

第12章 自然条件調査

12.1 計画路線周辺の自然条件

12.1.1 地形

長沙市は湖南省の東北にあり、東経 $111^{\circ} 55' \sim 114^{\circ} 14'$ 、北緯 $28^{\circ} 00' \sim 28^{\circ} 30'$ の間に位置している。市の中央部を湘江は南から北へ流れており、隣接の市である岳陽市において長江に合流している。長沙市の地形的な特徴としては、山地・丘陵地、平野の比率はほぼ各50%である。東の方にある大嵬山が長沙市では最も高く1,607mである。本調査の対象地域である長沙市区部は、長沙市 $11,818 \text{ km}^2$ のうち 543 km^2 である。この地域は”依山傍水”を備えた地域であり、市区の中央を湘江が南北に縦貫している。西岸は海拔296mの岳麓山を中心とする丘陵地であり、東岸は河川堆積地形であり、その中を瀏陽河、撈力河が流れ、湘江と合流している。河底の標高は30m前後である。

構造地形的に言えば、本地区は新華夏第二沈降帯の延長部の長平断裂盆地の西南部に位置している。当地の地形の骨格は燕山運動（中生代ジュラ紀～白亜紀：約2億年～7千年前）によって作られている。その後第4紀になって、新しい構造運動により、湘江は浸食、堆積作用によって河床、段丘、丘陵と言った異なった地貌を呈している。特に長沙市内にはいくつかの段丘面が見られ、従って市内は意外に坂が多い。段丘面は11段あり、最低標高は湘江の河底の30m前後であり、最高標高は110m前後である。

12.1.2 地質

本地区の基盤地質構造は、中元古界の冷家溪群 (Pt2; 約11億年前) とする「複理式」構造の浅変質岩系によって構成されている。その上部は、古生代デボン紀 (D1,2,3; 約4億年前) の浅海性、浜海性、海陸性の碎屑岩、炭酸塩岩が交互に堆積した互層によって構成されている。その後、古生代石炭紀 (約3億年前) に活発となった加里東構造運動、及び中生代三畳紀 (約2億年前) の印支構造運動により、これらの基盤岩は北東及び東西方向の褶曲構造を呈するに至った。その後印支構造運動に続く燕山構造運動に伴って本地区の白亜系及び第三系の地層が (沈降) 形成され、「長平紅盆」が形成された。引き続く第4系の新構造運動は垂直方向の運動が主体で、しかも北東方向にその軸を曲げて形成され、現在の地形 (低山、丘陵、洪積台地、沖積平野) が形成されている。

長沙市区内では中震旦紀、オルドビス紀、第三紀の一部、そしてシルル紀の全てが欠如しているが、沈降性の海成層、陸成層で構成され、その層厚は 18,000M に達する。そのうち冷家群（凝灰質粘板岩、凝灰質砂岩等）、白亜紀層（礫岩、砂岩等）の層厚は大きくまた地表に多くの露出が見られる。また、第 4 紀層の発達も著しく、湘江、瀏陽河、捞刀河の周辺に広く分布している。近辺には深成岩は余り分布していないが、北部の霞凝地区に花崗岩の露頭がある。

12. 1. 3 水 文

湘江は広西壮族自治区靈川付近の源流から、湖南省の永州市、衡陽市、湘潭市、長沙市、洞庭湖を通過して岳陽市で長江と合流する。河川延長 856km（内湖南省 670km）、流量 22,400m³/分（50 年確率の場合）、及び流域面積 94,660km²（内、湖南省 85,383km²）と湖南省最大の河川である。

この湘江の支流として 3 つの河川が長沙市市区部で湘江と合流する。東側から 2 本と西側から 1 本である。瀏陽河は、湖南省と江西省の省界を源流とし、大溪河と小溪河とが瀏陽市で合流して瀏陽河となる。河川延長は 222km、流量 3,400m³/分（1969 年実績）、流域面積 4,665km² である。捞刀河は、長沙市と岳陽市の市境をを源に持ち、河川延長は 141km、流域面積 2,543km² である。東側から湘江に合流する河川の 1 つは、革江河である。この河川は他の支流に比べも延長は短く、流量も少ない。

12. 1. 4 気 象

長沙市は、亜熱帯湿潤季節風気候区に属し、四季がはっきりしている。年平均の気温は 16.5～17.3℃程度で、最も寒い 1 月の平均気温は 4.1～6.7 度、最も暑い 7 月の平均気温は 26.9～29.8 度となっている。特に、夏は暑く、湿度が高く、35℃を超えた日は 33 日にも及ぶ一方、冬は寒波が到来し最低気温が 0℃以下になることもある。年間の降雨量は 1,396～1,824 mm 程度であり、通常は 3 月に雨期が始まり、7 月には終了する。特に、雨期の後期の 6 月にはしばしば集中豪雨に見まわれることが多く、洪水がしばしば発生する。

1) 気温

- 年平均気温 17.1℃（調査期間 1990 年～ 1997 年）
- 最高気温 38.8℃（1995 年 7 月 23 日）
- 最低気温 -3.4℃（1996 年 2 月 18 日）

2) 降 雨 量

- 年平均降水量 1,546.7 mm (調査期間 1990年～1997年)
- 年最大降水量 1,824.3 mm (1996年)
- 1日最大降水量 85 mm (1996年7月10日)

12.1.5 自然災害

表 12.13 に 1990 年から 1998 年の 8 年間の主要な自然災害の被災実績を示す。これによれば、長沙市の自然災害は、長期にわたる豪雨による洪水が主体であり、毎年 1 回は洪水を経験している。これらに続いて晴天による干ばつ、雹害、雪害、霧害等の災害が発生している。この間に地震はほとんど発生しないが、豪雨による地滑り及び土石流等による被害が発生している。集中豪雨による水害は、雨期の後期である 6 月頃に集中しており、広く長沙市全域が被災している。

地震は、1542 年 6 月と 1639 年 4 月に同市西北地区で発生している。この時の地震の強さは、マグニチュード 4.75 であった。1970 年から 1997 年までに地震は 31 回あったが、その強度は小さいものである。

表 12.1.3 主要な被災実績

年 月	被災原因	被災地区	被災概要	被災内容
1990年6月6日～15日	豪雨	長沙市全域	10日間最大降雨量 287～376 mm、山津波が起こる。	被災農地 173 万畝、死者 29 人、負傷者 211 人、建物全壊 13,773 棟、被災橋梁 475 橋梁、自動車道 39.1km
1992年3月	豪雨	長沙市全域	10日間最大降雨量 297 mm、最大水位 37.13m	被災人口 60 万人、建物 20,772 棟、農作物 50 万苗
1992年4月20日	雹害	長沙市	雹を伴う豪雨、大風	被災建物 1,725 棟、農地 23,400 畝
1992年4月27日	雷	長沙市南区	落雷	湖南電視大学コンピュータ、パワ-ネットワーク、情報システム等破壊された。
1992年7月	豪雨	長沙	最大降水量 130 mm 湘江最高水位 37.85 m	被災建物 1,725 棟、農地 23,400 畝
1992年7月～10月	干ばつ	長沙市全域		被災農作物 159.7 万畝、7.2 万人の飲料水が確保できない。
1993年4月30日～5月1日	豪雨	長沙県北山、福臨区	山津波の発生、5時間降雨量 180 mm	
1993年7月	豪雨	長沙市全域	湘江最高水位 38.03 m に、瀏陽川水位 39.40 m	被災人口 12 万人、農地 8 万畝
1994年4月～8月	豪雨	長沙市全域	湘江最高水位 38.93 m、過去の最高水位よりも 0.54 m 高い	堤防決壊 120 m、建物全壊 12,698 m、被災農地 20,150 畝、直接被害総額 10.77 億元
1995年6月～7月	豪雨	長沙市	豪雨による水利施設、道路・橋梁の破壊	被災水利施設 53,629 カ所 被災人口 138 万人、死者 64 人、農地 19 万 ha、建物 63,156 棟
1996年1月	大雪	長沙市	大雪による交通通信の遮断	被災建物 32 棟、1548 戸の停電、交通通信遮断 1 週間
1996年5～7月	豪雨	長沙市	豪雨による洪水発生	死者 11 人、被災建物面積 15 万 ha、農地 2 万 ha
1996年12月	霧	長沙市	大霧の発生	長潭高速道路上で交通事故の発生 37 台、死者 2 人
1998年6月11日～27日	豪雨	長沙市	豪雨による洪水の発生	被災人口 150.6 万人、建物 3.84 万棟、農地 16 万 ha

12.2 計画道路の地形・地質

今回計画された道路はいわゆる沿江道路であり、従って湘江の両岸が建設対象となる。両岸は、全線にわたり何らかの形で堤防が作られているが、一部東岸南部（南駅～第三橋間）、東岸北部（載家河～月亮橋間）及び西岸中部（望月湖～施家港間）は自然の地山が堤防の代わりに担っている。

また、東岸北部の劉陽河及び勞刀河の河口周辺は堤防があるものの氾濫原状の地形を呈している。地質的には、全路線にわたり基盤岩の上に湘江の河川堆積物が数mから十数m厚さで堆積している。

基盤岩は、東岸では比較的単純で白亜紀の褐色を呈する礫岩が分布している。一方で、西岸及び東岸の劉陽河右岸より北側では、白亜紀以前の古い基盤岩が分布している。今回特に留意すべき点は、岳麓山を中心とした地区での基盤地質は非常に複雑で、変化が激しいことである。つまり、岳麓山は冷家溪群及び板溪群と言われる非常に古い岩石から主に構成され、その麓から湘江にかけてはデボン紀、白亜紀の岩石が分布している。これらは北東～南西方向の構造軸を持ち、断層、褶曲、不整合面と言った構造がわずかの幅の中に出現している。特に、この中には石炭層が含まれていると言われ、また、石灰岩も存在し、その場合には空洞もあると言われている。湘江に關与する河川堆積物は、大きく分けて2つある。その一つは沖積層であり、他の一つは洪積層である。

沖積層は現在の湘江により形成されたものであり、概ね道路計画線上では厚さ数m～十数mである。模式的には岩盤の直上に1.5m～5.0m程度の砂礫層があり、その上に砂層ないしシルト層及び粘土層が分布する。しかし、特に軟弱な粘土層はなく、シルト分及び砂分を含む粘土層となっている。砂礫層は、砂分を含む礫層で余り締まり具合の良いものではない。

洪積層は、12.1.1で説明した段丘面を構成する地層で、主に調査市街地に分布している、赤色の砂層、粘土層、礫層である。一般に、非常に良く締まっている。この地層は、路線が丘陵地の裾野を通過する場合（南駅～第三橋間、望月湖～施家港間）に出現するであろう。

12.3 計画道路上のサイトの地質条件

今回の路線計画において地質・土質的に特に問題となる事項・箇所は、

- ① 堤防嵩上げに伴い道路構造物そのものが不安定とならないか。

これについては通常軟弱地盤上の堤防で問題となる。そこで、今回は西岸北部

の月亮島南部の湘江左岸を模式地として選び、この問題を検証した。

② 橋梁等、構造物基礎地盤の工学的性質。

—橋梁ないし高架橋の基礎地盤の性状把握を目的に、劉陽河～勞刀河の河口周辺の地質調査を実施した。

—労働大橋の基礎地盤の性状把握を目的に、地質調査を実施した。

③ 道路を作るための盛土材料の性質を把握。

これについては代表的と考えられる5地点を選びその土質特性を把握した。

なお、地質分類記号については、付属資料 F を参照されたい。

12.3.1 月亮島南部湘江左岸の地質状況

図 12.3.1「調査位置平面図 (I)」に示す位置でボーリング及び原位置試験及び土質試験を行った。その結果、図 12.3.2「成層断面図 (I)」に示すように地質状況を推定した。

盛土層については堤防上でのボーリング作業が許可されなかったので土質特性を把握できなかったが、これについては別途議論することとする。

ここで問題となるのは、最上部層のシルト (I) 層及びその下部のシルト (II) 層である。シルト (I) 層は、粘土分を 28~38% 含む CL ないし ML に分類される土であり、N 値は 6 から 8 回である。また、シルト (II) 層は、粘土分を 27~45%、砂分を 29~44% 含む CL ないし ML に分類される土で、N 値は 5 から 8 回である。いわゆる中間土である。

ここで問題となるのは、堤防を含み堤内側に作られる道路であるが、その安定を議論する場合、盛土体を通り砂層とシルト (II) 層との境界を通過する円弧すべりの安全率がいかほどになるかである。

具体的には円弧計算を行わないといけないが、目安的にまずシルト層の強度を

$$C = N/16 = 6.5/16 = 4.06 \text{kgf/cm}^2$$

とすると、斜面勾配 $\beta = 22$ 度、深さ係数 $D=2.0$ 、 $N_s=6.2$ 、 $\gamma = 1.6 \text{gr/cm}^3$ であるので、限界高さ $H_c = N_s \cdot C / \gamma = 15.7 \text{m}$ となる。そうすると安全率 F を H_c / H で定義すると $F = 15.7/5.0 = 3.1$ となる。従って、かなりの安全率が確保できこの面では特に問題はないであろう。

また、シルト層の N 値は 10 回以下であり、沈下の問題も考えられるが、層厚も 5 m と小さくまた、工事中に沈下のほとんど (8 割程度) は終了すると言われているので、特に問題はないであろう。

