加を考慮して R C パイプカルバートの標準設計を行なった。

・ R C ボックス・カルバート

入道、農道および小水路（幅<5m）を対象として、2種類（3.5m×3.0mと5.0m×4.5m）の R C ボックスカルバートの標準設計を行なった。

設計荷重は高速道路基準の自動車荷重、超-20級、トレーラ120による輪荷重と盛土による作用荷重強度を用いた。

(2) 橋梁構造物の標準設計

a) 上部工の設計（短支間橋）

計画交差構造物の幅または支間が5~40mのものを対象として、次のような中国の既存の橋梁の標準設計（自動車荷重20級、トレーラ100）を本プロジェクトの高速道路の標準設計となるように、その適用支間を自動車荷重超-20級、トレーラ荷重-120で検討を行ない設計した。

中国の既存の橋梁標準設計

- ・ P C 中空床版橋（8~16m） 1973年 10月
- ・ R C - T 桁橋（10~20m） 1980年 9月
- ・ P C（ポスト・テンション）T 桁橋（25~40m） 1978年 北京

設計の結果、次の標準設計図を作成した（図面集参照）。

対象とした交差物の支間 ℓ (m)	標準設計図
$5 < \ell \leq 10$	P C 中空床版橋、10m
$10 < \ell \leq 15$	R C - T 桁橋、15m
$15 < \ell < 40$	P C - T 桁橋、20m、30m

b) 下部工の設計

次の標準設計図を作成した（図面集参照）。

標準設計図	寸法
パイルベント式橋脚	$5 < H \leq 7 \text{ m}$
くい柱式橋脚	$7 < H \leq 13 \text{ m}$
くい式橋台	$H \leq 3 \text{ m}$
半重力式橋台	$3 < H \leq 6 \text{ m}$

c) 基礎工の設計

・基礎工の根入れ深さ

N値が30以上となる層は、ボーリング調査の結果から考察すると、細砂層、砂礫層、軽亜粘土、亜粘土層および粘土層とまちまちである。各々の層の下方は必ずしもN値 ≥ 30 でなく、N値 < 30 となっていることもあり様ではないが、基礎工の設計根入れ深さとなるN値 $= 20 \sim 30$ の出現深度は概略南京～鎮江地域で10m、常州地域で20m、無錫～蘇州地域で25m、上海地域で40mである。

・適用基礎工

適用基礎工は、計画数量が多いこと、プロジェクト周辺の地域における施工および生産技術が良いこと、土質が全般的に沖積地盤であることなどの理由から、短支間橋を対象として深度15～30mまでのプレキャストRC杭を、長支間橋を対象として深度40mの場所打ちRC杭とした。

・杭基礎の設計

杭基礎の設計支持力については、原則として中国交通部の「公路橋涵設計規範」によるが、その他に上海市における基準と試験杭の結果および日本道路公団の設計要領などに基づく支持力の比較検討を行なった。対象とする地域と構造物と杭の種類、杭長および許容押込支持力は次のようになる。

対象とする地域と 構造物	杭の種類	杭長(m)	許容押込 支持力(t/本)
・南京～鎮江 短支間橋 < 40m 長支間橋 ≥ 40m	フルキャストRC (□0.4×0.4)	15	60
	場所打ちRC (φ1.2)	40	400
・鎮江～蘇州 短支間橋 < 40m 長支間橋 ≥ 40m	フルキャストRC (□0.4×0.4)	25	80
	場所打ちRC (φ1.2)	40	400
・蘇州～上海 短支間橋 < 40m 長支間橋 ≥ 40m	フルキャストRC (□0.4×0.4)	30	90
	場所打ちRC (φ1.2)	40	400

各橋梁型式における杭の設計本数は以下のとおりである。

上部工型式	単支間長(m)	橋脚(本)	橋台(本)
・P C - 中空床版橋	10	20	14
・R C - T桁橋	15, 20	24	17
・P C - T桁橋	30	42	30
・長支間橋	≥ 40	12	10

注：杭本数は橋脚，橋台とも1基（全幅，4車線）当りの本数である。

14.7.4 橋梁のモデル設計

計画橋梁 301橋のうち単支間長が40m以上となる長支間橋は13橋（資料編 A 14. 12参照）となるが，そのうち，4橋についてモデル設計を行なった。またインターチェンジ橋についても1橋モデル設計を行なった。

(1) 位置

モデル設計を行なった長支間橋とインターチェンジ橋は次のものである。

測点	設計対象	地域	橋種
・ 66+640	京杭大運河	鎮江	長支間橋
・ 94+230	新孟河	常州	〃
・ 152+260	無錫北IC	無錫	インターチェンジ橋
・ 232+610	青陽港	蘇州	長支間橋
・ 250+690	呉淞江	上海	〃

(2) 橋梁型式の選定

各位置におけるモデル設計の橋梁型式は次のように選定された。

● 京杭大運河橋

次の3型式を比較した。(表14-6参照)。

- (A) PC方杖ラーメン橋
- (B) RCアーチ橋
- (C) PC(カンチレバー)箱桁橋

比較検討の結果、水運通航量の大きい運河において桁下空間が大きく有利であること、また、単純構造で美観的に優れることから、(c)のPC(カンチレバー)箱桁橋を選定した。

● 新孟河橋

次の3型式を比較した(表14-7参照)。

- (A) PC方杖ラーメン橋
- (B) RCアーチ橋
- (C) PC(カンチレバー)箱桁橋

比較検討の結果、架設中における通航障害がないこと、また、河川沿いの道路から見る構造美に優れていることから、(B)のRCアーチ橋を選定した。

● 無錫北IC橋

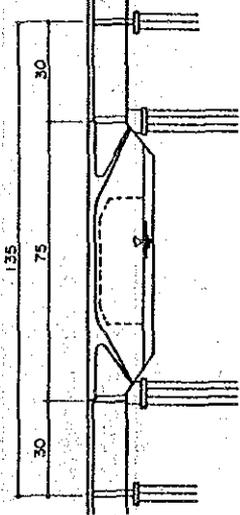
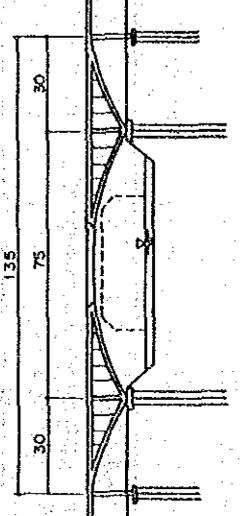
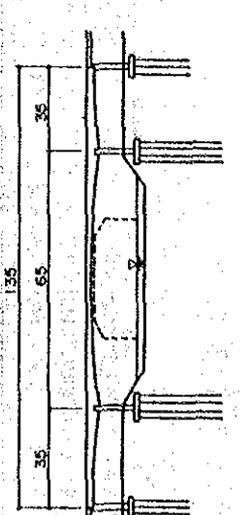
次の4型式を比較した。(表14-8参照)。

- (A) PC斜材付きラーメン橋
- (B) PC(中央橋脚)床版橋
- (C) RC連続床版橋
- (D) PC(ピルツ中央橋脚)橋

比較検討の結果、中央に視界を妨げる橋脚がないこと、また、スレンダーで美観に

表 1 4 - 6 橋梁型式の選定 (京杭大運河橋)

橋梁モデル設計 : 京杭大運河橋, STA 6 6 + 6 4 0 (浙江)

代橋案 評価	(A) PC方柱ラーメン橋	(B) RCアーチ橋	(C) PC(カンチレバー)箱桁橋
構造または 形状			
交差条件	交差角度 = 60°, 水陸等級 4 級 (計画)	高さのクリアランス = 8.0 m	幅のクリアランス = 3.5 m
構造性と 美観	<ul style="list-style-type: none"> ・スレンジャーな構造で美観的に感れている。 ・運河の兩岸付近の空間が狭くなる。 ・水平反力を生じるので軟弱地盤に対して不利。 	<ul style="list-style-type: none"> ・運河また道路からの構造美に感れている。 ・上路型式であるが、ケーブリング工法によって船舶の運航に支障を与えない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・桁下空間は充分にある。 ・常時水平反力が小さく軟弱地盤に対して有利。 ・他家に比べ単純構造で美観的に感れる。
主要材料と その調達	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート、鉄筋およびPC鋼材。 ・材料調達の問題は無い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートと鉄筋。 ・材料調達の問題は無い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート、鉄筋およびPC鋼材。 ・PC鋼材の調達にやや難点がある。
工法と 施工法	<ul style="list-style-type: none"> ・上部工はスチーリング工法。 ・船舶航行への障害がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・中央吊桁はプレキャスト、ブロック製作し、エレクションノーズでリフトアップする。 ・橋脚付近は、ケーブリング工法。 ・側径間部はスチーリング工法。 	<ul style="list-style-type: none"> ・側径間部はスチーリング工法。 ・橋脚から中央への張出は移動架設機によるカンチレバー工法。
総 評 価	1.05	1.00	1.03
推 奨 案	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ・水運通航量の多い運河で桁下空間が大きく有利である。 ・単純で美観に感れる。