比例尺 1:21000

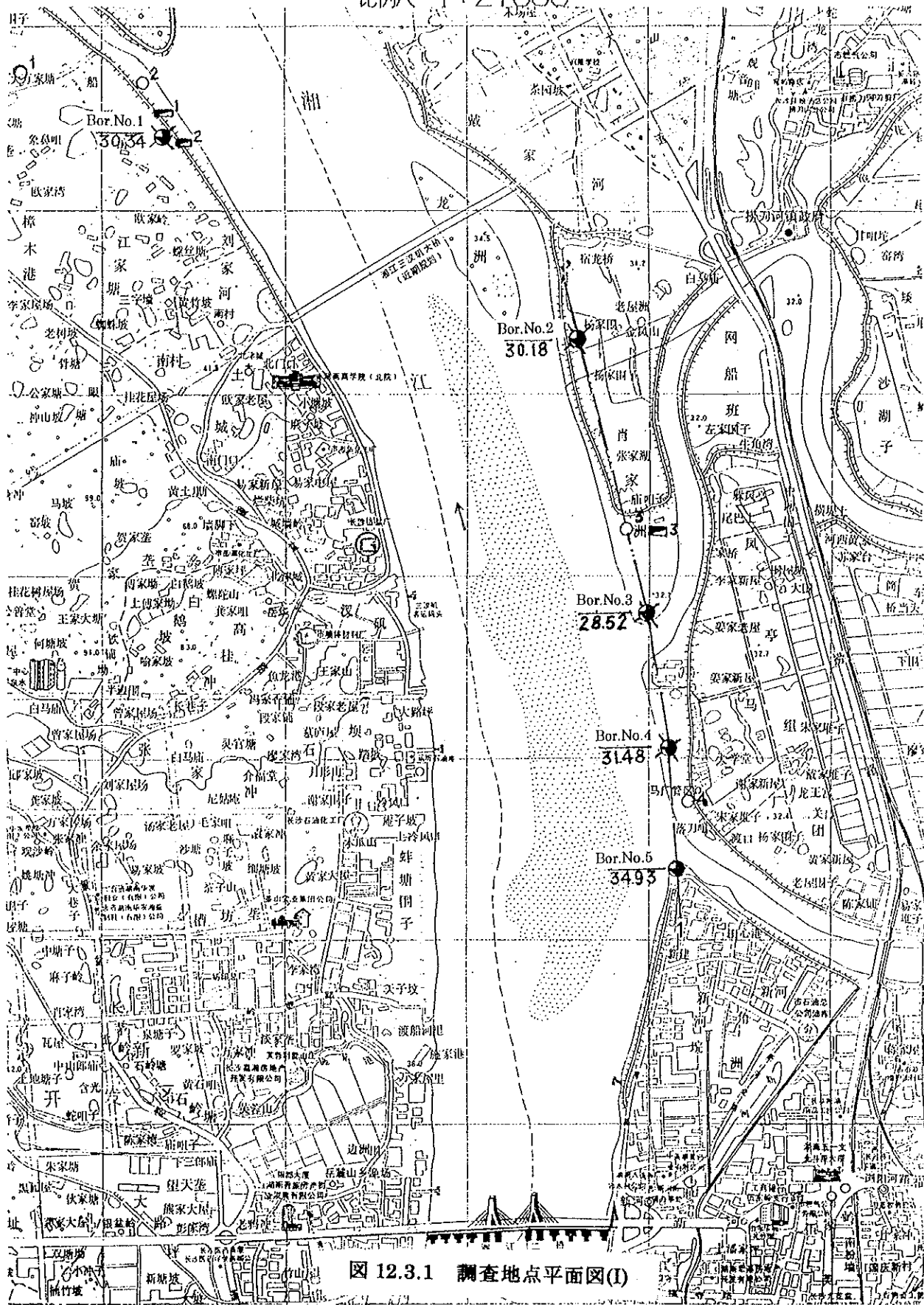
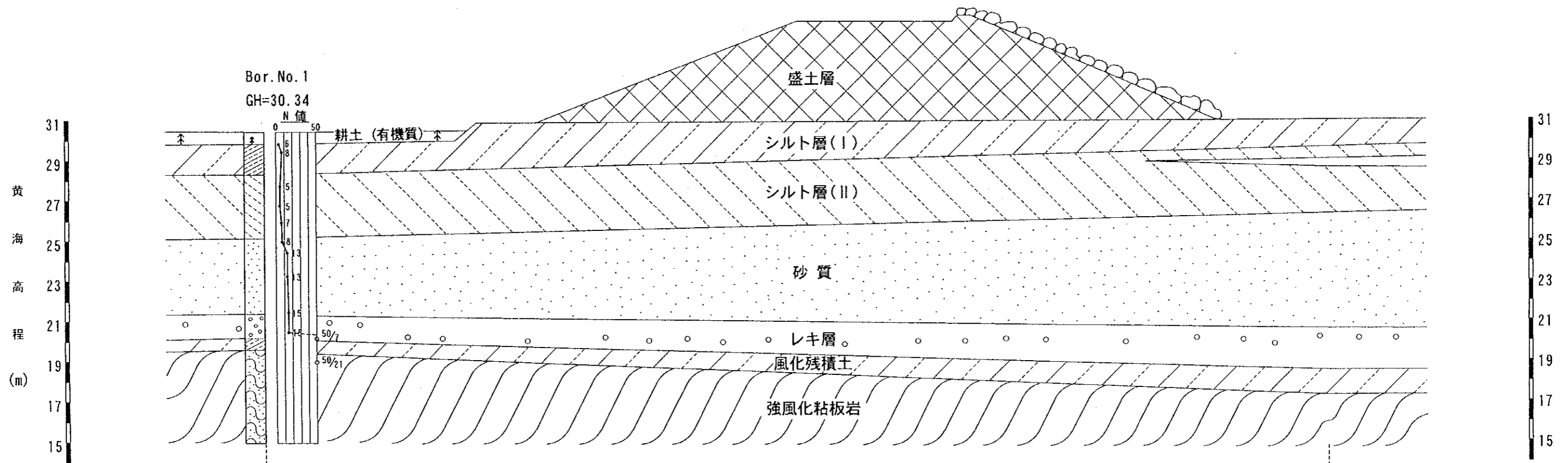


图 12.3.1 调查地点平面图(I)

図12.3.2 成層断面図 (I)

横向比例 1:200
 縦向比例 1:200



掘削深度 (m) 15.60

16.20

区間距離 (m)

53.44

12.3.2 劉陽河～勞刀河の河口周辺の地質状況

図 12.3.1「調査位置平面図(I)」に示す位置でボーリング、原位置試験及び土質・岩石試験を実施した。それらの結果についてまとめたものが図 12.3.3「成層断面図(II)」である。

成層状況の第一の特徴は、河川堆積層（人工盛土も含む）と基盤岩との境界は標高でほぼ 16.93m～19.08m と平坦となっていることである。河川堆積層は、最下部に礫層ないし砂層が分布するが、N 値は全体的に低く、特に砂礫層のそれは一部 50 回以上の所（Bor.no.4）が見られるが、35 回以下である。従って、この付近での構造物の基礎地盤としては期待できない。一方、基盤岩の最上面は強風化岩であるが、N 値は 50 回以上、期待でき、通常の構造物基礎（最低 50t/m²）としては十分であろう。従って、通常の構造物基礎であればその支持層の位置として標高 17m～19mを目安とすれば良い。

次に、大きな構造物の場合に対象となる基礎岩盤の状況について説明をする。なお、岩盤分類は付属資料表 12.3.1 及び表 12.3.2 に準じて行うこととする。

まず、第一に、劉陽河を境に南と北で基盤岩の岩種が異なる特徴がある。南は白亜紀の礫岩で、北側は中元古界の冷家溪群に属する粘板岩である。この境は図 12.3.4 に推定しているような不整合の関係となっている。一般的には前者は軟岩様であり、後者は硬岩様である。ただし、Bor.No.4 地点の粘板岩は、不整合面周辺が構造運動を受けたためか、かなり破碎質でコア一観察結果に依れば、所々に急角度の断層面及び破碎が認められ、全体に岩級が落ちている。これに対して、Bor.No.2 地点の粘板岩は非常に硬質である。

Bor.No.2 地点においては、最上部に一部柱状コア一部があるものの以下新鮮な青灰色を呈する粘板岩となる。特に GL—14.0m～21.4m にかけてはコア一採取率 90～100%となっている。圧縮強度 q_u は、GL—15m 迄は 25Mpa、以深は 40Mpa 前後の数値となっている。従って、岩級としては、CMと判断される。

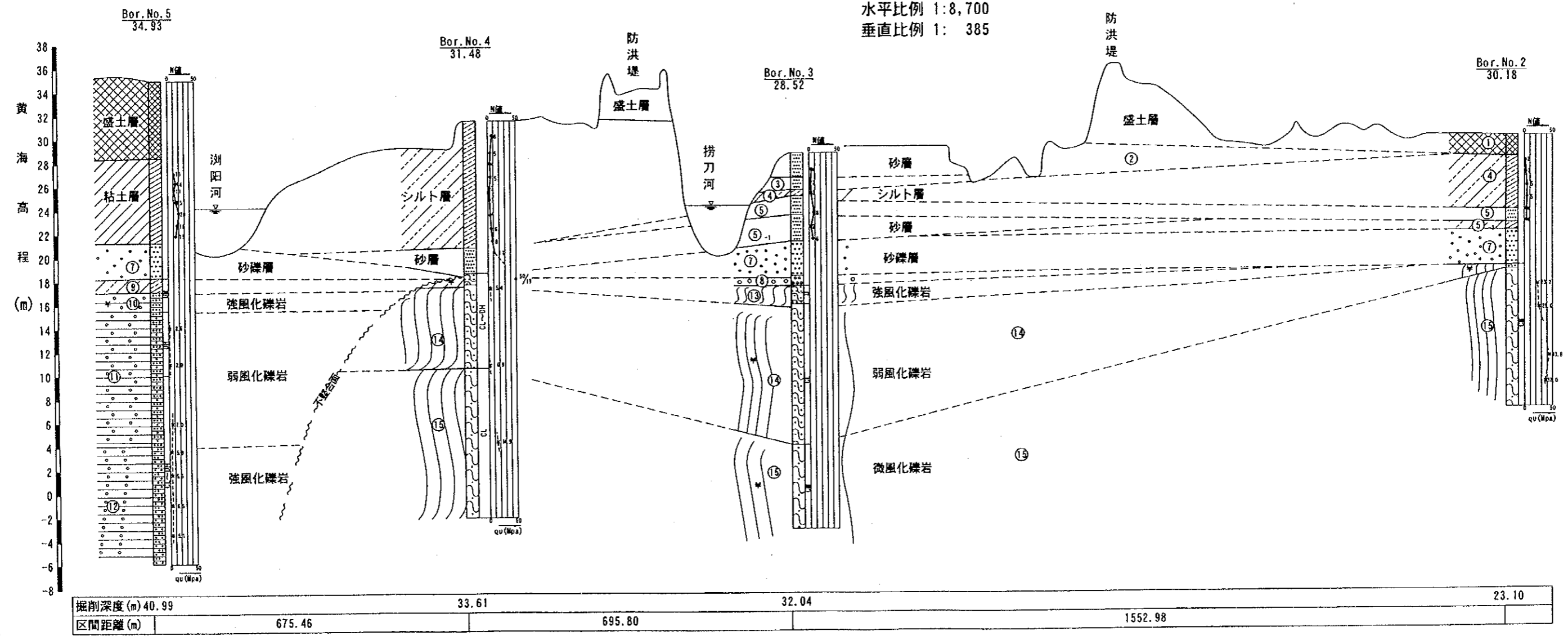
Bor.No.3 地点では、GL—11.30m～13.0m 迄は指でコア一が壊される程度の褐黄色の風化土（粘板岩）であり、岩級は D である。GL—13.0m 以深は、コア一は礫状ないし棒状で、その採取率は 20 から 40%程度であり、岩級は CL と判断される。ただし、GL—31.04m 以深では新鮮岩が見られ岩級は CM となる。なお、GL—20.70m よりコア一の色調は黒色がかかりまた葉理面の発達著しい岩種に変わる。

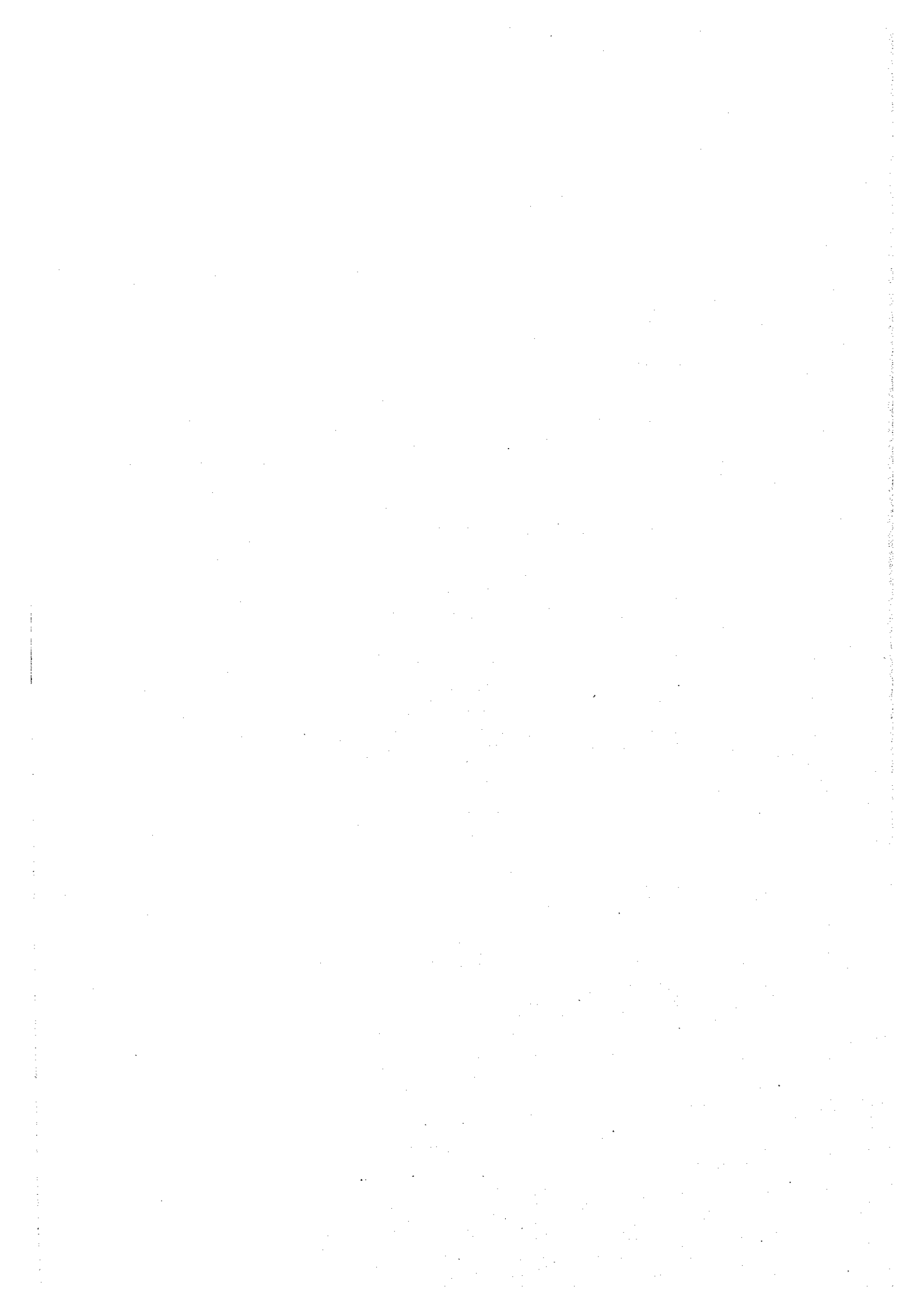
Bor.No.4 及び 5 地点においては、岩種が両地点で異なるものの、岩盤としての評価はよく似ていると考えられる。

图12.3.3 成層断面图 (II)

NW350°

水平比例 1:8,700
垂直比例 1: 385





まず、Bor.No. 4 地点は、岩種は中元古界の粘板岩であるが、先述したように構造運動の影響で全般に破碎質である。岩種の変化が認められ、GL—18.6m 迄は紫がかった泥質粘板岩、GL—25.0m 迄はわずかに緑がかった砂質粘板岩、それ以深は一般的に見られる青灰色の粘板岩である。GL—24.0m 迄は、コアは礫状ないし柱状を呈するが、急角度（約 50 度）の亀裂及び破碎部が認められ、褐色（主に鉄分）の汚れが激しい。圧縮強度 q_u も 0.9 から 5.4 Mpa と低く、岩級は CL~DH と判断される。一方、GL—24.0m 以深は一部破碎部が認められるものの、コアは 10 から 20cm 程度の柱状ないし棒状となり、しかも圧縮強度 q_u は 14.9Mpa となり、岩級は CL と判断される。

Bor.No. 5 地点は白亜紀の赤褐色の非常に特徴のある礫岩であるが、GL—19.6m~21.1m 間は指で壊れる程度に柔らかく岩級は DM である。GL—19.6m から 27.5m 迄は色調は変わらないもののコアは指では壊れず、比較的硬質となるもコア採取率は 30~60% 程度で、しかも圧縮強度 q_u は 3 Mpa 以下であり、これからすると岩級は DH と判定される。GL—27.5m 以深はコア採取率は 90~100% となり、また、圧縮強度も 5~7 Mpa となり、岩級は CL~DH と判断される。

12.3.3 労働大橋建設予定箇所の地質状況

図 12.3.4 「調査位置平面図(II)」に示す位置でボーリング、原位置試験及び土質・岩石試験を実施した。それらの結果についてまとめたものが図 12.3.5 「成層断面図(III)」である。

湘江左岸の岳麓山(295.3m)周辺には地質時代の古い地層が広く分布し、湘江右岸側の長沙市内に広く分布する中生代白亜紀の地層とは正断層関係で接している。今回調査地点では、Bor.No.6 地点で古生代石炭紀の石英砂岩が出現した。従って、Bor.No.7 との間に断層を推定した。

Bor.No.6 地点では、GL—48.5m まで堆積物を確認した。GL—9.6m 以深には比較的硬質の粘土層が出現しているが、これは湘江に一般的に分布している標高 20m 前後を基底面とする、いわゆる沖積層（約 1 万年以降の地層）と区別されるもので、洪積層である。また、古湘江の河底が岳麓山の側を通過していたことを物語っている。なお、正確な川幅は今回の調査では明らかにされないので、とりあえず成層断面図(III)に示すような形状を推定した（不整合面）。

次に、各ボーリングの状況について説明をする。

Bor.No.6 では、GL—4.00m までは褐色の碎石を混じえる不均質な盛土層である。それ以深 GL—9.60m までは 2~4 cm 大のレキを含む地層で、換算 N 値は 50 回以上で

比例尺 1:21000

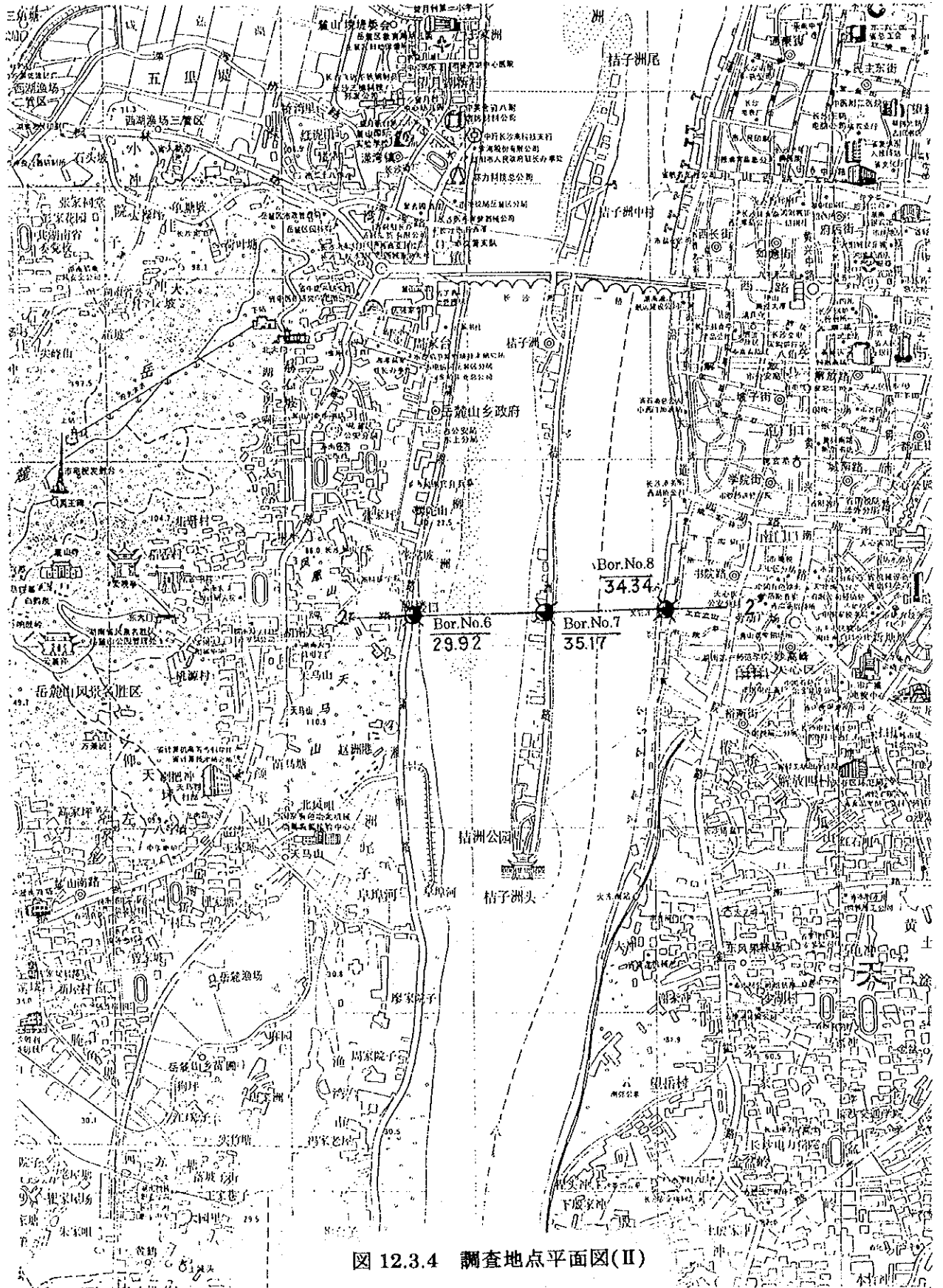


图 12.3.4 调查地点平面图(II)

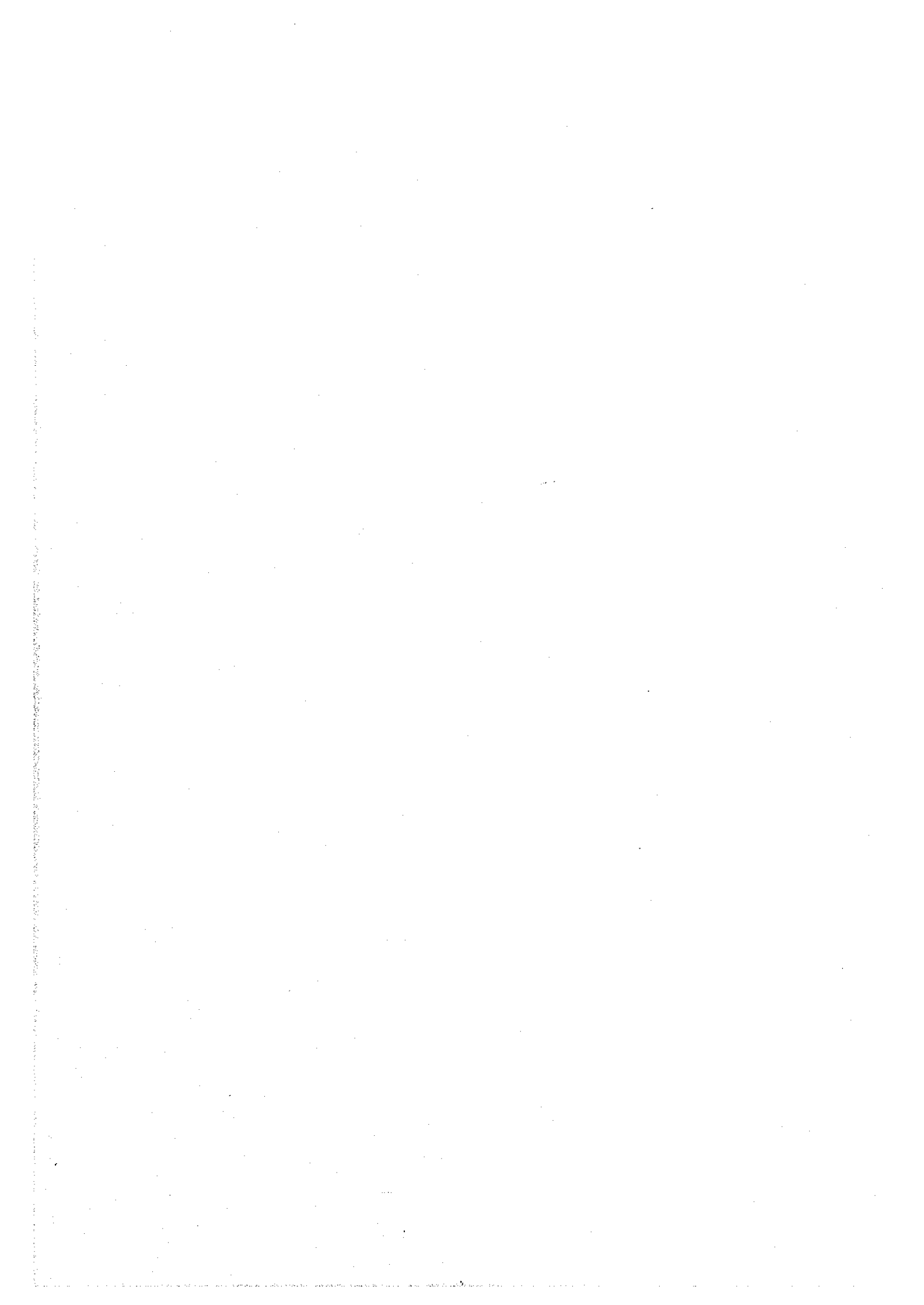
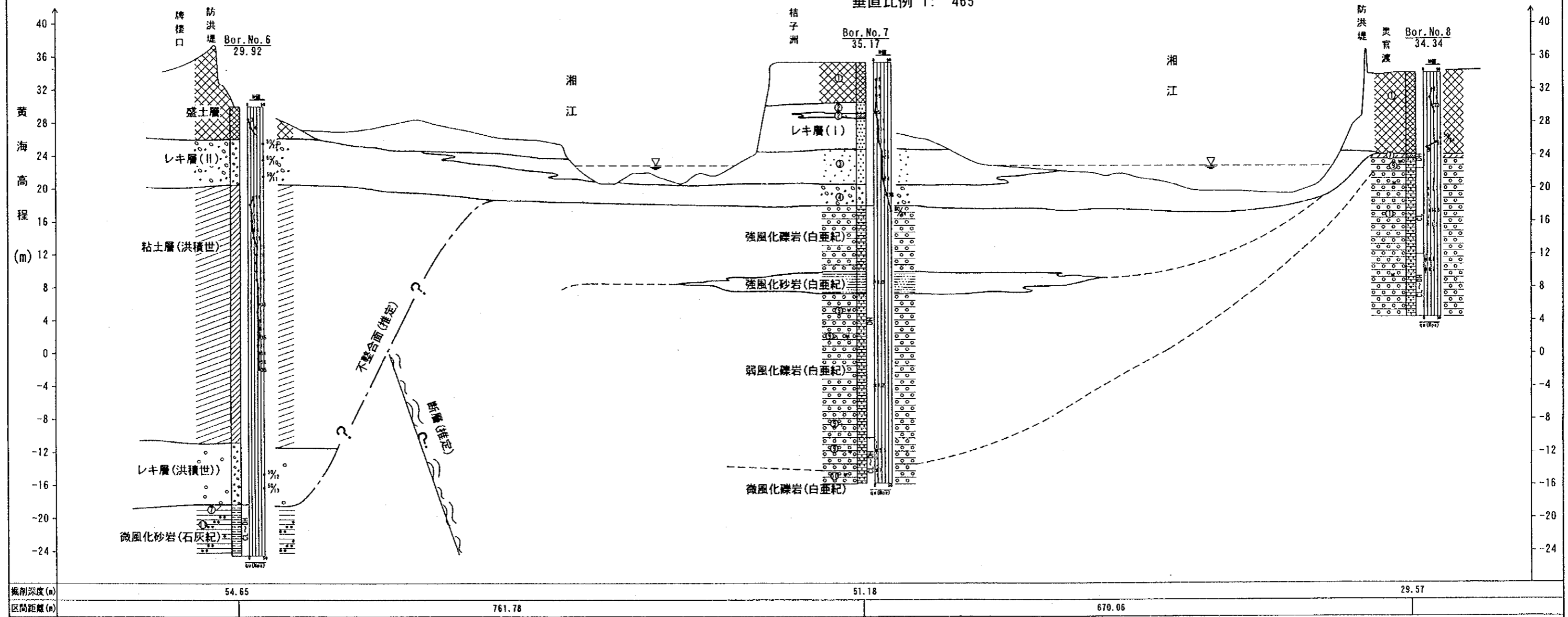
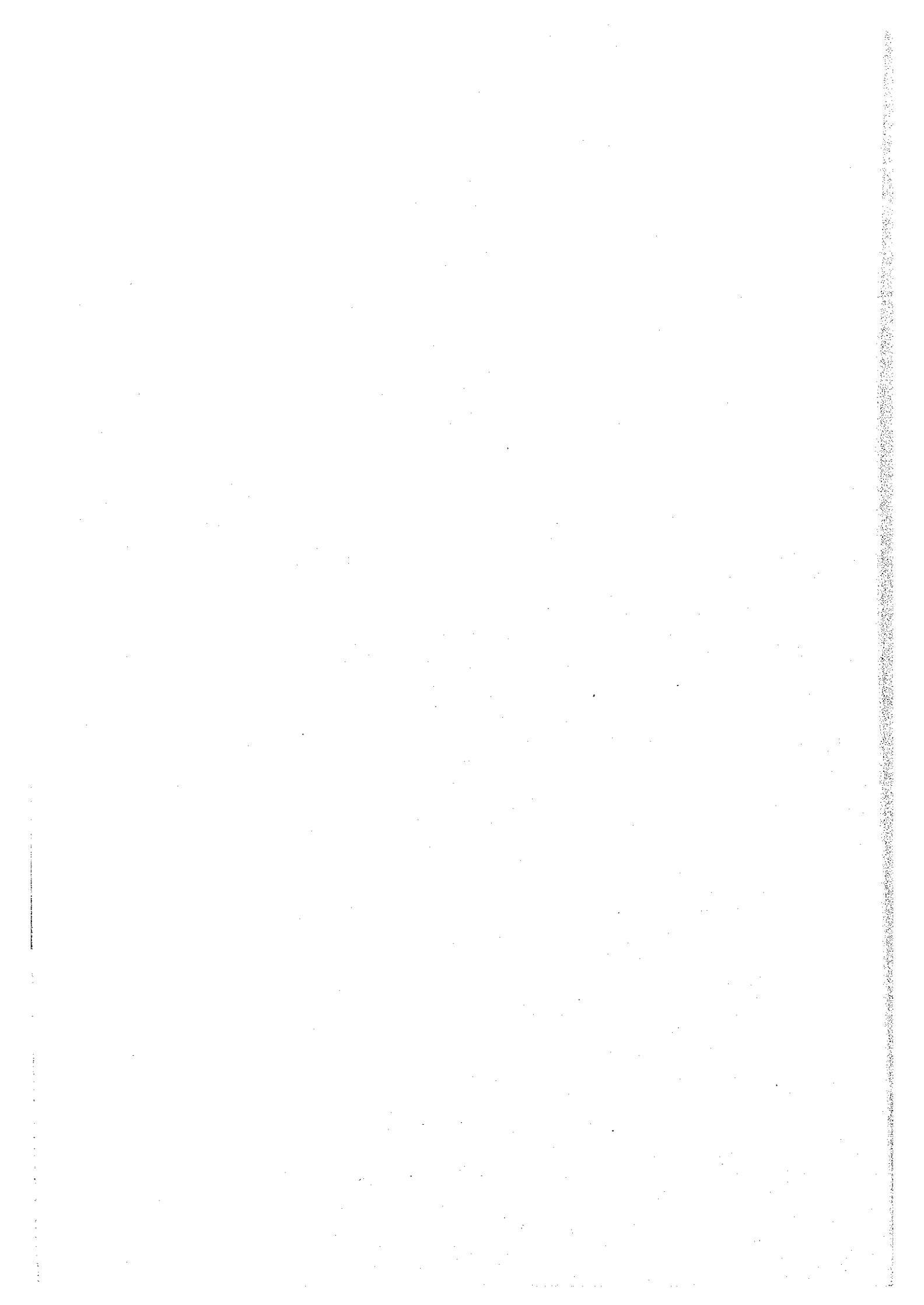


図12.3.5 成層断面図 (III)

水平比例 1:4,665
垂直比例 1:465

NE85°





良く締まっている。GL-41.00mまでは硬質な粘土である。この粘土は紫紅色、褐紅色等を呈する、N値30前後の硬質な粘土である（上層約6mはN値8~19と軟質粘土）。GL-48.5mまでは、円摩度の高い褐黄色の非常に良く締まった（N値50回以上）レキ層である。それ以深GL-54.65mまで石炭紀と考えられる微風化の石英砂岩が分布している。コアは数cmのレキ状となるが、岩片は非常に硬質であり、岩盤としてはCLと判断される。

Bor.No.7 地点では、GL-4.80mまでが盛土層、GL-17.40mまでが沖積世の河床堆積物となっている。この堆積物は、N値5~14の砂層（層厚5.65.70m）、及びN値24~34のレキ層から成っている。それ以深GL-51.18mまで、一部（GL-25.40~28.00m）にシルト岩の薄層を挟む中世代白亜紀の礫岩となっている。全般に良く風化し、コア採取率も50%以下と低く、1軸圧縮強度も1.0~1.2Mpaと低い。従って、GL-45.40mまでの岩盤分類は、DHと判断される。それ以深GL-51.18mまでは、コア採取率も80%以上で、1軸圧縮強度も5Mpa以上となりCL~DHと判断される。

Bor.No.8 地点では、GL-10.10mまで盛土層、それ以深GL-29.57mまで礫岩層となっている。盛土層は、灰黒色で瓦礫を含む不均質な地層で換算N値は20前後である。礫岩層は、上部の1.90mは風化が進みDH級の岩盤となっている。それ以深GL22.00m付近までは、コア採取率80%以上で、1軸圧縮強度も11.3~18.8Mpaとなり、CL級の岩盤となっている。それ以深GL-29.57mまではコア採取率も低くなり（80~40%）、1軸圧縮強度も7Mpa弱となりCL~DH級の岩盤となっている。

12.3.4 盛土材料の土質試験

湘江沿岸道路の建設に際しては、盛土材料としての大量の土砂が必要となる。今回は、図12.3.6「調査位置平面図(I)及び(II)」に示す湘江周辺で代表的と思われる採土地候補地で試料を採取し、また、現場密度測定を実施し、今後の参考に供することとした。