※ 最小工費を1.00とした場合の比率

表 1 4 - 7 橋梁型式の選定 (新孟河橋)

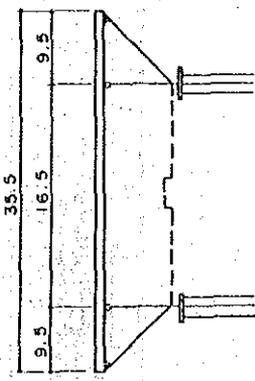
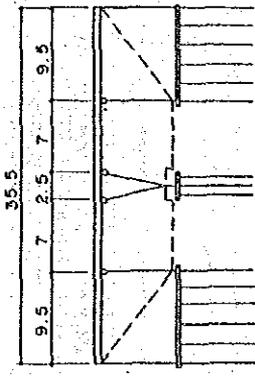
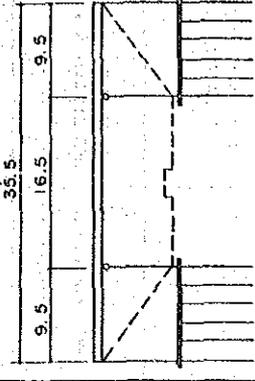
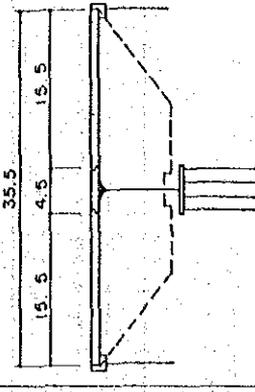
橋梁モデル設計 : 新孟河橋, STA 9 4 + 2 3 0 (常州)

代替案 詳細	(A) PC 方柱ラーメン橋	(B) RCアーチ橋	(C) PC (カンチレバー) 箱桁橋
構造または 形状			
交差条件	交差角度 = 80° 水鏡の等級 = 6 級	高さのクリアランス = 4.5 m	幅のクリアランス = 3.1 m
構造性と 美観	<ul style="list-style-type: none"> ・スレンダラーな構造で美観的に感れる。 ・桁下空間が大きい。 ・水平反力を生ずるので軟弱地盤に不利。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アーチ橋は中国の伝統的なもので象徴的である。 ・桁高は低く、上路橋形式であるが、船舶の通航には支障はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・桁下空間は充分である。 ・交差点部での桁高が大きくなる。 ・カンチレバー施工の際にクワミが大きくクワミ処理が必要である。
主要材料と その調達	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート、鉄筋および PC 鋼材 ・材料調達の問題はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートと鉄筋 ・材料調達の問題はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート、鉄筋および PC 鋼材 ・ PC 鋼材の調達にやや難点がある。
工法と 箱工法	<ul style="list-style-type: none"> ・オーストラリアーシング工法 ・水上部でスチーピングを越まなければならぬので船舶の通航上障害となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ケープル煉瓦工法 ・アレキサンドリアブロック化された部材を水上運搬し、主要部材をケープルで斜り吊り吊り立て、架設する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・移動架設機によるカンチレバー工法 ・移動架設機によりカンチレバー架設されるので船舶の通航に支障はない。
建設費	1.00	1.08	1.06
推奨度	—	—	—

※ 既小工費を 1.00 とした場合の比率

表 1 4 - 8 橋梁型式の選定 (無錫北 1 C 橋)

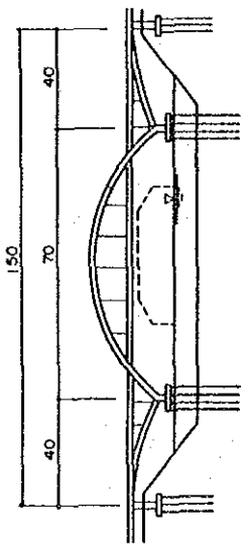
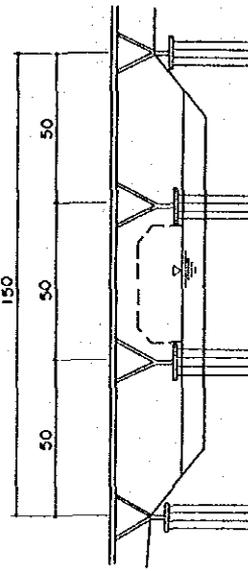
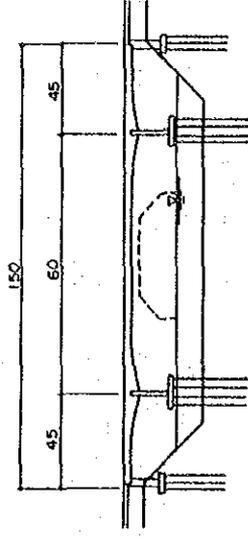
橋梁モデル設計 : 無錫北インターチェンジ, STA 151+800 (無錫)

代案 評価	(A) PC斜材付きラーメン橋	(B) PC (中央橋脚) 床版橋	(C) PC連続床版橋	(D) PC (ピルツ中央橋脚) 橋
構造または 形状				
交差条件	交差角度 = 9.0°	交差道路 : ランプウェイ	高さのクリアランス = 5.0 m	幅のクリアランス = 1.6 m
構造と 美観	<ul style="list-style-type: none"> スレンダラーであり美観的に優れる。 基礎橋 (重交通) 構造としては、形状寸法が大きく、また視線となる。 	<ul style="list-style-type: none"> スレンダラーで美観的に優れる。 A 案より構造的に安定形。 中央支柱によって建設費が低減されるので分離帯を広くする必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> スレンダラーで美観的に優れる。 中央支柱がなく、しかも構造的に安定感がある。 	<ul style="list-style-type: none"> (C) 案と同じく美観的には (A), (B) 案よりやや劣る。 (C) 案と同じく脆弱地盤に対して有利。 中央橋脚のための分離帯が必要。
主要材料と その調達	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート, 鉄筋, および PC 鋼材。 材料調達の問題は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> (A) 案と同じ。 	<ul style="list-style-type: none"> (A) 案と同じ。 	<ul style="list-style-type: none"> (A) 案と同じ。
工法と 掘削工法	<ul style="list-style-type: none"> オールステージング工法。 不特定構造であるため二次応力の調整などに高度な技術が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> オールステージング工法。 (A) 案と同じく二次応力調整などに高度の技術が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> オールステージング工法。 (A) 案と同じく高度の技術が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ピルツ工法。 側壁間の吊桁のプレキャスト化によって工期の短縮ができる。
経費性	1.28	1.73	1.80	1.00
推奨案	—	—	—	—

※ 最小工費を 1.00 とした場合の比率

表 1 4 - 9 橋梁型式の選定 (青陽港橋)

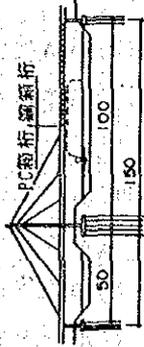
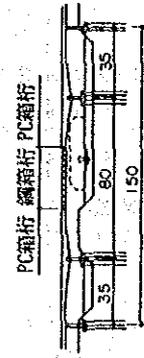
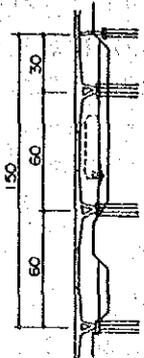
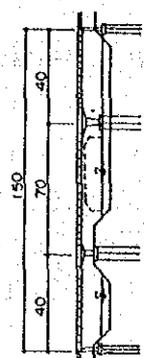
橋梁モデル設計 : 青陽港橋, STA 232+620 (蘇州)

代替案 案名	(A) RCローゼ橋	(B) PC・V脚ラーメン橋	(C) PC (カンチレバー) 箱桁橋
構造または 形状			
交差条件	交差角度 = 90° 水陸の等級 = 5級	高さのクリアランス = 5.5 m	橋のクリアランス = 3.0 m
構造と 美観	<ul style="list-style-type: none"> ・中流式アーチ構造なので高速道路のランドマークとなる。 ・構造はやや複雑である。 ・水平反力を生じ軟弱地盤では不利である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・支間間隔が小さくなるので、桁高を低くでき、またタワミも小さく、したがってクリップ変形が小さい。 ・安定構造なので軟弱地盤への対応性がよい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・構造が単純で美観に優れる。 ・桁下空間は十分である。
主要材料と その調達	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートと鉄筋。 ・材料調達の問題は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート、鉄筋およびPC鋼材。 ・材料調達の問題は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート、鉄筋およびPC鋼材。 ・PC鋼材の調達はやや難点がある。
工法と 施工法	<ul style="list-style-type: none"> ・フローティング・クレーン工法。 ・ブレイクダスト・ブロック化した部材をブロックヤードから水上運搬して架設する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・桁間部は水上ステーション工法。 ・中央吊桁はフローティング・クレーン工法。 ・橋脚は水上施工となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・工法と施工法は(B)案に同じ。
電 費 率	1.24	1.00	1.07
備 考	—	—	—

※ 最小工費を1.00とした場合の比率

表 14-1-10 橋梁型式の選定 (吳淞江橋)

橋梁モデル設計 : 吳淞江橋, S I A 2 5 0 + 6 5 0 (上級)

代案 詳細	(A) 複合鉄筋橋	(B) 複合箱桁橋	(C) PC・V脚ラーメン橋	(D) PC (プレキャストボックス) 箱桁橋
構造または 形状				
交差条件	交差角 順橋 = 90°	吳淞江 = 45°	高さのクリアランス = 5.5 m	幅のクリアランス = 5.6 m
構造性 と 美観	<ul style="list-style-type: none"> 塔とケーブリングが高速度道路のランドマークとなり、景観とも調和する。 長支間においても桁高を低くできる。(1/100程度まで) 	<ul style="list-style-type: none"> 中央箱桁(吊桁)であり、橋脚交点部の桁高を小さくでき、また養護工への反力が小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 支間間隔が小さく桁高を低くできる。 クリップ変形が小さい。 スレニングで景観と調和する。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート部材は架設前に作られるのでプレキャストレンス運入時のクリップ、乾燥収縮は小さく、架設後の変形が小さい。 単純で景観とよく調和する。
主要材料と その調達	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート、鉄筋、PC鋼材およびケーブリング(PC鋼材)。 橋脚部材(PC鋼材・ケーブリングなど)が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート、鉄筋およびPC鋼材。 PC鋼材の調達にやや難点がある。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート、鉄筋およびPC鋼材。 材料調達の問題はない。 	<ul style="list-style-type: none"> (C) 案と同じ。
工法と 施工法	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート鉄筋橋脚部は移動架設機による張出架設。 鋼材箱桁部はフローティング・クレインによる一括架設。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート部と鋼材箱桁部の施工方法は(A)案と同じ。 	<ul style="list-style-type: none"> 橋脚部ステッピング工法、中央吊桁、フローティング・クレイン工法。 吊桁は水上運搬後に架設する。 	<ul style="list-style-type: none"> プレキャスト・ボックス工法。 気象条件の影響が少なく品質管理が容易である。 架設後は水上運搬後切り付け架設する。(中間支点部は場所打ち)
概算	1.69	1.22	1.08	1.00
推奨案	—	—	—	—

※ 最小工費を1.00とした場合の比率

優れていることから、(c) の RC 連続床版橋を選定した。

● 青陽港橋

次の3型式を比較した(表14-9参照)。

- (A) RCローゼ橋
- (B) PC・V脚ラーメン橋
- (C) PC(カンチレバー)箱桁橋

比較検討の結果、桁高が小さく、静定構造のため地盤沈下への対応性が良いこと、また吊桁の架設にフローティング・クレーン工法で工期の短縮ができることから、(B)のPC・V脚ラーメン橋を選定した。

● 吳淞江橋

次の4型式を比較した(表14-10参照)。

- (A) 複合斜張橋
- (B) 複合箱桁橋
- (C) PC・V脚ラーメン橋
- (D) PC(プレキャスト・ブロック)箱桁橋

比較検討の結果、プレキャスト・ブロックのため架設後のコンクリートの変形量が小さく、また景観とも調和すること、最も経済的であること、また、コンクリート部材のプレキャスト化で工期の短縮ができることから、(D)のPC(プレキャスト・ブロック)箱桁橋を選定した。

(3) 選定された橋梁

(2)で選定された橋梁は、大別して連続型式橋(不静定構造)とゲルバー型式橋(静定構造)とからなる。

京杭大運河橋(丹陽)と無錫北IC橋(無錫)は、長江三角州の沖積低地でも沖積層厚は薄く、N値が10程度の粘性土が優勢な地域にあり、沈下に対して問題がないと考えるので連続型式の橋梁とした。

一方、青陽港橋(蘇州)と吳淞江橋(上海)を計画した地域においては、土質は粘性土、シルト、砂の混成であり、N値 ≥ 30 の出現する深さのバラツキもあり、またその下側ではN値 < 30 となる場合も多く、現調査段階では必ずしも計画構造物の沈下に対して安定な地盤を確認できないのでゲルバー型式の橋梁とした。今後さらに詳細な土質調査(架橋地点のジャスト・ポイント、深さ50m以上などの条件によるボーリング調査)によって沈下に対して安定な地盤が確認できれば、走行性の良い、また、維持管理面に問題の少ない連続型式橋とすることが望ましい。

また、新孟河橋（常州）は、アーチ型式がこの地域に実績が多く特徴的であること、景観が優れていること、そして架橋位置の兩岸には安定した堤防があることからアーチ型式の橋梁を計画した。アーチ支点部は、水平反力に十分に抵抗できるように底部を大きくするためにU型構造としている。なお、実施にあたっては基礎地盤処理を行ない、横抵抗力を増加させるなどの注意をする必要がある。

1.4.7.5 構造物の概略設計数量

橋梁および道路横断構造物の計画数量（路線総延長284.74kmに対して）は概略設計の結果、次のようになった。ただし、インターチェンジ橋は橋梁数量の中に含まれていない。

種 別	橋 数 / 個 所 数	延 長
・中小橋 (<50m)	235橋	5,960m
・長大橋 (≥50m)	66 "	12,008m
・オーバブリッジ	40 "	1,720m
橋梁の計	342橋	19,736m
・パイプカルバート	366箇所	15,006m
・ボックスカルバート	319 "	10,847m
道路横断構造物の計	685箇所	25,853m

資料編に交差構造物に関する次の箇所調書を掲げる。

- 資料編A 14. 8 : RCパイプカルバート (φ 1.5m) 調書
- 資料編A 14. 9 : RCボックスカルバート (3.5m×3.0m) 箇所調書
- 資料編A 14. 10 : RCボックスカルバート (5.0m×4.5m) 箇所調書
- 資料編A 14. 11 : 橋梁箇所調書
- 資料編A 14. 12 : 長支間橋箇所調書
- 資料編A 14. 13 : オーバブリッジ箇所調書

1.4.8 インターチェンジおよび休憩施設の計画と設計

1.4.8.1 インターチェンジの位置および間隔

(1) 設置位置

インターチェンジ（IC）の位置は、路線計画段階で決定された18箇所である。それぞれの具体的な位置は、主要な交通発生源と連絡する接続道路との交差位置、またはその近傍に選定される。接続道路は、既存道路だけでなく、新しく計画される道路もその対象としなければならない。本高速道路でも、かなりの箇所ですべて新しい計画道路が接続道路として選ばれた。

インターチェンジの設置される位置における高速道路本線の線形は、一般部より大きいことが必要である。これはインターチェンジにおける分流、合流行動が安全に行なわれるようにするためである。その基準は第13章の表13-2に示されている。本高速道路ではすべての場所でその基準を上回っているため、位置選定について、その点からは問題がなかった。

(2) 設置間隔

インターチェンジの平均間隔はジャンクション（JCT）を除き17.8kmである（図14-3参照）。最も短い区間は南京の馬群IC～麒麟IC間で、その距離は3.65kmである。この区間距離は、有料道路の場合としてはかなり短い区間距離といえるが、両インターチェンジは南京の本線料金所の外側にあり、料金所が設置されないため、この間隔は許容される。

また、最も長い区間は蘇州東IC～昆山間ICで、その距離は32.14kmである。この区間長は本高速道路としては平均よりかなり長いものであるが、本区間の途中には現在大きな交通発生源がない。しかし、将来はその中間にインターチェンジが追加される可能性があるであろう。