各採土地点は以下のような観点で選定された。

- ・採土地 No.1 湘江西岸北部に広く分布している段丘層を対象とした。丘陵地形が見られ、現在は耕作地、住宅地、山林として存在しており、土量的にはかなりのものが期待できるが、切り取りに伴いかなりの補償が必要となる。肉眼観察によると堤防材料として適している。
- ・採土地 No.2 湘江西岸北部の堤外に分布するシルト質ないし砂質の河川堆積物。一見すると均等細粒で堤防材料として余り適していないように見

える。

- ・採土地 No.3 労刀河河口付近で、河川堆積物であるが現在堤防材料として掘削されている。
- ・採土地 No.4 劉陽河右岸の堤防補強作業中の地点で、どのような材料、状況で施工されているか調べるため選定した。
- ・採土地 No.5 市内には段丘層が広く分布、露頭している。郊外の各種建設現場を見ると市内からの建設残土がかなり使われており、この段丘層が道路盛土材として使われる可能性がかなり高い。ただし、土質的には礫岩から粘土まで性質は異なるであろうが、一番多く見る礫質の所を選定した。

以上の試験の結果を表 12.3.2 に一覧表として示す。

表 12.3.2 盛土材料の土質特性

地点	自然含水比(%)	湿潤密度 (g/cm ³)	比重	液性限界 (%WL)	塑性指数 Ip	砂分 (%)	シルト分(%)	粘土分 (%)	統一分類
No.1	30.4	1.98	2.71	51.9	20.9	1	52	47	MH
No.2	5.3	1.62	2.71	39.1	10.4	32	37	31	CL
No.3	19.8	1.72	2.71	25.8	7.6	40	31	29	CL
No.4	37.3	1.79	2.69	50.3	35.3	10	39	51	CH
No.5	37.1	1.83	2.69	51.6	32.7	0	51	49	MH

これよりすると、いずれの材料も{C}ないし{M}に分類される。この種の土質は道路の路床、路体として決して望ましいものではない。特に強度、トラフィカビリティー、盛土安定に関して問題が起こることが多い。確かに、施工現場を見ると雨の後はトラフィカビリティーは極端に悪くなっている。ただし、堤防の材料としては、締め固め等に際して管理を十分に行わないといけないが、比較的良い材料である。

一方、湘江の河川堆積物のボーリング試料から得られる土質特性をまとめると、以下の表 12.3.2 のようになる。

表 12.3.3 河川堆積物の土質特性

地点 Bor. No.	深度 (GL-) m	自然含 水比 (%)	湿潤密度 (g/cm ³)	比重	液性 限界 (%)W L	塑性指 数 Ip	礫 分 (%)	砂 分 (%)	シル ト分 (%)	粘土 分 (%)	統一 分類
1	9.1~ 10.3						57 ~ 84	43 ~ 16			GW
2	14~ 16.9						57 ~ 84	43 ~ 16			GW
3	7.5~ 10.5						69 ~ 73	31 ~ 27			GW
4	0 ~ 11.0	29.1 ~ 44.1		2.66 ~ 2.70	31.3 ~ 43.5	8.6 ~ 14.0		6~ 34	30~ 60	28~ 47	ML
5	6.6 ~ 14.0	24.3 ~ 25.3		2.64 ~ 2.69	41.0 ~ 47.2	13.5 ~ 21.1		1~ 5	38~ 47	50~ 61	CL
5	14.0 ~ 16.9						72	28			GW

この表から判るように湘江の河川堆積物のうち礫層はGWに分類され、道路の盛土材としては特に問題はないが、堤防の盛土材としては決して良いとは言えない。ただ、礫層は地表面下7から15mに存在し、掘削しないといけないため経済的とは言えない。

従って、ML、CLの材料を使わざるを得なくなるが、他の材料と混ぜ合わすか、石灰ないしセメントとの混合物を作るか、またはGW等の粗粒材料とでサンドウイッチ施工する等の色々な工夫が必要となる。

12.3.5 自然条件から見た道路計画に対する留意点

- ・ 長沙市において、豪雨による洪水が発生し道路冠水、道路欠損等の災害が生じている。従って、道路計画対象地域周辺の河川の水位、地下水の水位、及び雨水流出量を勘案し、道路高を設定することや、遮断層の設置による地下水による路床、路盤の軟弱化を防止すること、舗装の種類としてアスファルトコンクリート舗装の代わりにコンクリート舗装を採用することや排水施設を充実することが望まれる。

- ・沿江道路は基本的に堤防の堤内に建設され、堤防は安全であるという前提で建設される。従って、堤防の嵩上げ等の建設に当たっては十分なる調査に基づく施工が望まれる。堤防基礎地盤としては、シルト層ないし粘土層が対象となるが、これまでの調査結果からすると特に危険と言うことはなさそうである。しかし、実施設計に際しては、標準断面箇所において、シルト・粘土層の強度等の性状を正確に把握し、なおかつ堤防材料の材料試験も実施し、浸透を含む堤防断面の安定検討を行う必要がある。
- ・堤防及び道路の盛土材料については、特に施工性についての検討が必要で、場合によれば改良が必要となるであろう。
- ・瀏陽河及び撈力河の河口周辺での構造物建設に際しては、通常の荷重であれば基礎底面は岩盤上面で良いであろう。この場合、基盤岩の出現深度はほぼ同じであろうと推定したが、実施設計に際してはもっと密にボーリングを行う必要がある。
- ・岩盤を掘削して基礎を作る形式になれば、特に瀏陽河口付近の岩盤は風化及び地質構造運動を受け脆弱化しているので、今後、さらに詳細な力学特性を把握できる試験を実施する必要がある。
- ・労働大橋については、実施設計に際しては、もっと密にボーリングを行うべきである。特に西岸の地質状況をさらに詳しく調査する必要がある。場合によればボーリングのような線的な調査だけでなく面的な調査が必要である。とともに、孔内載荷試験等を行いさらに詳細な岩盤特性の把握を行う必要がある。
- ・地震は殆ど発生していないが、過去に2回中規模の地震が発生していることを勘案して、地震の考慮はする必要がある。
- ・地滑りや土石流等が集中豪雨に伴って発生するが、これは山や丘陵地において断裂、褶曲等の局所的な地層の脆弱化している地域で発生しており、道路の設計の際には配慮が必要である。特に、南駅～第三橋間ではこの点に留意すべきである。実際に岳麓山内にはいくつかの崩壊箇所があり、斜面は決して安定しているとは言えない。

12.4 建設材料

- ・骨材：これについては砂利及び砂は湘江の河底に豊富に存在し、また、河床の上昇を防ぐためにも積極的に採取しているし、今後も引き続き行われるであろう。従って、この面での心配は要らない。ただ、これを道路盛土材として使うには経済的でないであろう。
- ・セメント：長沙市の南東部には石灰岩が豊富に賦存しており、また、近くにはセメ

ント工場も稼働しており、この面での心配は要らないであろう。

- ・盛土材：これについては前章で検討したが、比較的採取しやすい所の材料特性は必ずしも良いとは言えない。今後悪い材料の改良をどのように行うかの研究が必要となろう。また、市内で発生する建設廃材も同様に土質特性として好ましいものでなく、現時点ではかなり無理をして堤防等に使用している。もっとも好ましいのは、今後長沙市周辺部で大規模な開発が行われるが、丘陵部では地質時代の古い岩石が分布しており、ここからの発生土及び岩石は盛土材として好適と考えられ、従って、本格的な道路建設と開発計画の時期を調整することにより、大量の盛土材を確保することが肝要である。また、現在も相当量の市内からの建設廃材が使用されているが、この量を的確に把握する事も必要である。

第13章 設計基準の設定

13.1 幾何構造基準

13.1.1 まえがき

本調査の対象道路を設計するために中国における基準を参照して幾何構造基準を設定する。中国における道路を建設する際に考慮した幾何構造基準には、都市部道路を対象とした「城市道路設計規範」(中華人民共和國建設部、CJJ 37-90)(以下都市基準)、と道路一般を対象とした「公路路線設計規範」(中華人民共和國交通部、JTJ001-94)(以下一般基準)とがある。

これらの基準を精査した結果、細部にわたる事項まで規定されていること、日本の基準である「道路構造令」と比較しても十分使用に耐えられることが判明した。

従って、本調査の対象道路は都市内道路であるので都市基準を主として適用し、これに規定されていない項目については一般基準、または日本の基準である「道路構造令」を参照するものとする。

また、ここでは本線の設計に関わる基準を設定したが、インターチェンジ等の設計が必要な場合は、都市基準を参照することとした。

13.1.2 道路の種類

都市基準においては道路を以下のように分類している。

1) 快速路

快速路は都市内の大量、長距離、高速交通の用に供する。対向車道との間には中央分離帯を設け、完全または不完全出入制限とする。

2) 主幹路

主幹路は都市の主要な交通発生源に接続し、これの様に供する。自転車交通量が多い場合は自動車車道と自転車車道を分離し、三幅路または四幅路とする。

3) 次幹路

次幹路は主幹路と組合わせて道路網を形成し、集散交通の用に供する。

4) 支路

支路は次幹路と街区を結び地区交通の用に供する。

これに対して一般基準では高速道路、一級道路、二級道路、三級道路、四級道路に分類している。更に交通量、利用交通の種類によって自動車専用と一般道路とに分類されている。自動車専用道路は高速道路、一級道路、二級道路があるが、二級道路は一般道路とすることも出来る。

本調査の対象道路は殆どが主幹路となるものと思われるが状況に応じて快速路、次幹路等も考慮するものとする。

13.1.3 設計速度

各道路の設計速度を都市基準では表 13.1.1 (1)のように、一般基準では表 13.1.1 (2)のように規定している。

表 13.1.1(1) 道路種別と設計速度 (都市基準)

道路種別	快速路	主幹路			次幹路			支路		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
設計速度 (km/h)	80	60	50	40	50	40	30	40	30	20
	60	50	40	30	40	30	20	30	20	

注：条件が許せば大きい値を採用する

表 13.1.1(2) 道路種別と設計速度 (一般基準)

公路等級	汽車専用公路 (自動車専用道路)							
	高速公路				一級		二級	
地形	平坦	丘陵	山岳地帯		平坦	丘陵	平坦	丘陵
速度 (km/h)	120	100	80	60	100	60	80	40

公路等級	一般公路					
	二級		三級		四級	
地形	平坦	丘陵及び山地	平坦	丘陵及び山地	平坦	丘陵及び山地
速度 (km/h)	80	40	60	30	40	20

都市部を平坦地形とし、設計速度で対応すると、都市基準の快速路は一般基準の 2 級自動車専用、主幹路は 3 級公路に相当する。

これらの道路種別と設計速度から本調査の対象道路の設計速度を

- 1) 快速路：80km/h、60km/h
- 2) 主幹路：60km/h、50km/h
- 3) 次幹路：50km/h

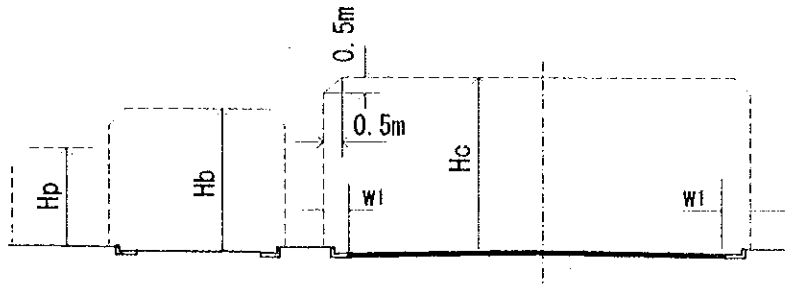
とする。従って、線形等の設計には 80km/h、60km/h、50km/h の 3 つの設計速度を適用することとする。

13.1.4 建築限界

建築限界を図 13.1.1 に、その高さを表 13.1.2 に示す。

表 13.1.2 建築限界

道路種類	動力車			非動力車	
	自動車	無軌道電車	軌道電車	自転車	その他
建築限界 (m)	4.5	5.0	5.5	2.5	3.5



Hc, Hb, Hp : 自動車、緩速車、歩行者の建築限界、表 13.1.2 に規定
w1 : 側方空間

図 13.1.1 建築限界

13.1.5 交通容量

都市基準では交通容量を設計速度が 50km/h より大きい道路に付いては 1,690 台/時とし、道路別の係数を乗じて求める。しかし、係数は快速路が 0.75 で道路の規格が下がるに従い大きくなり、支路では 0.90 となる。これでは規格の高い道路の交通容量が低くなるので、交通容量は日本の基準を用いることとした。

1) 可能交通容量

多車線道路の 1 車線の可能交通容量は

$$C_L = C_B \times \gamma_L \times \gamma_C \times \gamma_T$$

ここに C_L : 可能交通容量 (pcu/hr/lane)

C_B : 基本交通容量 2,000 (pcu/hr/lane)

γ_L : 車線幅員の補正 1.00

γ_C : 側方余裕の補正 0.96

γ_T : 大型車混入による補正

γ_T は乗用車換算係数を大型車=2.0、混入率を大型車 q_h とすると

下式により算定され、

$$\gamma_T = \frac{100}{(100 + q_h)}$$

$$C_L = 1920 \times \gamma_T$$

となる。これは中断されない交通流の場合であり、都市内道路の場合は交差点等の沿道条件を考慮して快速路 0.90、主幹路 0.70、次幹路 0.55 の係数 (C_c) を乗じ設計交通容量 (C_d) とする。

$$C_d = C_L \times C_c$$

2) 設計基準交通容量

この可能容量に対し K 値 (年平均日交通量に対する 30 番目交通量の比率)、D 値 (重方向の比率) 及びサービス水準による低減を乗じ設計基準交通容量を求める。

表 13.1.3 設計基準交通容量

道路種別	快速路	主幹路	次幹路
基本交通容量	2,000	2,000	2,000
γ_L	1.00	1.00	1.00
γ_C	0.98	0.98	0.98
γ_T	0.87	0.91	0.95
q_h	15	10	5
可能交通容量(pcu/h/lane)	1,704	1,782	1,867
C_c	0.75	0.65	0.55
K (%)	8.5	9.0	10.0
D (%)	55	55	55
サービス水準	0.80	0.90	1.00
設計基準交通量	10,937	10,529	9,333

3) 線数の決定

都市内道路は交通機能以外にも街区を形成する、オープンスペースを創設する、地下埋設物の設置場所となる等の機能があり、これらにより道路の規格、幅員が決定される。従って、車線数は交通需要だけによって決定できない。一般に必要な車線数 N は

$$N = \text{交通需要} / \text{設計基準交通量}$$

によって求められる。この値が必要最小限の車線数より小さい場合は問題ないが、多い場合はこれにより求められた車線数を設けるものとする。

13.1.6 横断面の設計

1) 横断面種類

横断面の種類は交通の状況に応じて以下のように規定されている。(図 13.1.2)

- 1) 単幅路：自動車、緩速車とも交通量が少ない支路に適用。
- 2) 双幅路：自動車交通多いが緩速車交通少ない道路、郊外的高速交通に適用。
- 3) 三幅路：自動車、緩速車とも交通量が多く、総幅員 40m 程度の道路に適用。
- 4) 四幅路：自動車、緩速車とも交通量が多く自動車の速度が高い快速路、主幹路に適用。

2) 採用断面

本調査対象道路は快速路又は主幹路であり、かなり高速で運用されることが予測される。従って、正面衝突等の致命的な事故を防ぎ、左折車線のスペースとなる中央分離帯を設置することを原則とする。即ち、緩速車が少ない場合は双幅路とし、多い場合は四幅路を採用する。