一般に、インターチェンジは交通量の増加に伴って、追加建設される場合がある。本高速道路の場合もいくつかの箇所ですべてその可能性があるであろう。インターチェンジの設置される位置の本線線形の基準は、一般の区間に比較して大きく定められているが、本高速道路の場合には本線の線形は全般的に大きいので、追加建設に際して、その設置位置については技術的に特に問題はない。なお、追加設置が明らかに予定される箇所については、あらかじめインターチェンジのための交差構造物を設けておくことは、将来の建設を容易にする上で合理的な方策である。

14.8.2 インターチェンジの型式選定

本高速道路は有料道路であり、各インターチェンジに料金所が設けられる。そのためインターチェンジの型式は、本線料金所より外側のインターチェンジ（料金所は不要）の場合を除き、料金所が1箇所を集約される型式が適当である。

本高速道路では、5種類の型式が選定された。以下に各型式の一般的特性とその適用について述べる。

・ダブルランプベット型

料金所が1箇所を集約される型式である。高速道路側だけでなく、接続道路側も立体交差とされる型式である。出入交通量が多く、取付け道路も4車線以上ある場合（計画を含む）に採用される。ここでは、2010年のインターチェンジ出入交通量が15,000台/日以上と予測された箇所に適用した。

適用箇所：常州、無錫北、蘇州東および安亭IC

・ランプベット型

料金所が1箇所を集約される最も一般的な型式である。接続道路との取付けは平面交差である。

適用箇所：湯山、句容、丹陽、羅墅灣、威墅堰、無錫東、新安、蘇州西および昆山IC

・Y型

3枝交差で大きな線形要素を用いる場合に適する。

適用箇所：馬群ICおよび鎮江JCT

・ハーフダイヤモンド型

料金所のない終端部に適する。

適用箇所：鎮江および真如IC

・クローバー型

料金所のない4枝交差に適する。

適用箇所：麒麟IC

表14-11に各インターチェンジの型式および出入交通量の一覧表を、資料編A14.14に箇所別調書を掲げる。調書には、設置位置、型式、方向別出入交通量、料金所車線数および型式選定理由と計画上の特徴などを示す。

表14-11 インターチェンジ一覧表

インターチェンジ名	型式名	出入交通量 (台/日, 2010年)	連絡道路
馬群 IC	Y型	17,862	南京環状道路(計画)
麒麟 IC	クローバー型	11,131	南京外環状道路(計画)
湯山 IC	トランペット型	2,469	湯山～竜潭鎮路
句容 IC	トランペット型	2,751	鎮江～句容路
鎮江 JCT	Y型	11,637	鎮江枝線
鎮江 IC	ハーフダイヤモンド型	11,637	鎮江市区一級公路
丹陽 IC	トランペット型	8,834	丹陽～大港路(計画)
羅墅灣 IC	トランペット型	2,915	鎮江～常州路
常州 IC	ダブルトランペット型	18,050	常州～江陰路
戚墅堰 IC	トランペット型	5,220	取付道路(改良計画有)
無錫北 IC	ダブルトランペット型	25,497	無錫～江陰路(計画)
無錫東 IC	トランペット型	9,684	無錫～常熟路
新安 IC	トランペット型	4,975	取付道路(改良計画有)
蘇州西 IC	トランペット型	9,604	外環状道路(計画)
蘇州東 IC	ダブルトランペット型	20,109	蘇州～常熟路(計画)
昆山 IC	トランペット型	13,741	外環状道路(計画)
安亭 IC	ダブルトランペット型	16,444	外青公路
真如 IC	ハーフダイヤモンド型	53,322	曹安路

インターチェンジ型式のそれぞれの場所における適用は、現地の地形、土地利用状況および交通の主たる方向を考慮して行なった。この検討は、後述のモデル設計の箇所を除き、1/10000 地形図を用いて実施した。

14.8.3 料金所の計画

料金所には、インターチェンジ料金所と本線料金所とがある。

料金所には、トールゲート(料金徴収施設)が設けられる。トールゲートの設置される場所は、見通しが良く、平坦でなければならない。平面曲線半径の最小値は200m(本線料金所の場合はインターチェンジを設置する場所の本線線形の基準と同一)とする。縦断勾配の最大値は2%(特別は場合3%)とする。

必要な料金所施設(料金所、車線、トールブースなど)の所要数は、出入交通量をもとに以下に示す方式により計算される。

料金所施設数の計算

a) 設計時間交通量 (DHV)

$$DHV (\text{片側}) = ADT \times K \times D$$

ADT : 日平均時間交通量で、本高速道路では2010年の予測交通量をとる。

K : ADTに対する30番目時間交通量の割合で、本高速道路では一般に0.12, 都市部である南京および上海の本線料金所では0.09とする。

D : 往復合計交通量 (1時間) に対する重交通方向の割合で、本高速道路では一般に0.6, 南京および上海の本線料金所では0.7とする。

b) サービス水準

・サービス時間 : 入口6秒, 出口14秒とする。

・サービス水準 : 平均待ち台数を1台とする。

c) 車線数 : 設計時間交通量により表14-12から求める。

表14-12 車線数, サービス時間および平均待ち台数と処理可能台数

サービス時間	6秒		8秒		10秒		14秒		18秒		
	1台	3台	1台	3台	1台	3台	1台	3台	1台	3台	
車 線 数	1	300	450	230	340	180	270	130	190	100	150
	2	850	1040	640	780	510	620	360	440	280	350
	3	1420	1630	1070	1230	850	980	610	700	480	550
	4	2000	2230	1500	1670	1200	1340	860	960	670	740
	5	2590	2830	1940	2120	1550	1700	1110	1210	860	940
	6	3180	3430	2380	2570	1910	2060	1360	1470	1060	1140
	7	3770	4020	2830	3020	2260	2410	1620	1720	1260	1340
	8	4360	4630	3270	3470	2620	2780	1870	1980	1450	1540
	9	4960	5220	3720	3920	2980	3130	2130	2240	1650	1740
	10	5560	5820	4170	4370	3330	3490	2380	2490	1850	1940
	11	6150	6420	4610	4820	3690	3850	2640	2750	2050	2140
	12	6740	7020	5050	5270	4040	4210	2890	3010	2250	2340
	13	7340	7620	5510	5720	4400	4570	3150	3270	2450	2540
	14	7940	8220	5954	6170	4760	4930	3400	3520	2650	2740
	15	8530	8820	6400	6620	5120	5290	3660	3780	2840	2940

d) リバーシブル車線数

出入口が同じ場所にあるところでは、朝夕でピーク方向が異なるので、リバーシブ

ル（共用）車線を設けることができる。その計算法は次の通りである。

$$N = N_1 - N_2$$

N : リバーシブル車線数

N₁ : (ADT × K × D) に対する入口の所要車線数

N₂ : (ADT × K × (1 - D)) に対する入口の所要車線数

(計算例)

蘇州東ICを例とする。

ADT (2010年) = 20,109 × 台/日, K = 0.12, D = 0.6

DHV = 20,109 × 0.12 × 0.6 = 1,448 台/時

表14-12から車線数は入口4, 出口7となる。

リバーシブル車線数Nは,

N₁ : (ADT × K × D) = 1,448 に対する入口の所要車線数, 4

N₂ : (ADT × K × (1 - D)) = 20,109 × 0.12 × 0.4 = 965 に対する入口の所要車線数, 3

$$N = N_1 - N_2 = 4 - 3 = 1$$

したがって合計所要車線は,

入口車線 + 出口車線数 - リバーシブル車線数 = 4 + 7 - 1 = 10となる。

本高速道路の場合、南京、鎮江、上海の3箇所が本線料金所となる。南京の場合は、麒麟ICの東に、鎮江は鎮江ICの南に、上海は真如ICの西にそれぞれ設けられる。

図14-15に料金所の標準横断構成（入口2車線、出口3車線）を掲げる。

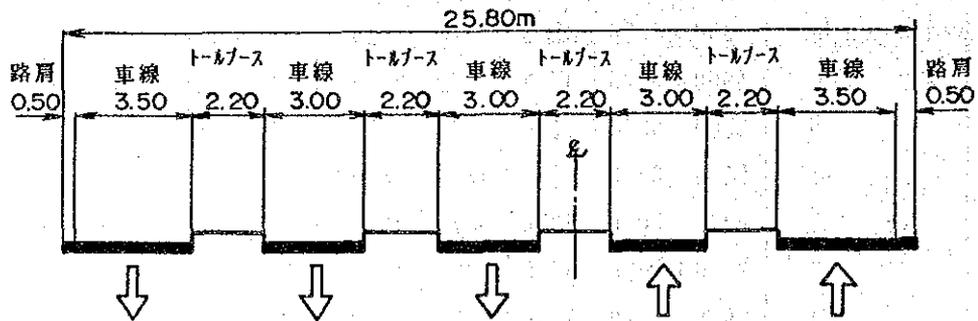


図14-15 料金所の横断構成

1.4.8.4 休憩施設の位置および型式

サービスエリア（SA）は、路線計画で決定した上党、芳茂山、陽澄湖の3箇所とするが、この他、新たにパーキングエリア（PA）を計画した。これはサービスエリアの中間に1箇所ずつ置き、4箇所設置するものである。サービスエリアとパーキングエリアを併せた休憩施設の平均間隔は、45.6kmである。なお、将来、交通量の増加に応じて、この中間に、さらに1箇所ずつ設けることが可能である。

休憩施設の型式もいくつかあるが、本調査では、すべて外向型（本線、通り抜け車道、駐車場、給油施設、食堂・売店および公衆便所、休憩園地の順に本線車道から外側に向かって配置される型式）として計画した。

1.4.8.5 インターチェンジおよびサービスエリアのモデル設計

(1) モデル設計の実施箇所

将来の実施設計の参考のため、1/2000地形図によるモデル設計を実施した。選定されたインターチェンジおよびサービスエリアは次の箇所である。

インターチェンジ： 麒麟IC、鎮江JCT、羅墅湾IC、無錫北IC、蘇州東ICおよび真如IC

サービスエリア： 陽澄湖SA

(2) 設計の一般方針

モデル設計箇所に限らず、一般的にインターチェンジの設計は次の基本方針によった。

- a) トランペット型はすべてA型（ループをオンランプ側に用いる型式）とした。
- b) インターチェンジ・ランプの最小平面曲線半径は、本線側50m、接続道路側（第2インターチェンジ）は40mとした。
- c) ランプは、真如ICを除きすべて1車線ランプとした。
- d) ジャンクションの最小平面曲線半径は250mとした。
- e) ダブルトランペット型の接続道路側では、インターチェンジ流入交通と自転車交通との輻輳を避けるため、自転車専用の迂回道路（歩道を含む）を設け、立体交差を必要箇所に設けた。

1.4.9 付帯工の計画

付帯工としては、付替道路／取付道路と付替水路がある。付替道路／取付道路は、横断道路を整理統合した場合にその連絡道路として設けられる側道のほか、ダブルランペット型インターチェンジの接続道路側に設けられる自動車専用の迂回道路やサービスエリア計画地点までの取付道路を含む。付替水路は横断水路を整理統合した場合にその連絡として設けられる側水路が主である。

その計画数量は、次の通りである。

	付替／取付道路	付替水路
江蘇省地区	36.8km	3.9km
上海市地区	4.9km	0.9km
合計	41.7km	4.8km

1.4.1.0 交通安全施設と交通管理施設の計画

交通安全施設と交通管理施設は、いずれも事故防止と交通の円滑な運行を目的として設置される施設である。

1.4.1.0.1 交通安全施設

交通事故防止に直接関係する施設で次のようなものがある。

- ・防護柵（ガードレール）
- ・眩光防止施設
- ・立入防止柵
- ・照明
- ・視線誘導標

以上の諸施設について、日本における基準を参考に計画した。

(1) 防護柵（ガードレール）

主として走行中に進行方向を誤った車両が路外、対向車線に逸脱するのを防ぐと共に、乗員の傷害および車両の破損を最小限にとどめて車両を正常な進行方向に復元させることを目的とし、副次的に運転者の視線を誘導する施設である。防護柵は、盛土部の路側と中央分離帯（両面型）に設置する。なお鎮江枝線の中央分離帯には設置しない。

(2) 眩光防止施設

夜間に対向車道を走行中の車両が及ぼす眩光を防止することを目的として中央分離帯に設置される。植樹、防眩網、防眩板などがあるが、本高速道路では橋梁、高架区間は防眩網、盛土区間には植樹を計画した。

(3) 立入防止柵

高速道路内に関係者以外の者が立ち入らないように切土部では切土法肩に、また盛土部では盛土法尻に設置する施設である。立入防止柵には金網型と有刺鉄線型があるが、本高速道路では金網型で計画した。

(4) 照明

本高速道路ではインターチェンジ、料金徴収所および休憩施設に設置することにした。

(5) 視線誘導標

車道の側方に沿って、路端および道路線形を示し、運転者の視線誘導を行なう必要がある区間に設置するもので、ほとんどが車両のライトに反射する反射式のものであるが、特に危険な箇所には、自発光式が用いられることもある。雨天の夜間、レーンマークが見えない時には必須の施設である。

14.1 0.2 交通管理施設

交通の円滑化を図ることを目的とし、付随的に交通の安全と事故防止のために設置されるもので、交通制御施設ともいう。これには次のようなものがある。

- ・ 標識
- ・ 路面標示および区画線
- ・ 非常電話
- ・ 道路情報板
- ・ 交通監視施設

以上の諸施設につて、日本における基準を参考に計画した。

(1) 標識

道路における交通の安全と、円滑な運行を図るために路側や路上空間に設置されるもので、案内標識、警戒標識、規制・指示標識、その他標識の4種類に分類される。

a) 案内標識

①省、市の境界標識

高速道路上で省、市の境界を標示する。

②高速道路入口（インターチェンジ）への誘導のための標識

高速道路に至る主要な一般道路の交差点および複雑な交差点において、高速道路の入口の方向を標示する。

③方向および距離の確認のための標識

本線走行中の運転者に、方向および距離を確認させ、現在の位置を知らせるためのものである。

④インターチェンジの案内標識

インターチェンジのノーズの手前2km、1km、テーパー端、分岐点に設置してインターチェンジの案内をするものである。ここにはインターチェンジ番号、行先地名などが標示される。

⑤インターチェンジ内における方面および方向の表示

インターチェンジ内のランプ同士の分岐点、あるいは交通島の分岐点において、方面および方向を標示する。

⑥本線上に設けられる料金所の予告

本線料金所（バリアー型）で、1kmおよび500m手前に設置する。

⑦サービスエリアの案内

サービスエリアのノーズ手前2km、1km、テーパー端、分岐点に設置する。

⑧パーキングエリアの案内

パーキングエリアのノーズ手前1km、テーパー端、分岐点に設置する。

⑨著名地点の標示

河川、湖など、交通の目標となる地点で、その名称を標示する。

⑩非常電話の位置の標示

非常電話が設置されている箇所を設置して、その位置を示す。

b) 警戒標識

①右方または左方屈曲ありの標示

本線上では、曲線半径400m以下の場合を対象としているので本高速道路本線上では、これの対象箇所はない。インターチェンジの場合、オフランプの流出部およびループ型オンランプの曲線半径が300m以下の場合に設置するものである。

②合流交通ありの標示

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設置するもの

である。

c) 規制標識・指示標識

①自動車専用の標識

高速道路の入口および出口に設置して自動車専用道路であることを示す。

②「最大幅」，「重量制限」，「高さ制限」などの標識

d) その他標識

①高速道路終点の標識

主として部分供用時の仮終点に設置されるものである。

②走行車線，追越車線の標識

本線上に適切な間隔に設置する。

(2) 路面標識および区画線

路面標識および区画線は，交通の流れを誘導し，運転者に必要な案内，警戒，規制あるいは指示を示して，自動車の安全かつ円滑な走行を確保することを目的として，舗装路面上に標示されるものである。

本高速道路において用いられるものは，次のものである。

・車線境界線およびおよび車道外側線：

高速道路本線上に標示されるもの。

・ノーズの標示：

車両の安全な分合流のためにインターチェンジ分合流ノーズに標示されるもの。

・その他の標識：

サービスエリア，パーキングエリア内の駐車場の指定標示や本線料金所手前の減速標示などである。

(3) 非常電話

事故，故障，必要とする援助などを道路管理者に知らせることを目的として，1 km間隔で走行車線側の路側に，上下線対向して設置する専用電話である。

(4) 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の状況を知らせ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と2種類がある。いずれも交通管制室などからの遠隔操作が可能である。これら道路情報板は，交通量に見合った設置の検討が必要である。