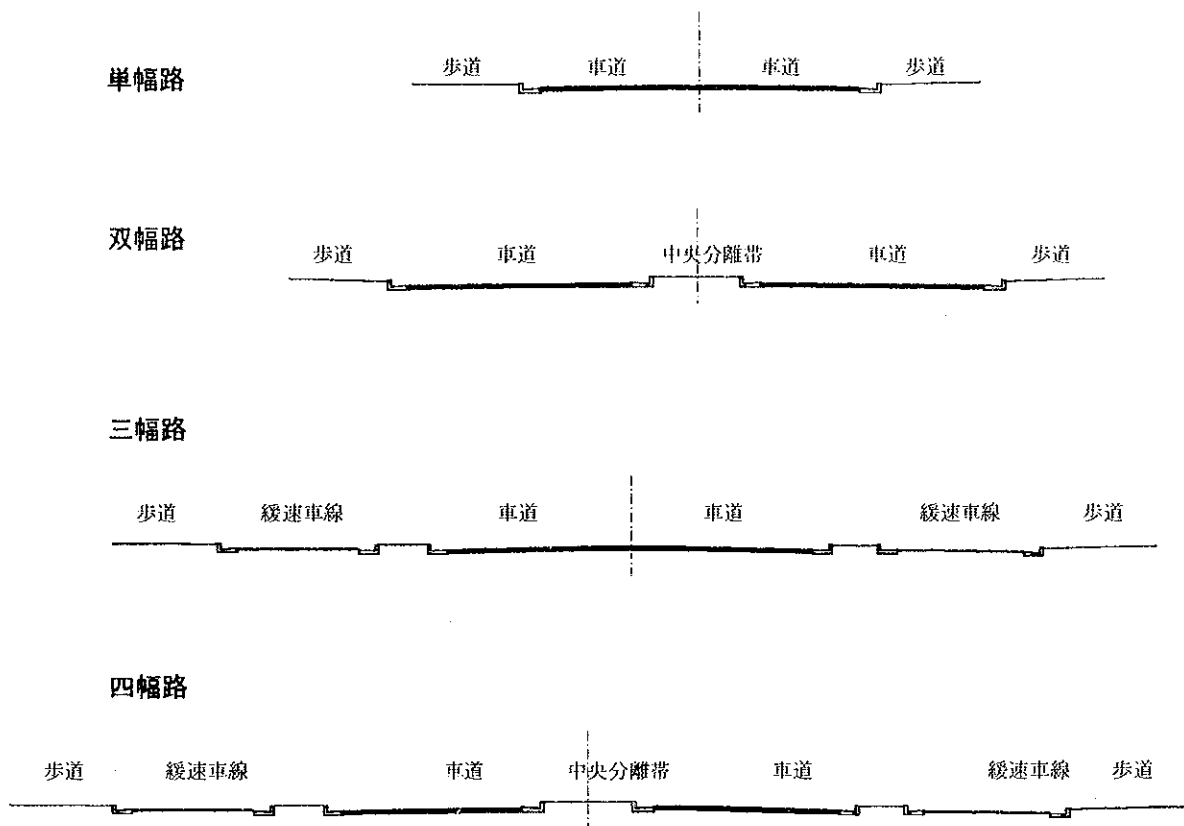


図 13.1.2 横断構成種類

3) 車線幅員

車線幅員は表 13.1.4 に示す様に大型車の多少、設計速度で規定されている。調査対象道路の設計速度は 40km/h より大きく、かなりの大型車の混入が見込まれるので車線幅員としては 3.75m とする。

表 13.1.4 車線幅員

	設計速度 (km/h)	車線幅員 (m)
大型車多い	> 40	3.75
	< 40	3.50
小型車専用		3.50
バス停車場		3.00

4) 非動力車

緩速車道（非動力車）の幅員は利用する非動力車の種類によって表 13.1.5 の様に規定されている。長沙市の現状では、特に分離された三幅路では 5m 以上とかなり広い緩速車道が設置されている例が多く、調査対象道路にもこれを当てはめ、表 13.1.5 より広い幅員を用いることとする。

表 13.1.5 緩速車幅員

車両種類	自転車	三輪車		
緩速車道(m)	1.0	2.0	2.5	1.5 ~ 2.0

5) 歩道幅員

歩道の幅員は歩行者交通量と歩道の交通容量により決定するべきであるが、最少幅員を表 13.1.6 の様に規定している。

表 13.1.6 歩道幅員

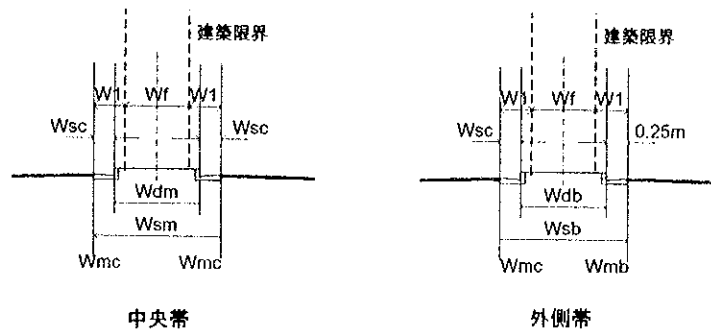
項 目	歩道最少幅員(m)	
	大都市	中小都市
各種、各級道路	3	2
商業文化中心区、大型店舗、文化施設集中地区	5	3
鉄道駅	5	4
長距離バスターミナル	4	4

6) 分離帯

分離帯は中央帯（中間分隔帯）と緩速車道を分離する外側帯（両側分車帯）から成る。その幅員は設計速度に応じて表 13.1.7 に示す様になっている。

表 13.1.7 分離帯幅員

分離帯種類		中央帯		外側帯	
設計速度(km/h)		80	60, 59	80	60, 50
分離帯最少幅員(W _{dm}), (W _{sb})		2.00	1.50	1.50	1.50
側帯幅員	車道(W _{sc})	0.50	0.50	0.50	0.50
	非動力車			0.25	0.25
建築限界	車道(W _l)	1.00	0.75	0.75	0.75
	非動力車			0.50	0.50
施設帯幅員	車道(W _f)	0.50	0.25	0.25	0.25
	非動力車			0.25	0.25
分車帯最少幅員(W _{sm}), (W _{sb})		3.00	2.50	2.25	2.00



7) 路肩

車道の外側が歩道に接していない場合は車道を保護するためや、排水のために路肩を設ける。その幅員を表 13.1.8 に示した。

表 13.1.8 路肩幅員

設計速度 (km/h)	80	60, 50
最少硬路肩幅員 Wsh (m)	1.00	0.75
少数の歩行者がある場合 (m)	1.75	1.50

車道が歩道に接している場合は路肩を省略することができる。しかし、駐車車両が予想される場合や、緩速車道が分離された三幅路や四幅路の場合は、停車帯を設けることを考慮する必要がある。しかし、都市基準、一般基準ともに停車帯の規定はない。従って、日本の「構造令」規定を採用し、表 13.1.9 に示す様に規定することとする。

表 13.1.9 停車帯幅員

設計速度 (km/h)	80	60, 50
停車帯幅員	2.50	2.00

13.1.7 平面線形

1) 線形種類

都市基準においても一般基準においても、平面線形は円曲線と緩和曲線から構成されるところとしている。しかし、本調査の対象道路には下記の理由から、原則として緩和曲線を用いないものとした。

- 1) 都市部では最小曲線半径が一般部におけるものより通常は大きいので、緩和曲線を用いなくても走行にそれほど不便は感じない。

- 2) 車線幅員が 3.75m と広いので直線から円曲線に入る場合の移程量はこの幅員の中で吸収される。
- 3) 交差点が設置される可能性があり、連続長距離走行は期待できず、緩和曲線の特性が生かされない。
- 4) 設計速度も中程度であり、緩和曲線を設けて走行性を重要視する必要性が少ない。
- 5) 都市部の道路用地を確定する場合は曲線部には円曲線のみを使用し、緩和曲線を使用しないのが日本の例からも一般的である。

しかし、郊外部の快速路等で上記の理由が必ずしも適用できない場合は、緩和曲線を設けるものとし、この場合はクロソイド曲線を用いることとする。

2) 最小曲線半径

曲線半径 (R) と自動車の走行速度 (V) との関係は重力と遠心力の釣り合いから

$$R = \frac{V^2}{127(i+j)}$$

ここに j : 横滑り摩擦係数

i : 片勾配

で、示される。片勾配は都市内道路の場合は沿道からの出入りや、駐停車した場合の安定を考慮して地方部よりは低く規定されている。この片勾配の都市基準の規定を表 13.1.10 に示した。

表 13.1.10 最大片勾配

設計速度(km/h)	80	60, 50
最大片勾配(%)	6	4

横滑り摩擦係数は最大 0.1 程度である。この数値は最大片勾配 10%の時に起きるのであり、片勾配が 6%や 4%の時にはこの値もそれに比例して小さくする必要がある。この様な前提で表 13.1.10 の最大片勾配に対応した最少曲線半径を上式で計算すると表 13.1.11 に示す様になる。これは都市基準に規定されている最小曲線半径よりは大きくなる。

表 13.1.11 最小曲線半径

設計速度(km/h)	80	60	50
絶対最小半径	250	150	100
最小曲線半径 (m)	450	270	200
片勾配を付さない場合 (m)	2,500	1,500	1,000

また、片勾配を付さない場合は、逆片勾配で遠心力を横滑り摩擦で受ける状況を想定した。この場合は横断勾配を2%とし、横滑り摩擦係数を0.035として計算した値である。

絶対最小半径は、都市基準で規定されている値であり、沿道からの利用がない立体交差や長大橋等で最大片勾配を10%とすることが出来るような状況下で用いることが出来る。

3) 最少曲線長

最少曲線長は曲線部走行時間を最少3秒として計算されている。

表 13.1.12 最少曲線長

設計速度(km/h)	80	60	50
最少曲長(m)	140	100	85

13.1.8 視距

車道上の障害物を発見し、安全に停止できる距離を視距として確保する必要があり、これを設計速度に応じて表 13.1.13 に示す。曲線部においてはこの距離を確保するためには曲線の内側に障害物を設置しないようにする必要がある。

表 13.1.11 の最小曲線半径を設定した場合は設計速度 80km/h の場合は必要な側方クリアランスが 3.6m となり、車線幅員の中で吸収できない。従って曲線内側の構造物等のセットバックを考慮する必要がある。しかし、60km/h と 50km/h の場合は必要なクリアランスは車線幅員の 1/2 以下であるのでセットバックは考慮する必要はない。

表 13.1.13 停止視距

設計速度(km/h)	80	60	50
停止視距(m)	110	70	60

$$a = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{S_s}{2}\right)^2}$$

ここに a : 最大横方向クリアランス

R : 曲線半径

S_s : 視距

13.1.9 縦断線形

(1) 縦断勾配

縦断勾配は地形の状況、経済性、車両の登坂性能等を考慮して決定される。前提条件

は乗用車は設計速度での登坂が可能で、大型車は設計速度の 2/3 または 1/2 までの速度低下を許容するというものである。

最急縦断勾配はこの前提で長い勾配を登坂した場合であり、制限長付きは設計速度で走行していた車両が登坂し、その勾配と長さで前提条件に達する場合の規定である。

表 13.1.14 最急縦断勾配

設計速度 (km/h)	80	60	50
最急縦断勾配 (%)	4.0	5.0	5.5

表 13.1.15 制限長付き縦断勾配

設計速度 (km/h)	80			60			50		
制限長 (m)	600	500	400	400	350	300	350	300	250
縦断勾配 (%)	5.0	5.5	6.0	6.0	6.5	7.0	6.0	6.5	7.0

(2) 縦断曲線

縦断勾配の変化する地点には、視距を確保するためや衝撃を緩和するために表 13.1.16 に規定する縦断曲線を設置する。

表 13.1.16 縦断曲線

設計速度 (km/h)		80	60	50
凸型	絶対最小半径 (m)	3000	1200	900
	一般最小半径 (m)	4500	1800	1350
凹型	絶対最小半径 (m)	1800	1000	700
	一般最小半径 (m)	2700	1500	1050
最小縦断曲線長 (m)		70	50	40

13.2 橋梁構造設計基準

13.2.1 概説

本調査の対象橋梁の設計を行うために、中国における以下に示す基準を基に橋梁の構造設計基準を定める。

- ・「城市橋梁設計准則」（1993, 中華人民共和国建設部）
- ・「公路橋涵設計通用規範」（1989, 中華人民共和国交通部）
- ・「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涵設計規範」（1985, 中華人民共和国交通部）
- ・「公路橋涵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）

これらの基準を精査した結果、日本の基準である「道路橋示方書」と比較しても遜色なく、長沙市における橋梁設計には十分使用に耐えられるものと判断される。

本調査の対象橋梁は都市内であるため、都市基準（城市橋梁基準）を主として適用し、これに規定されていない項目については、一般基準（公路橋梁基準）、または日本の基準である「道路橋示方書」を準用することとする。

13.2.2 橋梁、函渠のスパン

「城市橋梁設計准則」第2.0.1条によれば、橋梁、函渠の分類は表13.2.1のとおりである。本設計においても、表13.2.1の分類にしたがって、設計を行うものとする。

表13.2.1 橋梁、函渠のスパン別分類

橋梁、函渠の分類	多径間延長 L(m)	単径間 Lo(m)
特大橋	$L > 500\text{m}$	$Lo \geq 100\text{m}$
大橋	$100\text{m} \leq L < 500\text{m}$	$40\text{m} \leq Lo < 100\text{m}$
中橋	$30\text{m} \leq L < 100\text{m}$	$20\text{m} \leq Lo < 40\text{m}$
小橋	$8\text{m} \leq L < 30\text{m}$	$5\text{m} \leq Lo < 20\text{m}$
涵洞	$L < 8\text{m}$	$Lo < 5\text{m}$

13.2.3 自動車荷重

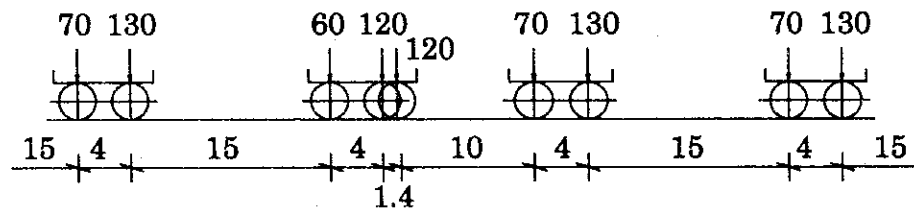
本計画道路は、城市道路の快速路と主干路として計画されており、「城市橋梁設計准则」第4.1.5条の自動車荷重規定から、快速路と主干路に適用する自動車荷重は、両者とも設計荷重は汽車-20級、検算荷重は桂車（重量運搬被牽引車）-100を採用する。

表13.2.2 自動車荷重

城市道路等級	快速路	主干路	次干路	支路
計算荷重		汽車-20級 桂車-100	汽車-15級 桂車-80	
和	汽車-20級 桂車-100	或 汽車-超20級	或 汽車-20級	汽車-15級 桂車-80
検算荷重		桂車-120	桂車-100	

快速路と主干路に適用する自動車荷重（設計荷重：汽車-20級、検算荷重：桂車-100）の車輪荷重を、図13.2.1に示す。

汽車-20級



桂車-100

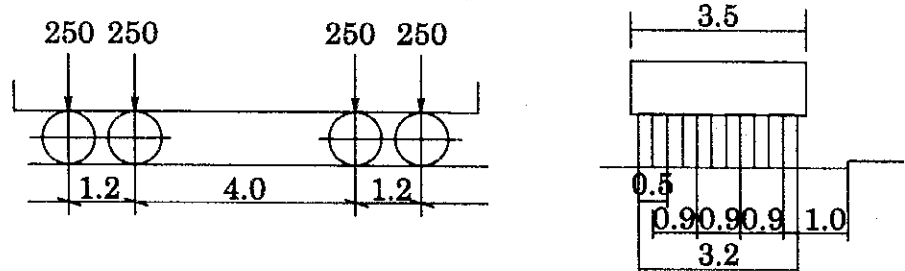


図13.2.1 輪荷重の載荷状態

13.2.4 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が作成されている。これは、地震時に地震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。構造物の耐震設計を用いる設計烈度は、この「烈度」によって定められている。

「公路工程抗震設計規範」（1990，中華人民共和國交通部）第1.0.8条による，基本烈度に対する水平地震係数を表13.2.3に示す。

表13.2.3 水平地震係数 Kh

基本烈度 (度)	7	8	9
水平地震係数 Kh	0.1	0.2	0.4

湖南省長沙市の計画路線における烈度は、地震烈度分布図によれば7度以下である。よって、本路線の構造物に対する水平地震係数Khは、0.1とする。

13.2.5 風荷重

風圧は、「公路橋涵設計通用規範」第2.3.4条によれば、次の計算式により算出する。尚、一般的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)

$$W = K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times W0$$

ここに、

W0: 基本風圧値 (単位はPa = N/mm²)

K1: 設計風速頻度換算係数 1.0

K2: 形状係数

円形: 0.8

正方形: 1.4

長方形: 0.9~1.4

K3: 風圧高度変化係数

地盤または常水面空の高さ (m)	≤ 20	30	40	50	60
K3	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
溪谷	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 (W)

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。

13. 2. 6 橋梁設計基準

橋梁上下部工および基礎工の設計は, 「13. 2. 1 概説」に示した技術基準によるが, これらの基準のうち, 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以下に示す。

(1) 承载能力極限状態

承载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を以下に示す。

・ 最大の場合

$$1.2S_G + 1.4 S'_{Q1} \quad (1)$$

$$1.2 S_G + 1.1 S''_{Q1} \quad (2)$$

$$1.1 S_G + 1.3 S'_{Q1} + 1.3 S_{Q2} \quad (3)$$

・ 最小の場合

$$0.9 S_G + 1.4 S'_{Q1} \quad (1)$$

$$0.9 S_G + 1.1 S''_{Q1} \quad (2)$$

$$0.8 S_G + 1.3 S'_{Q1} + 1.3 S_{Q2} \quad (3)$$

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} : 活荷重のうち桂車または履帯車

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

1) たわみの許容値

上部工形式によるたわみの許容値を以下に示す。

- ・ 桁式橋梁 $1/600L$
- ・ 片持式 $1/300L_1$
- ・ トラス, アーチ橋 $1/800L$

ここに,

L : 計算スパン

L₁ : 片持スパン

2) ひび割れ幅

- ・ 一般大気中の荷重組み合わせ (1) の場合 0.2mm
- ・ 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 0.1mm

13.2.7 その他

設計基準の主要項目を上述したが, その他の項目については「13.2.1 概説」に示した技術基準ならびに, 日本の基準である「道路橋示方書」を準用する。

13.3 構造物設計基準等

13.3.1 土工

道路の土工構造に関する断面形状、盛土材の使用材料、盛土、切土の法面勾配は、公路路基設計規範（中国交通部第二公路勘察設計院、1996年）、城市道路設計規範（北京市市政設計研究院、1991年）等に標準的な基準が定められている。

本調査では、これら設計規範と城市道路設計手冊に基づき、道路の土工構造についてその設計基準の設定をおこなう。

(1) 土工部の構成

土工部の標準構成は、図 13.3.1 に示すとおりとする。

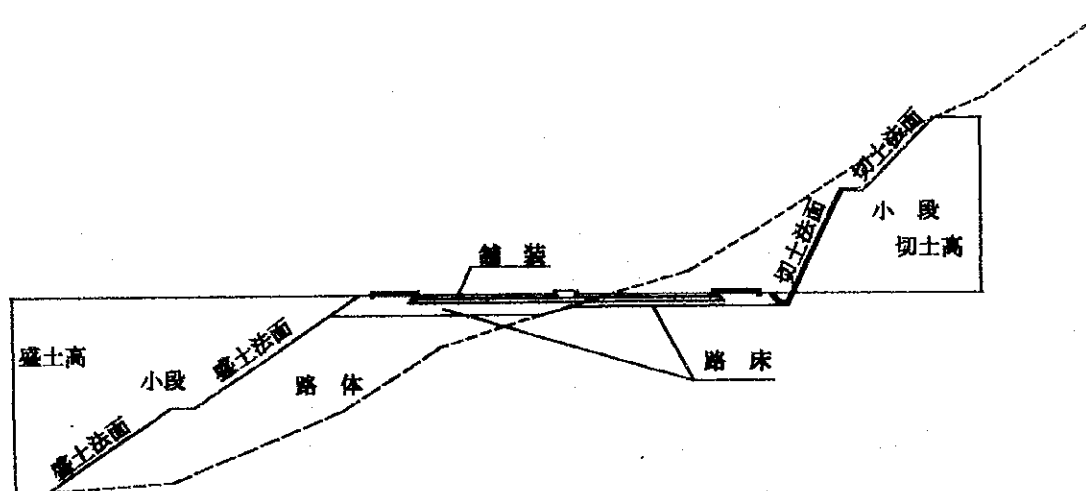


図 13.3.1 土工部横断標準構成

(2) 路基

中国においては盛土部を路基と表現し、公路については、舗装下面からの 80cm 深さまでを路床それ以下を路堤と称し、道路規格に対し盛土材の圧密度を表 13.3.1、表 13.3.2 のように定めている。また、城市道路設計規範では、表 13.3.3 の様に盛土材の圧密度を規定している。

表 13.3.1 公路路基圧密度（重型）

盛土区分		路面底面以下 深度(cm)	圧密度 (%)	
			高速公路、一級公路	その他等級公路
盛土路基	上路床	0~30	≥ 95	≥ 93
	下路床	30~80	≥ 95	≥ 93
	上路堤	80~150	≥ 93	≥ 90
	下路堤	150 以下	≥ 90	≥ 90
切土部路床		0~30	≥ 95	≥ 90

表 13.3.2 公路路基压密度 (轻型)

盛土区分		路面底面以下 深度(cm)	压 密 度 (%)	
			高速公路、一級公路	その他等級公路
盛 土 路 基	上路床	0~30	—	≧ 95
	下路床	30~80	≧ 98	≧ 95
	上路堤	80~150	≧ 95	≧ 90
	下路堤	150 以下	≧ 90	≧ 90
切土部路床		0~30	—	≧ 95

表 13.3.3 城市路路基压密度

盛土区分		路面底面以下 深度(cm)	压 密 度 (%)		
			快速路及び主幹路	次幹路	支 路
盛 土	0~80	95~98	93~95	90~92	
	80 以下	93~95	90~92	87~89	
切 土	0~30	95~98	93~95	90~92	

本計画道路は、主幹路になるため、上表を勘案し、盛土部について 80cm の深さまでを盛土材の压密度を 95%以上とし、これ以深を 93%以上とする。また、切土部においては路床厚 30cm とし、その压密度は 95%とする。

(3) 法面勾配

盛土及び切土法面の勾配は、同設計規範等では盛土材、地山の土質及び法面高により法面勾配が表 13.3.4 のように規定されている。切土法面勾配に関する規定は各規範分類表現が異なるが、まとめると表 13.3.5 に規定される。

表 13.3.4 設計規範における盛土法面勾配

盛土材料	法面高さ (m)			法面勾配		
	全 高	上部高	下部高	全盛土	上部盛土	下部盛土
粘性土、砂質土	20	8	12	—	1:1.5	1:1.75
砂、礫	12	—	—	1:1.5	—	—
玉石土、砂礫土	20	12	8		1:1.5	1:1.75
風化されにくい岩石	20	8	12		1:1.3	1:1.5

表 13.3.5 設計規範における切土法面勾配

地 山 分 類	法面高さ (m)	
	< 20	20~30
固結土	1:0.3 ~ 1:0.5	1:0.5 ~ 1:0.75
密充、中土	1:0.5 ~ 1:1.25	1:0.75 ~ 1:1.5
緩密土	1:1.0 ~ 1:1.5	1:1.5 ~ 1:1.75
風化岩	1:0.5 ~ 1:1.0	1:0.5 ~ 1:1.25
一般岩	1:0.1 ~ 1:0.3	1:0.2 ~ 1:0.5
硬い岩	直立 ~ 1:0.1	1:0.1 ~ 1:0.3

本調査区間の付近の地質は粘性土系であり、供給可能な盛土材としては粘性土系と考えられる。また、盛土高は最大でも 10m 程度であるため、盛土の法面勾配は、1:1.5~1:1.75 を採用するが、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、1:0.3~1:1.5 の範囲内で各地山の土質の状況に合わせ選定を行う。最終的には、材料試験結果、切土高、及び景観等を考慮し決定をする。

また、高盛土及び長大切土法面となる場合には法面途中に小段を設けるものとする。公路設計規範では、高さ 6 m~10m 毎に 1 m~3 m 幅の小段を設けるよう規定しており、本設計では、盛土高及び切土高が 10m を超える場合、高さ 7 m ごとに幅 1.5m の小段を設けることとした。

(4) 法面保護工

切土や盛土の法面には、法面の安定を図るため、植生やコンクリート張り、モルタル吹き付け、枠工等構造物による法面保護が行われる。

一般に、工費、景観などの観点から、植物による保護が望ましい。しかし、施工時期、気象、地質、土質、法勾配、湧水などの状況から、植物によるのが困難な場合、構造物による保護工を用いる。植生工は主に安定した勾配の法面に対して雨水による部分的浸食、表面的な崩壊を防ぐのが目的で用いられ、また、構築物は現地状況等で安定勾配が確保できない場合や、表面的な崩壊を防ぐ場合などに用いられる。

植物による法面保護工としては、張芝、筋芝、植生マット、種吹き付け等がある。また、構造物による法面保護工としては、モルタル吹付工、のり枠工、石張り工、石積工、コンクリートブロック積工、もたれ擁壁工、法面アンカー工等がある。

中国で一般的に用いられている法面保護工としては、張芝、石積工、コンクリート吹付工、法枠工等がある。本調査では盛土及び切土法面の保護は、植生工によるものを基本的に計画し、各法面の状況により、他の工法の採用を決定する。

13.3.2 擁壁工

擁壁工の設計は、「城市道路設計手冊」（北京市市政設計院、1986年）に準じて、形式の選定及び設計を行う。

擁壁構造形式は、中国で一般的に使用されている重力式、衡重式、控え壁式擁壁等を基本的に採用するものとし、施工位置の切土高、盛土高、地形、地質及び経済性、景観性を考慮し形式を決定し、設計をおこなう。

13.3.3 横断管渠、涵渠

本計画道路が小河川、道路が横断するところ及び左右隣接地の排水のため、横断管渠、涵渠を設置する。中国では、橋梁区部において延長8m未満、スパン5m未満を橋梁に対し涵渠と呼んでいる。

涵渠は大きく4種類に分かれ、その標準的に使用される幅または直径は、表13.3.6のとおりである。

表 13.3.6 涵渠種別に対する標準幅

涵渠種別	幅または高さ (cm)
円管渠	50, 75, 100, 125, 150
蓋板涵	75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400
アーチ涵	100, 150, 200, 250, 300, 400
箱涵	200, 250, 300, 400, 500

上記涵渠の内、蓋板涵及びアーチ涵は、地盤の変位の影響を受け易く変形した場合崩壊する恐れがある。したがって、本設計では、水路涵の対しては地盤の条件の影響が少ない円管涵（パイプカルバート）および箱涵（ボックスカルバート）を用いることとし、流量により使い分ける。

本計画道路は一般道であり基本的には横断道路等はないが、必要な場合は橋梁構造とするが、一般的には地盤条件、経済性等よりボックスカルバートを採用する。

管渠、涵渠の設計は、以下の基準類に準じて行うものとする。

- ・「公路工程技術標準」（交通部公路管理司、1997年）
- ・「城市道路設計規範」（北京市市設計研究院、1991年）
- ・「公路橋涵設計手冊」（人民交通出版、1993年）
- ・「城市道路設計手冊」（北京市市政設計院、1985年）

13.3.4 舗装工

舗装設計に関する規定としては、「公路瀝青路面設計設計規範」(アスファルトコンクリート舗装)(交通部公路規格設計院、1997年)及び「公路水泥混凝土路面設計規範」(セメントコンクリート舗装)(同、1994年)がある。また、「城市道路設計規範」(北京市市設計研究院、1991年)では、公路以外の道路における設計規定が定められている。

本調査においては、設計地域での自然条件、材料入手条件、経済性、施工実績を考慮し、アスファルトコンクリート舗装かセメントコンクリート舗装かの適用を決定し、上記設計規範に準じて舗装構成等の検討を行い決定する。

13.3.5 排水構造物

排水構造物の設計基準としては、「公路排水設計規範」(交通部、1997年)、城市「城市道路設計規範」(北京市市設計研究院、1991年)が規定されている。公路排水設計規範では高速道路等を対象としているため、本計画では城市道路設計規範に基づいて検討をおこなう。

また、排水構造物としては、表面排水施設及び地下排水施設に区分できる、表面排水としては路面排水、法面排水、道路隣接地排水とに区分される。

本道路は高速道路等の公路とは異なり、主に市街地を通過する道路であるため、地下水、湧水処理を目的とした地下排水施設等の検討は行わず、表面排水施設について計画を行う。

表面排水施設の設計は、路線の重要度に対して規定された降雨確率年を採用し、「城市道路設計手冊」(北京市市設計院、1995年)に示された長沙市の暴雨強度公式を使用し行う。

表 13.3.7 城市道路排水設計降雨確率年

道路区分 都市区分	快速路	主幹路	次幹路	支路	広場、 停車場	立体交差
大都市	2~5	1~3	0.5~2	0.5~1	1~3	2~5
中、小都市	2~5	0.5~2	0.5~1	0.33~0.5	1~3	1~3

本道路設計では、上表より主幹路の3年確率降雨強度を使用する。
次式の暴雨強度公式(湖南省、長沙市)とする。

$$q = \frac{776(1 + 0.75 \text{Log } P)}{t^{0.527}} \quad (\text{mm}^3/\text{秒}/\text{ha})$$

13.3.6 道路付属物設計

その他の道路付属物として、ガードレール、交通標識、フェンス等の交通安全施設、道路照明、及び労働大橋の料金徴収施設がある。

安全施設の設計基準としては、日本の道路公団の設計要領に準じて設定された「高速公路交通安全施設設計及び施工技術規範」（交通部公路科学研究所、1994年）があるが、一般の都市内道路についての交通安全施設の設置基準は「城市道路設計規範」には規定が無く、「城市道路設計手冊」において交通標識等の構造的設計条件の規定が多少あるものの、設置基準等体系化された基準はない。

したがって、ガードレール、交通標識、フェンスについては、日本基準及び長沙市の現状の設置状況を踏まえ設置条件を設定し、設置箇所の設定を行う。

道路照明については「城市道路照明設計標準」（建築科学研究所、1992年）に準じて計画を行う。

料金徴収施設については、上記規範に準じて湘江一橋及び二橋の現状を踏まえブース数等の計画を行う。

第14章 概略設計

14.1 概説

本章においては、前章までになされた「将来交通需要予測」「路線選定」「自然条件調査」の成果、データ及び「設計基準」に基づき、計画道路および橋梁の概略設計を行うことである。

そのために、計画道路の線形設計を行い、インターチェンジ/交差点の設計、橋梁設計、その他構造物設計、舗装設計、排水工設計、道路付属物設計を行なうと共に、計画道路・橋梁の維持管理計画を策定した。

なお、第2次現地調査期間に実施した自然条件調査の成果品である1997年撮影の航空写真を基に作成した縮尺1/2000の地形図及び河川測量図を使用して以下の概略設計を行った。

14.2 線形設計

線形設計は第5章で決定した最適路線について、自然条件調査の成果品である 1:2000 の地形図を使用して、平面線形、縦断線形を設計したものである。

14.2.1 線形設計の基本方針

前節第13章「設計基準の設定」で設定した基準を遵守し、以下に記す方針の下に設計を行った。

(1) 道路規格

本プロジェクトの対象道路である沿江道路は主幹路とする。

(2) 設計速度

設計速度は東岸、西岸ともに市街地においては 50km/h とし、郊外部においては 60km/h とする。市街地部は三漢磯大橋（二環線）より南、猴子石大橋（二環線）までの間とし、郊外部は三漢磯大橋（二環線）より北の区間とする。

また、労働路は市街地にあるけれども自動車専用路的な利用のされ方が予想されるので設計速度は 60km/h とする。

(3) 道路幅員

道路の全幅員は原則的に図 14.2.1 に示す中国側の提示した幅員とその適用区間に従うこととした。東岸の南郊公園付近は丘陵が迫っているため 24.5m の構成とし、この区間より北は既設計を尊重して 33m+10m（風光帯）とし、国道 319 号線より北は 36m+20m（風光帯）とした。

西岸においては全線 36m+20m（風光帯）の幅員とした。ただし、湘江一橋付近は現況の構造物と整合を取るために河側の歩道、緩速車線を設置しない幅員とした。

(4) 堤防線形との調和

沿江道路は幅 10~20m の風光帯を隔てて堤防と接している。湘江堤防は現在 200 年確率に対応すべく新設又は現堤防の増強を行っている。従って、沿江道路の線形は、堤防計画に調和した緩やかな線形とするべく努力した。