(5) 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 I T V (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)などのことをいう。いずれも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。

本高速道路において I T V の設置は今後検討を要するが、トラフィックカウンターは設置の必要があると思われる。

1 4 . 1 1 工種別延長および主要工事数量

(1) 工種別延長

概略設計の結果、高速道路の総延長(鎮江枝線を含む)は284.74kmとなった。表14-13に示すように、このうち土工部延長は266.74kmで全長の93.7%を占め、残りの18.00kmが橋梁、高架部延長で全長の6.3%となった。

土工部のうち、切土部は南京～鎮江間のみが存在し、延長は25.59km(全土工部延長の9.6%)、あとの241.15kmは盛土部である。

表 1 4 - 1 3 延長調書

単位：km

	江 蘇 省	上 海 市	合 計
土工延長	245.78 (94.8)	20.96 (82.4)	266.74 (93.7)
盛土延長	220.19	20.96	241.15
切土延長	25.59	0.00	25.59
橋梁延長	13.52 (5.2)	4.48 (17.6)	18.00 (6.3)
総延長	259.30 (100.0)	25.44 (100.0)	284.74 (100.0)

なお、橋梁・高架延長について江蘇省と上海市とを比較すると、江蘇省が全延長の5.2%であるのに対し、上海市は17.6%とその比率は高い。

(2) 主要工事数量

表14-14に江蘇省と上海市別の主な工種の工事数量を示す。また、主要工種39工種の数量の総括表を資料編に示す。ここでは、沿線各都市の境界および建設工程の検討の便のためを考え、全延長を11の地区に分けて数量をまとめている(資料編A14.15およびA14.16参照)。

表14-14 主要工種の工事数量

項 目	単 位	江 蘇 省	上 海 市	合 計
道路掘削	m ³	5,731,000	0	5,731,000
客土掘削	m ³	28,610,000	4,197,000	32,807,000
パイプカルバート, φ3.5m	m (本)	13,981 (341)	1,025 (25)	15,006 (366)
ボックスカルバート, 3.5×3.0m	m (本)	6,466 (182)	924 (26)	7,390 (208)
ボックスカルバート, 5.0×4.5m	m (本)	3,083 (99)	374 (12)	3,457 (111)
アスファルト表層工, t=4cm (完成断面施工分)	m ²	1,563,700	0	1,563,700
アスファルト表層工, t=4cm (暫定断面施工分)	m ²	1,623,400	379,000	2,002,400
コンクリート表層工, t=26cm	m ²	1,251,000	0	1,251,000
基層工, アスコン, t=6cm	m ²	4,082,800	459,000	4,541,800
上層路盤工, アス処理, t=10cm	m ²	4,231,100	474,100	4,705,200
下層路盤工, 三渣	m ²	1,671,300	152,900	1,824,200
橋梁工, 中小橋	m ² (橋)	134,802 (210)	16,575 (25)	151,377 (235)
橋梁工, 長大橋	m ² (橋)	195,192 (47)	91,920 (19)	287,112 (66)
インターチェンジ	箇所	16	2	18
サービスエリア	箇所	3	0	3
パーキングエリア	箇所	3	1	4

注：客土掘削は締固め土量で示されている。ここには軟弱地盤地帯での沈下土量、池地などの埋立て土量も考慮されている。

なお、高速道路建設のための用地は、平均用地幅50mとして、江蘇省約1,300ha、上海市約130ha、合計約1,430haを必要とする。

第15章 環境に対する考察

- 15. 1 概説
- 15. 2 中国の環境基準
- 15. 3 道路交通騒音の予測
- 15. 4 自動車排出ガスが地域に与える影響
- 15. 5 環境美化への配慮

春来江水緑如藍、 能不憶江南。
白居易「憶江南」

春來れば江水 緑(みどり) 藍の如し、
いかで江南を憶わざる。



第15章 環境に対する考察

15.1 概説

道路の環境問題には、一般に大気汚染、騒音、振動などの道路を通行する自動車によって発生する、いわゆる交通公害とよばれる問題のほか、道路建設期間中に発生する騒音、濁水の発生、道路建設または道路の存在自体によって生ずる自然環境、自然景観への影響などがある。

本調査においては、数量的に予測の可能な道路交通騒音および自動車排出ガスについて予測計算とその対策について検討する。

15.2 中国の環境基準

中国の環境保護基準は、“中華人民共和國標準化管理条例”の規定に基づき、1979年から基準の作成、公布、執行などにつき改善が計られてきた。中国は国際標準化組織機構の正式加盟国である。国としては、すでに110項目の各種環境保護基準を作成しており、87項目の環境基準が公布されている。

交通システムに関する通常の一般実用環境基準のうち、騒音および大気汚染関係のものを表15-1および表15-2に掲げる。

表15-1 都市地域騒音基準

適用地域	ホーン数(dBA)	
	昼間	夜間
特殊住宅区	45	35
住居、文教地区	50	40
1類混合区	55	45
商業中心区、2類混合区	60	50
工業集中区	65	55
交通幹線道路両側	70	55

注： 1類混合区：一般商業と住居混合地区
 2類混合区：工業、商業、少量交通と住居混合区
 工業集中区：都市、または区域内で明確に規定された地域
 交通幹線道路両側：交通量100台/時以上

表 15-2 大気環境含有物基準

汚染物名称	採取時間	濃 度 限 度 (mg/m ³)		
		1 級基準	2 級基準	3 級基準
合計浮遊微粒	日平均	0.15	0.30	0.50
	任意1回	0.30	1.00	1.50
浮遊塵	日平均	0.05	0.15	0.25
	任意1回	0.15	0.50	0.70
二酸化イオウ SO ₂	年日平均	0.02	0.06	0.10
	日平均	0.05	0.15	0.25
	任意1回	0.15	0.50	0.70
窒素酸化物 NO _x	日平均	0.05	0.10	0.15
	任意1回	0.10	0.15	0.30
一酸化炭素 CO	日平均	4.00	4.00	6.00
	任意1回	10.00	10.00	20.00
光化学酸化剤 O ₃	1時間平均値	0.12	0.16	0.20

注：1級＝風景地区，2級＝都市地区，3級＝工業集中地区（港湾を含む）

1 5.3 道路交通騒音の予測

1 5.3.1 道路交通騒音の予測計算

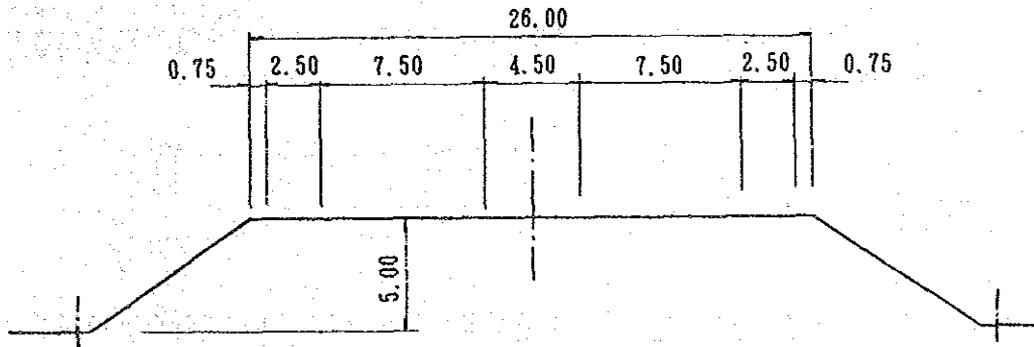
(1) 条件設定

騒音予測は、全区間を馬群IC～鎮江JCT，鎮江JCT～真如ICの2区間に分け，2000年および2010年について行なうものとし，交通条件については第8章「交通・運輸調査」および第11章「将来交通量の予測」の結果をもとに，表15-3に示す値を用いるものとする。道路条件については平均盛土高の5.0mをとる（図15-1参照）。

表 15-3 交通騒音予測のための交通条件

項 目	2000年		2010年		
	馬群～鎮江JCT	鎮江JCT～真如	馬群～鎮江JCT	鎮江JCT～真如	
計画交通量 (台/日)	16,400	25,300	31,300	47,800	
昼夜率	0.705	0.705	0.705	0.705	
ピーク率 (%)	11.3	11.3	11.3	11.3	
大型車混入率 (%)	21.0	21.0	21.0	21.0	
騒音予測に用いるデータ	時間交通量 (台/h)	1,300	2,000	2,500	3,800
	大型車混入率 (%)	21.0	21.0	21.0	21.0
	平均走行速度 (km/h)	100	100	100	100