14.2.2 横断設計

(1) 道路横断面構成要素

本計画道路の断面構成要素としては車道、緩速車道、歩道を考慮した。また、往復方向の交通を分離し、交差点及び沿道の施設への出入の際の左折車線を設置可能な様に中央分離帯を設置することとした。また、中央分離帯は交通に秩序をもたらす、正面衝突の様な致命的な事故を防止する等の機能が有る。

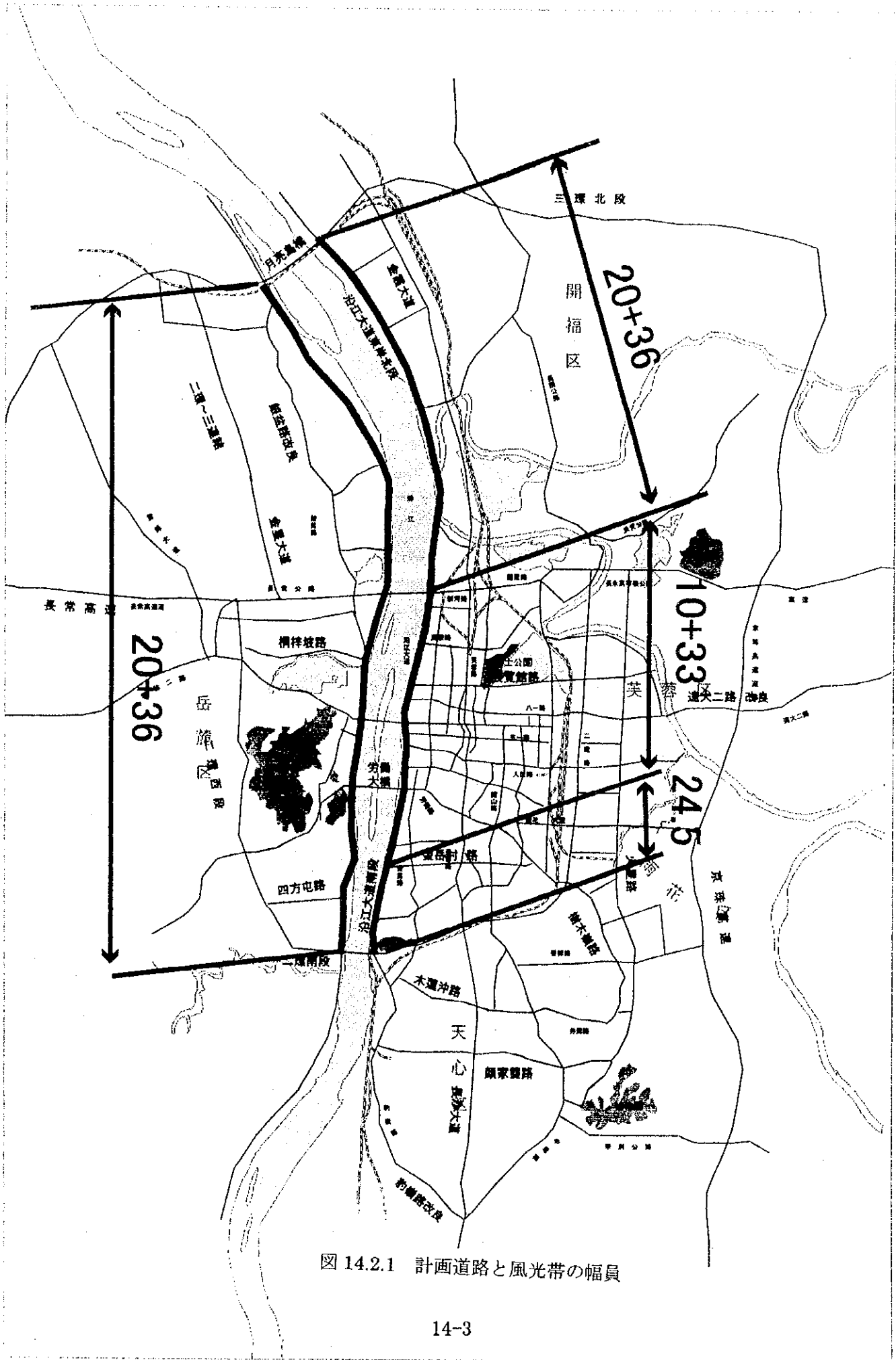


図 14.2.1 計画道路と風光帯の幅員

全幅 36m の標準幅員構成区間では車道と緩速車を分離する分離帯を設置することとした。従って断面形状としては構造基準で定める四幅路となる。

東岸の南郊公園付近は丘陵が迫っているため狭車道と歩道のための 24.5m の構成とした。ここより北側の 33m の既設区間では、車道と緩速車道を柵により分離することとし、ここでは二幅路となる。この横断面を図 14.2.2 に示した。

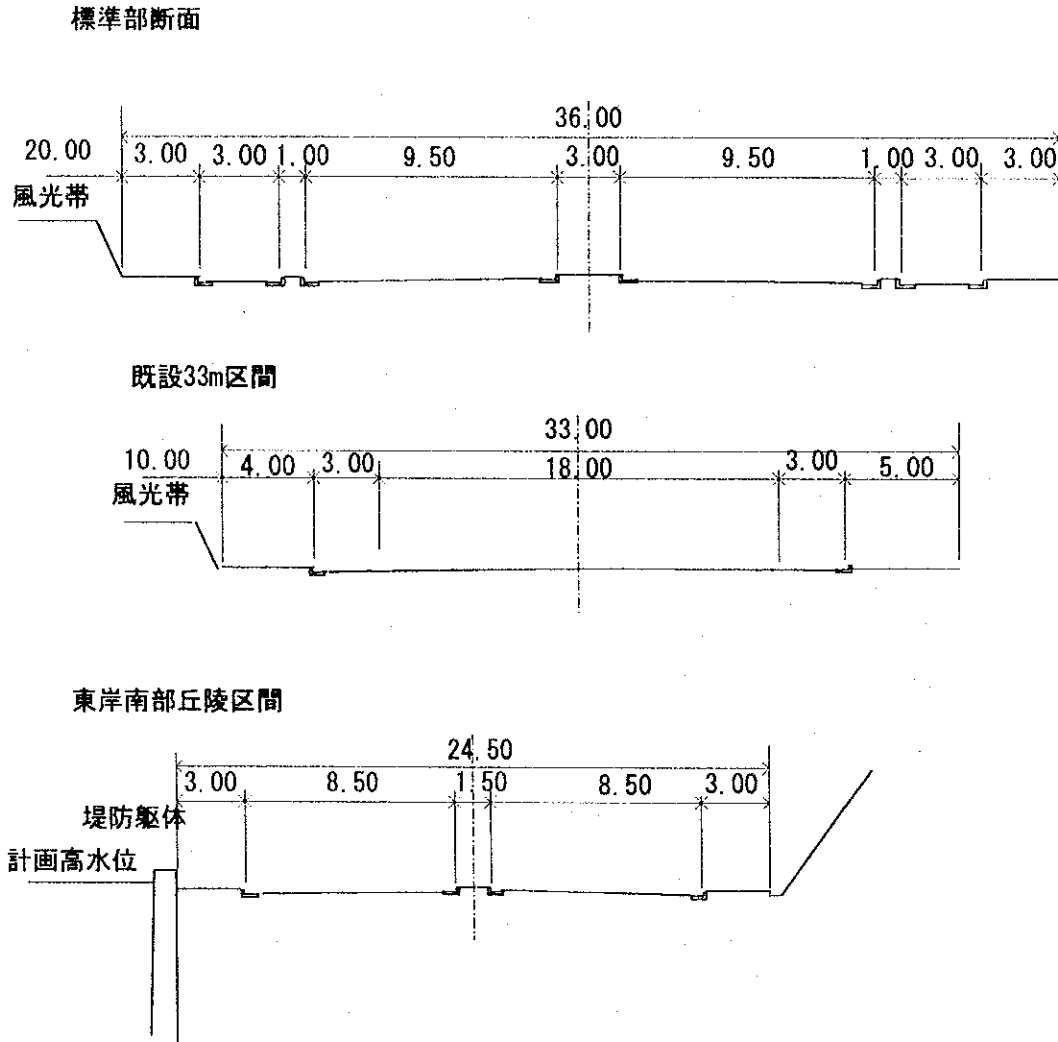
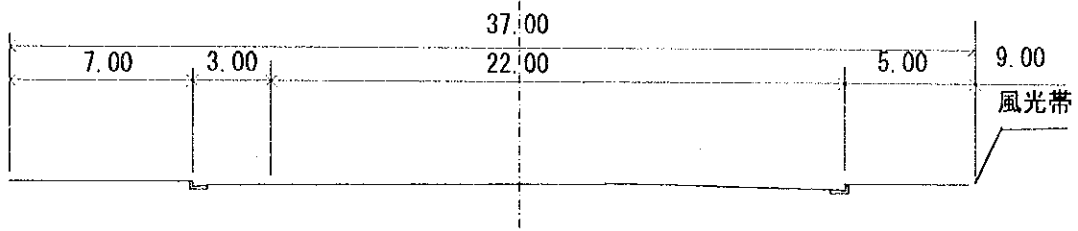


図 14.2.2 東岸沿江道路横断面

西岸は基本的には 36m の標準幅員構成である。しかし、南大橋取付け部に接続する設計開始区間は既設計の 37m の幅員に整合させた。また、湘江一橋の下の既存構造物との競合区間、および望月湖新村付近では既設の瀟湘北路にあわせるために新民路と威嘉湖路の間は河川側に歩道及び緩速車線を設けないと幅員とした。しかし、緩速車の通行の便を考慮し、図 14.2.3 に示すように往復方向の通行が可能な幅員を確保することとした。

西岸南大橋取付け区間



一橋前後区間 () 内は一橋下

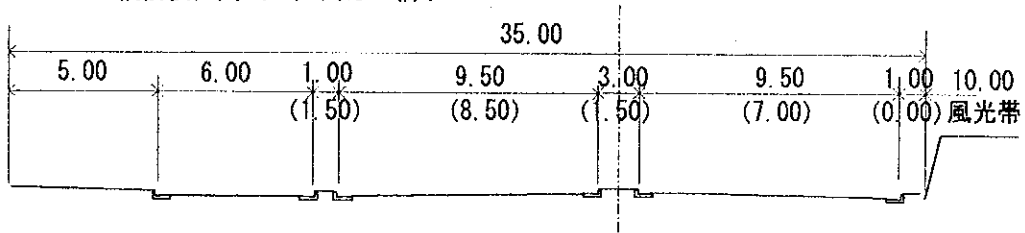
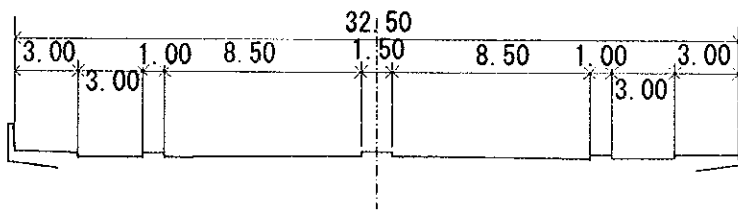


図 14.2.3 西岸沿江道路断面図

労働路大橋橋梁部横断図



労働路大橋取付け部横断図

労働路大橋取付け道路

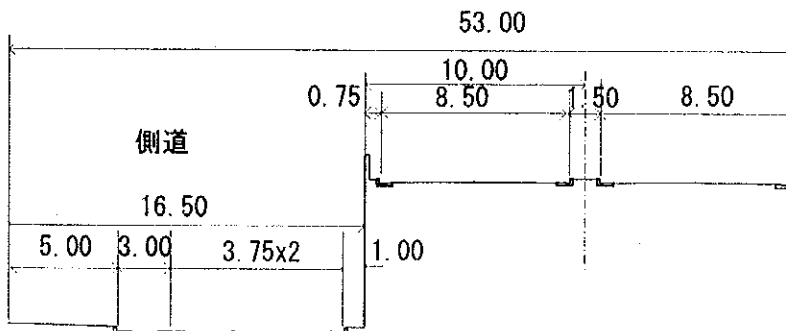


図 14.2.4 労働路大橋断面図

労働路大橋の幅員構成は図 14.2.4 に示すように 1.5m の分離帯で往復方向の交通を分離し、緩速車線との間も分離帯を設置することとした。また、その取付け部は同図に示すように測道は 2 車線が確保できる幅員とした。

(2) 湘江堤防

中国では最近の水害を防止するための堤防の設置、強化が国家的事業として行われている。長沙市においても 1999 年の高水期までに完成させることを目標として、幾つか区間で堤防工事が行われている。

本プロジェクトの沿江道路は、この堤防と関連して、図 14.2.5 に示す様に堤防の直近は風光帯として整備し、堤防の保護及び高水期における防洪活動用地として確保し、平常時には公園緑地として利用する計画である。この内、図 14.2.5 は郊外部で現在は土堰堤が有る区間で、図 14.2.6 は市街地部で石積み又はコンクリート造の直壁構造区間の横断図である。

図 14.2.5 湘江堤防と風光帯及び沿江道路

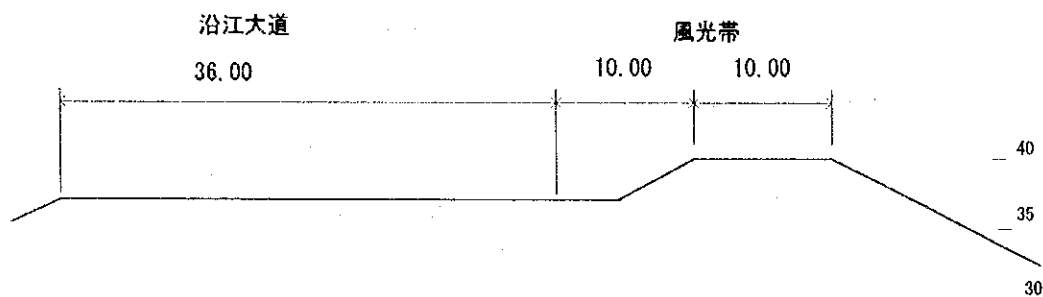
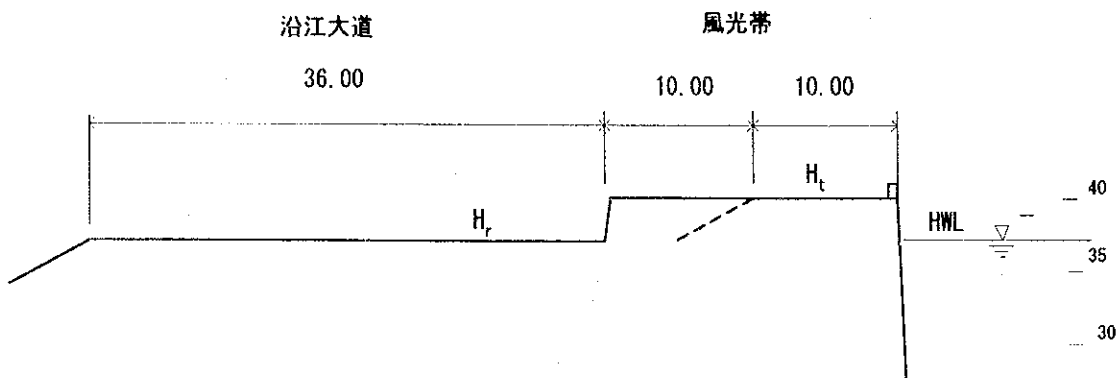


図 14.2.6 都市部の湘江堤防



14.2.3 平面線形設計

平面線形設計は 1/2,000 の図面からコントロールポイント等の座標値を読み取り、IP 点や線形設計等を全て座標計算で行った。通常は本段階の概略設計では座標計算は必要では

ない。しかし、以下の点から座標計算で設計した方が有利であると判断されたためである。

1) 1/2,000 の地形図が電子データとしても利用可能であり、CAD 等のソフトで地形と線形を合わせることができ、計算処理及び製図が容易にできる。

2) 中国側の既設計区間が座標値で示されており、これへの接続が容易である。

この様にして設計した湘江東岸、西岸の沿江道路及び労働路大橋の骨格図を図 14.2.7 に示した。以下に各区間の設計概要を記す。

(1) 東岸沿江道路

市内中心部の西湖路から湘江二橋までの区間約 3km については、既設の沿江大道がある。現在、西湖路から南約 1.7km については、湘江護岸の改築工事が行われており、これに伴い長沙南駅までの区間の沿江道路の延伸計画がなされ、同時に既設の沿江大道の拡幅が計画され、設計が進められている。