注：1. 大型車混入率は昼間12時間の平均値である。
 2. 時間交通量は計画交通量×昼間率×ピーク率で算定している。



※平均盛土高 H=5.0mとする。

図 15-1 騒音予測計算に用いる道路断面

(2) 予測計算の基本式

予測計算には、日本音響学会が1975年に定めた次の計算式を基本として用いる。

$$L_{50} = L_w - 8 - 20 \log_{10} \ell + 10 \log_{10} \left(\pi \frac{\ell}{d} \tanh 2\pi \frac{\ell}{d} \right) + \alpha_0 + \alpha_1$$

ここで、

L_{50} : 自動車交通騒音の中央値 (dB(A))

L_w : 1台の車から発生する騒音のA特性による平均パワーレベル (dB(A))

ℓ : 音源から受音点までの距離 (m)

d : 平均車頭間隔 (m), $d = 1,000V/N$

N : 交通量 (台/h)

V : 平均走行速度 (km/h)

α_d : 回折減衰による補正值 (dB(A))

α_i : 種々の原因による補正值 (dB(A))

(3) 騒音に関する環境保全目標

中国の環境基準(表15-1参照)によれば、交通幹線道路両側を採るべきであるが、日本の基準を参照し、ここでは1段階上げ、工業集中区の基準(日本の地域B〔相当数の住居と併せて商業、工業などの用に供される地域〕にほぼ相当)を対象とし、時間区分は交通量最大の昼間をとり、65dBを環境保全の目標値とする。

(4) 予測結果

図15-2および図15-3に、馬群IC~鎮江JCT間、鎮江JCT~真如IC間それぞれについて、計算によって求められた騒音の分布図を示す。受音点の高さは1.2mとされているので、環境保全目標値である65dBを超えるのは、鎮江JCT~真如ICの2010年の場合(図15-3b)の場合のみである。図15-3c)は高速道路の路側に高さ2mの遮音壁を設けた場合の騒音分布図であり、これに見られるように遮音壁設置により環境保全目標は達せられる。

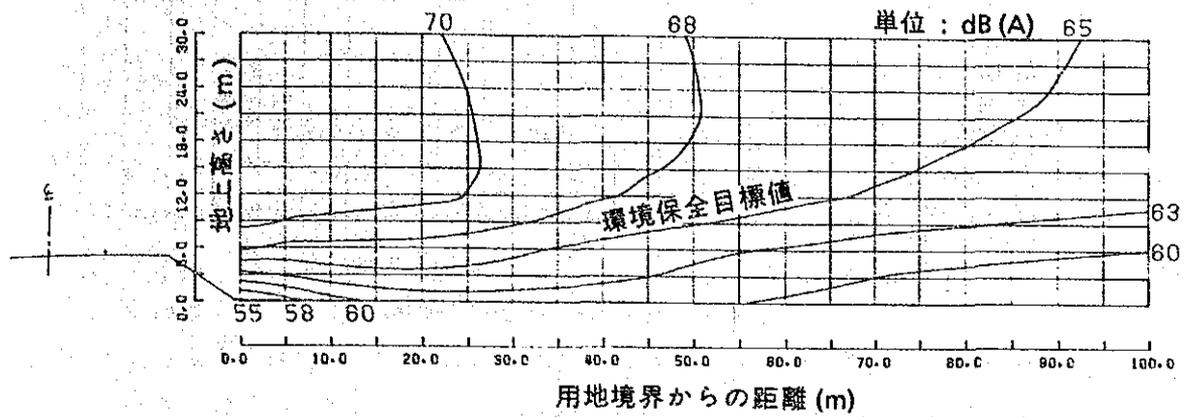
15.3.2 評価と対策

予測計算の結果に見られるように、本高速道路の騒音は、2010年時点での鎮江JCT~真如ICの区間以外では特に対策を必要とせず、鎮江JCT~真如ICの区間も、その時点で必要な地点に高さ2mの遮音壁を設置することで環境保全目標を達成できる。なお、保全目標をより厳しくした場合でも、遮音壁設置時期を繰り上げ、また遮音壁の高さを概ね3mとすることで対処できる。

遮音対策として、予め遮音壁設置が予定される区間では、遮音壁設置を容易にするため、路肩の幅を標準の0.75mから1.0m~1.5mに拡げておくことが望ましい。

a)

目標年次	2000年
対策の有無	無



b)

目標年次	2010年
対策の有無	無

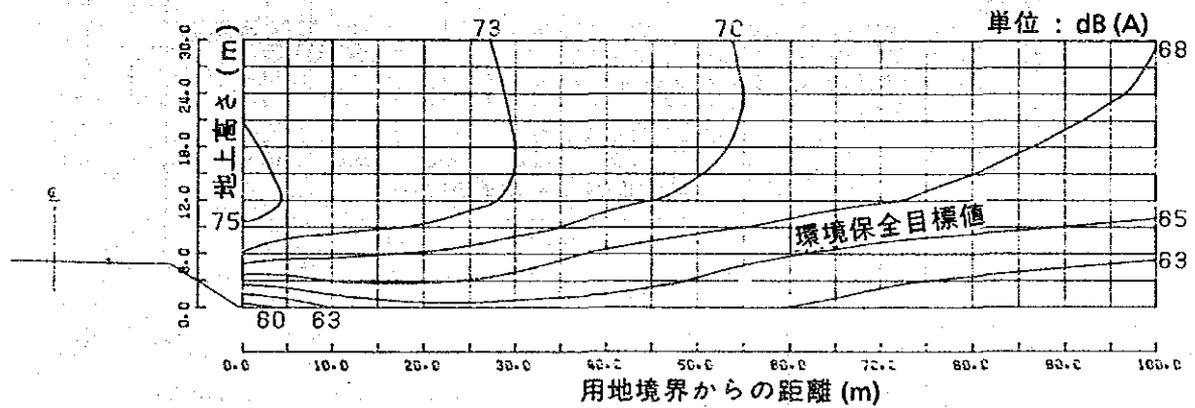
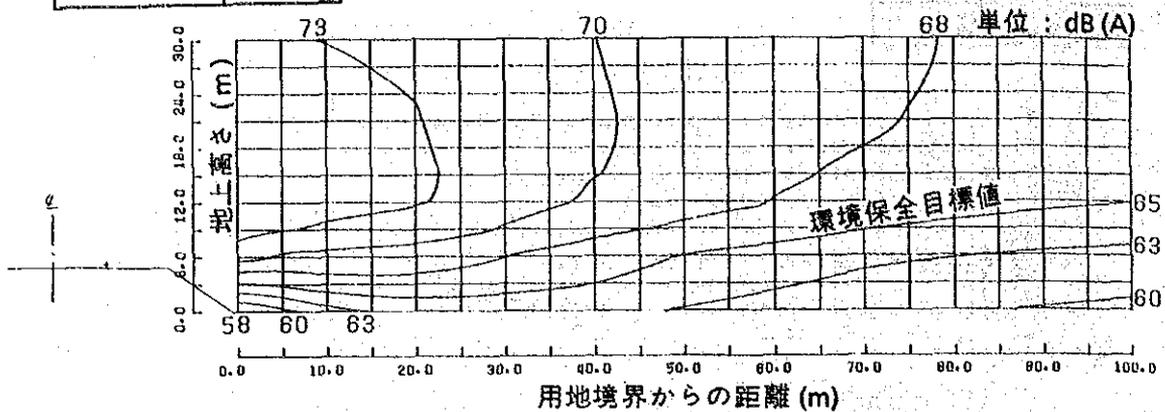


図 15-2
道路交通騒音分布図 (馬群 JCT ~ 鎮江 JCT)

中華人民共和國
上海・南京間高速道路建設計画調査
国際協力事業団

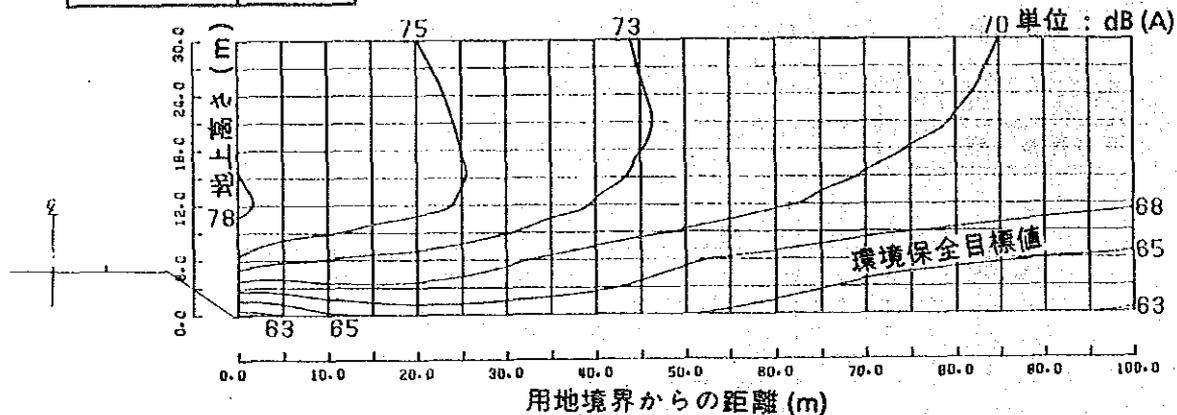
a)

目標年次	2000年
対策の有無	無



b)

目標年次	2010年
対策の有無	無



c)

目標年次	2010年
対策の有無	有(H=2.0m)

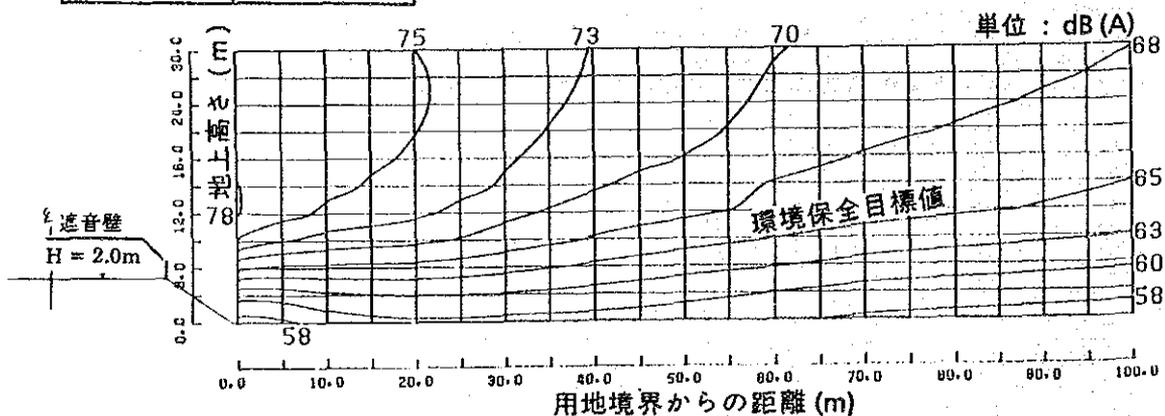


図15-3
道路交通騒音分布図(鎮江JCT~真如IC)

中華人民共和國
上海・南京間高速道路建設計画調査
国際協力事業団

1.5.4 自動車排出ガスが地域に与える影響

1.5.4.1 自動車排出ガスによる大気汚染の影響予測

(1) 基準の適用

大気汚染の予測を行なう場合、その予測値は気象条件、地形条件、交通条件および道路構造などによって異なる。

本高速道路における予測を行なう際、上記の諸条件のうち、特に気象条件が明確でなく、正確な予測は困難であるので、日本での影響予測の算出例のうちから、同様な交通量の場合のものによって類推することとする。

自動車交通排出ガスによる大気汚染のうち、影響の大きいのは窒素化合物 (NO_x) のうちの二酸化窒素 (NO_2) である。中国の基準では NO_x 全体で濃度限度が定められているが、ここでは日本の基準である NO_2 による予測によって代行する。

日本の大気汚染に係る環境保全目標を表15-4に掲げる。

表15-4 大気汚染に係る環境保全目標（日本）

項目	内容
一酸化炭素 CO	1時間値の1日平均値が10ppm以下であること。 (年平均換算値が5.71ppm以下であること。)
二酸化窒素 NO ₂	1時間値の1日平均値が0.04~0.06ppmのゾーン内またはそれ以下であること。 (年平均換算値が0.02~0.03ppmのゾーン内またはそれ以下であること。)

(2) 予測

日本における高速道路周辺の自動車排出ガスによる二酸化窒素 (NO_2) の年平均値の予測値を見ると、日交通量1~2万台で0.005ppm、4~5万台で0.010ppmと予測されている。ただし、この予測値の目標年次は2000年頃であり、日本車の厳しい排出基準に合格した状況下での予測値である。

したがって、本高速道路の自動車交通に起因する NO_2 の予測値は、中国においても日本と同じような厳しい排出規制が実施されることを前提とすれば、2000年で0.005ppm、2010年で0.010ppmと考えられる。

1 5.4.2 保全目標と評価

大気汚染の評価を行なう際には、自動車交通に起因する予測値と、当該道路には直接起因しないバックグラウンド値とを合わせた値で環境保全目標値と比較しなければならない。

バックグラウンド値を、上海市と同様な人口を持つ東京都40～50km圏に位置する八王子市での実測値から推定すると、1982年でのNO₂の実測値は0.013～0.018ppmであるので、0.020ppm程度を見込むこととなる。

したがって、バックグラウンド値との合計値は、2000年で $0.005+0.020\text{ppm}=0.025\text{ppm}$ 、2010年で $0.010+0.020=0.030\text{ppm}$ となり、環境保全目標(0.02～0.03ppm)をクリアーすることとなる。

自動車排出ガスによる大気汚染については、道路の側では直接これに対処する方策を持たないので、自動車の排出ガス規制が厳しく行なわれなければならない。

1 5.5 環境美化への配慮

中国では、一般道路や街路の路傍などに高木の列植を行なって、道路環境、都市環境の保持と美観の向上を図っている。高速道路はその構造上、路傍に連続した高木植栽は困難であるので、高速道路とその周辺の良い環境を保つため、部分的な路傍植栽や中央分離帯、インターチェンジ、休憩施設等の植栽など、積極的な植樹、緑化の配慮を必要とする。

第16章 施工計画

- 16. 1 施工計画立案の前提条件
- 16. 2 施工方法
- 16. 3 材料供給計画
- 16. 4 建設工程

潮平兩岸闊、風正一帆懸。

王湾「次北固山下」

潮 平らかにして兩岸闊（ひろ）く、
風 正しくして一帆懸る。



第16章 施工計画

16.1 施工計画立案の前提条件

本高速道路は極めて大規模な工事である。工事延長は284.74km, その土工量は, 道路掘削 573.1万 m^3 , 客土掘削 3,280.7万 m^3 , 軟弱地盤処理延長は 130km, また橋梁は 301橋 (総延長18,000m) である。このような大規模工事の施工計画をたてるにあたり, 下記事項を基本方針と考えた。

(1) 機械化施工

本工事の土工事 (主として盛土工) は機械化施工を主体として計画する。中国内の道路工事で一般的に実施されている人力施工による工事の実態について調査した結果, 人力施工は土工量が少なく (盛土高が 2 m 前後である), また土取場が計画道路に隣接しているサイドロー方式に限られている。したがって, 本高速道路工事のように, 莫大な土工量 (平均盛土高 5.0m) と山地土取場および平地土取場から客土するため搬土距離が10~25kmとなる場合には, 人力施工を適用することは不適當である。

また, 舗装工事についても, 大規模工事であること, 高速道路として必要な高い品質を確保することから, 機械化施工で計画した。このように機械化施工を導入することは, 将来, 中国において本計画と同規模またさらに大規模な工事を行なう際に有益な建設技術上の蓄積をもたらすものと考えられる。

(2) 資機材の運搬

計画地域には, 道路, 鉄道, 運河・河川によるアクセスが可能である。道路は 2・3 級の幹線道路が計画路線と10~20kmの間隔で交差しており, これらにかかる橋梁もほぼ整備されているので, トラックやトレーラーによる資機材の搬入はさほど問題はない。鉄道は計画路線沿に滬寧鉄道があるが, 容量の不足から貨物輸送は長距離のものに制限されるため, 輸入資機材を上海港から運ぶ場合でもこの利用はかなり制約を受けるものと考えられる。水運は京杭大運河を軸とする運河網および長江を利用するもので, 特に浙江省 (杭州) や福建省 (福州) からの砂材の運搬や工業廃材 (粉煤灰) の運搬には有効であろう。この場合, 現場近くの運河沿に適切なストックヤードを確保し, 建設工程にしたがって前もって材料のストックをはじめておく必要であろう。

以上のことから, 資機材の輸送は, 主として道路に依ることとし, 水運を従として出