このため、湘江東岸においては、既に設計が進められている上記区間はその計画に従うものとし、その前後の区間について以下に記す方針により平面線形設計を行った。

1) 起点

東岸の起点は現在建設中の二環道路湘江南橋交差部とした。交差部付近は南郊公園がある湘江にせり出した丘陵地形のため、現設計では狭小部に同道路の U ターン路としてのランプのみが計画されている。

本調査では、南郊公園のある丘陵地形の切土範囲をできる限り少なくするため、この U ターン路を改良し、沿江道路と二環道路とのランプを設置する計画をおこなった。

2) IP 点

沿江道路の位置は湘江の堤防との関係より決定されるため、堤防の計画と切り離して計画する事はできないが、現在工事中の区間を除き堤防の改修計画設計はなされていない状況である。ただし、湘江二橋から終点にかけては概略の都市計画図ができており、この中におおよその堤防位置及び街路としての道路位置が示されており、この計画及び現況の堤防位置を基に改修後の堤防の位置を設定した。この堤防位置を基に法線を設定し、必要な幅員をとり沿江道路としての平面線形を設定した。

起点から南駅付近までの区間は湘江に小山がせり出した地形となっており、この山裾を切り開き鉄道が通っている。現況は堤防が無く、ブロック張り等により保護された法が湘江に入り込む形状となっている。このため、本計画では、擁壁等による護岸を設置するものとし、地形等により護岸位置を設定し、沿江道路の平面線形を設定した。

道路線形設計にあたっては、1/2,000 の地形図を基に検討を行い、表 14.2.1 に示すコントロールポイントにより IP 点の設定を行った。

図 14.2.7

設計対象道路骨格図

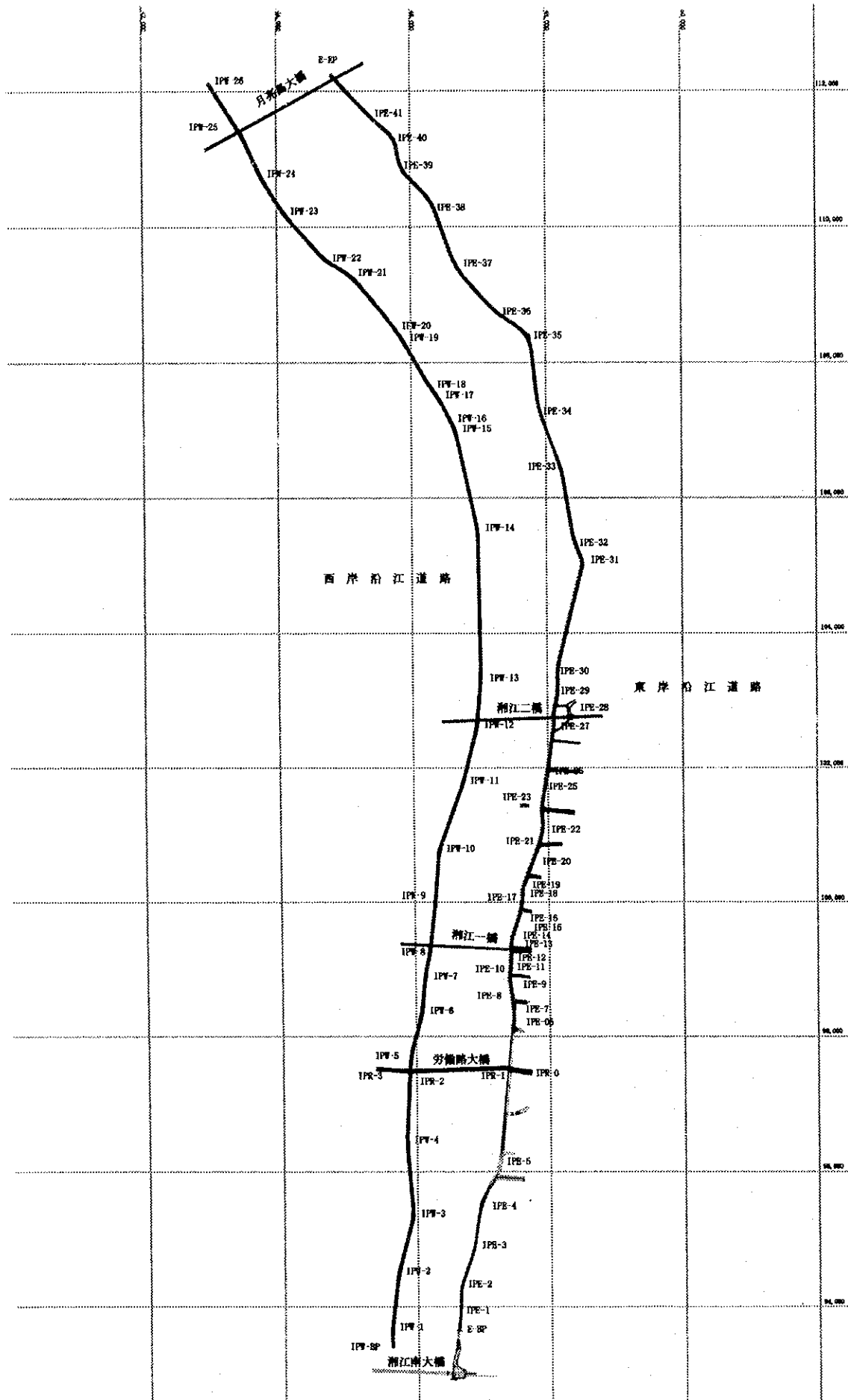


表 14.2.1 東岸沿江道路コントロールポイント及び IP 点

IP 点	コントロールポイント	交角 (度)	平面曲線半径 (m)
EBP	二環南橋とのランプが修まる位置を沿江道路の起点とした。	—	—
IP E-1	載家沖の小山地形及び現況河岸線	7° 16' 49"	2,000
IP E-2	南郊公園付近小山地形及び現況河岸線	19° 17' 05"	500
IP E-3	同 上	11° 57' 10"	1,000
IP E-4	南駅付近小山地形及び長沙市の沿江道路改良設計区間とのすりつけ	21° 25' 17"	1,500
IP E-5	長沙市の沿江道路改良設計区間	23° 48' 54"	1,000
IP E-6	同 上	2° 00' 51"	角折れ
IP E-7	同 上	7° 25' 37"	240
IP E-8	同 上	8° 13' 36"	366
IP E-9	同 上	0° 09' 23"	角折れ
IP E-10	同 上	15° 26' 01"	63,000
IP E-11	同 上	2° 49' 17"	角折れ
IP E-12	同 上	3° 22' 54"	1,100
IP E-13	同 上	19° 30' 05"	136
IP E-14	同 上	1° 59' 16"	2,200
IP E-15	同 上	1° 12' 02"	角折れ
IP E-16	同 上	7° 30' 15"	470
IP E-17	同 上	11° 06' 17"	300
IP E-18	同 上	20° 21' 30"	140
IP E-19	同 上	2° 34' 44"	1,150
IP E-20	同 上	1° 08' 48"	角折れ
IP E-21	同 上	5° 06' 48"	1,100
IP E-22	同 上	9° 47' 43"	460
IP E-23	同 上	12° 33' 35"	500
IP E-24	同 上	16° 04' 05"	200
IP E-25	同 上	0° 38' 23"	角折れ
IP E-26	同 上	1° 33' 35"	角折れ
IP E-27	同 上	10° 20' 13"	500
IP E-28	同 上	14° 08' 50"	250
IP E-29	新河三角州付近現況堤防及び長沙市設計区間とのすりつけ	14° 12' 01"	1,000
IP E-30	新河三角州付近現況堤防位置	15° 47' 41"	750
IP E-31	二河川合流部風亭組団に土地開発計画における街路計画位置との調整	35° 31' 38"	250
IP E-32	同 上	12° 17' 26"	1,000
IP E-33	勞刀河合流部肖家洲の現況堤防位置	11° 27' 30"	1,500
IP E-34	同 上	14° 16' 23"	1,500
IP E-35	載家河付近の現況堤防位置	49° 26' 03"	500
IP E-36	同 上	13° 36' 60"	1,000
IP E-37	母山の小山地形	22° 43' 06"	1,300
IP E-38	鵝羊山の小山地形	23° 38' 08"	700
IP E-39	同 上	33° 16' 51"	500
IP E-40	七家湖付近の土地開発計画案の街路へのすりつけ	38° 37' 28"	400
IP E-41	同 上	5° 44' 39"	1,500
EP	同 上、三環北橋を 100m 過ぎた地点	—	—

(2) 西岸沿江道路

湘江西岸においてはまだ沿江道路は設計されていないので、本プロジェクトでは以下に記す方針により主として堤防の法線、IP 点を設定し、ここから沿江道路の必要な幅員を確保する方針で設計した。

1) 起点

起点は湘江南大橋の既設計区間との境界とし、これより北に測点を設置した。

2) 法線及び IP 点

既設の堤防に沿って法線を設定した。この法線より陸地側に必要な幅員を取り、道路の法線とした。

この法線と法線の交点を IP 点とした。必要な幅員（堤防線から 38m）堤内地側の線を道路の中心線として設定した。表 14.2.2 に各法線と IP の設定方法を示し、交角及び線形要素を付記した。

表 14.2.2 沿江道路西岸コントロールポイント及び IP 点

IP 点	コントロールポイント	交角 (度)	平面曲線半径 (m)
WBP	二環南大橋取り付けインターチェンジ既設計区間		
IPW-1	張家山一炮台子間の堤防法線	8° 24' 32"	1,000
IPW-2	魚湾市一岳麓建築間の堤防法線	8° 03' 18"	1,500
IPW-3	洲尾子付近の堤防法線	19° 49' 33"	600
IPW-4	天馬山下、象鼻咀で切土とならない	7° 34' 44"	1,500
IPW-5	湖南師範学院付近の堤防法線	12° 10' 48"	1,300
IPW-6	魁樹坪付近の堤防法線	9° 42' 04"	1,500
IPW-7	一橋西詰め南側の堤防法線	6° 31' 05"	1,500
IPW-8	一橋西詰め南側一金華坪間の堤防法線	5° 09' 29"	1,500
IPW-9	金華殿一龍王港間の堤防法線	1° 16' 34"	角折れ
IPW-10	金華殿一龍王港間の堤防法線	2° 00' 19"	角折れ
IPW-11	金華殿一龍王港間の堤防法線	2° 45' 01"	角折れ
IPW-12	黄泥河一市煤炭公司間の堤防法線	15° 23' 38"	600
IPW-13	長沙紡績厂付近の堤防法線	5° 17' 42"	1,500
IPW-14	長沙船舶厂付近の堤防法線	9° 38' 13"	1,200
IPW-15	蚌塘圍付近の堤防法線	6° 00' 11"	2,000
IPW-16	傅家湖、段家湖間道路一長沙銘塩厂間の堤防法線	11° 40' 51"	1,000
IPW-17	長沙造紙厂付近の堤防法線	12° 19' 33"	800
IPW-18	黒石頭一省商業学校間の堤防法線	2° 59' 06"	2,500
IPW-19	省商業学校北側の堤防法線	9° 40' 23"	1,180
IPW-20	段家湾付近の堤防法線	7° 48' 18"	1,400
IPW-21	咀上付近の堤防法線	3° 38' 02"	3,000
IPW-22	虎形坡一白石湖机阜間の堤防法線	6° 10' 59"	2,000
IPW-23	張家湖付近の堤防法線	20° 47' 16"	1,000
IPW-24	張家湖一王家港間の堤防法線	17° 42' 32"	800
IPW-25	喻家坪付近の堤防法線	10° 40' 55"	1,500
IPW-26	関陽湖付近の堤防法線	7° 32' 24"	2,000
IPW-27	徒勘子一主家園間堤防法線	8° 15' 18"	1,500

(3) 労働路大橋

沿江道路から労働広場までの労働西路は 53m の拡幅計画があり、本橋梁はこの区間に取り付けることとした。この法線の堤防上の点と牌楼口の点を結んで本橋梁の法線とし、労働西路の法線との交点を IP R-1 とし、牌楼路の法線との交点を IP R-2 とした。これらの IP 点の交角と線形要素を表 14.2.3 に記す。

表 14.2.3 労働路大橋コントロールポイント及び IP 点

IP 番号	コントロールポイント	交角 (度)	曲線半径 (m)
IP R-1	労働広場—靈官渡間の法線と靈官渡—牌楼口間の法線との交点	10° 37' 15"	1,500
IP R-2	靈官渡—牌楼口間の法線と牌楼路法線の交点	5° 49' 44"	2,000

14.2.4 縦断線形設計

(1) 沿江道路

沿江道路は湘江堤防の直近に計画されるため堤防計画と直接的に関わる。この堤防計画との関連等の縦断線形設計の基本的考慮事項、及び各区間毎の特記事項をそれぞれ記した。

縦断線形を検討する際に考慮する要素としては、

- ・併設する湘江堤防の計画
- ・湘江横断橋梁との交差
- ・流入河川横断部
- ・隣接地及び流入道路の接続

がある。

1) 併設する湘江堤防

沿江道路は湘江の堤防に沿って走る道路であり、道路と堤防の間には 10m または 20m 幅の風光帯を基本的に設置する計画である。

湘江の堤防改修における高水位は 200 年確率の洪水水位に対して計画されている。これは沿線の市街地の現地盤高よりかなり高い位置となっている。沿江道路は洪水時にも通行可能なように路面高を設定するのが望ましいが、現況地盤との差が大きくなりすぎ隣接地及び接続道路との出入りに問題が生じ、また、不経済でもある。従って、風光帯部で計画堤防高さと沿江道路の路面高との高低差を無理なく調整できる範囲で高さの計画を行った。

また、北側郊外部のように湘江の堤防が土堰堤で計画されるところについては、沿江道路を土堰堤の内側の小段部分に設置するものとし、堤防天端から 4m 下がった高さで計画した。

2) 湘江横断橋梁との交差

計画区間において湘江を横断する橋梁は現在2橋であるが、その他に2橋が建設中である。また、本調査にて計画している労働路大橋を含め計画中の橋が2橋あり、2010年以降には合計6橋となる。湘江一橋以外は路面位置が高く、また、河岸付近では下の一般道との交差を考慮し、スパンも長くっており、計画している沿江道路との交差については問題はない。

湘江一橋は、アーチ構造であり桁下空間が狭く、またスパンも短い。しかしながら、東岸では既に改良設計がなされており、これによると桁下クリアが少し不足するものの1径間の幅内に4車線の道路を設置し、歩道及び緩速車線は別の径間を通過させる予定であり、実際の使用上には問題はないと判断できる。したがって、本計画においてはこの計画に準ずるものとした。

3) 流入河川の横断部

東岸には、市街地の北部で2つの河川が湘江に合流している。2河川とも現況は土堰堤による堤防が築かれているが、湘江の計画高水位より低いため嵩上げの必要がある。平常水位は計画高水位より8m以上も低く、土砂運搬船の航行も見られが、洪水時には船は航行しないとのことである。

したがって、沿江道路はこの2河川を橋梁で横断するものとし、縦断計画においてはこの堤防の改修計画高さに桁高及び桁下余裕高0.8mを考慮し設定を行った。また、河川敷内を高架橋として通過するところにおいては、湘江の計画高水位に0.8mの桁下余裕を確保するものとした。

西岸においては東岸ほど大きな支流がないが、橋梁で横断する場合は計画高水位に0.6mの桁下余裕を確保するものとした。

4) 隣接地及び流入道路の接続

沿江道路の通過位置においては、現況地盤が湘江の計画高水位より低いところが大部分である。市街地内では隣接地の地盤高と道路高さを変えることは接続道路の高定差、及び沿道からの道路利用上問題が生じるため、極力現況地盤高と合わせるものとした。

2支流河川流入部では、現況の地盤は低い、概略の土地利用計画で埋め立て等により高く設定しているため、その計画に合わせるものとした。また、土堰堤の小段部を通るところにおいてはその高さに合わせ、堰堤から離れた場合にはその地盤高さに合わせるものとした。水田等に使用されているところにおいては、道路機能を確保するため、地盤より2m程の高さをとるようにした。

西岸の銀盆嶺、三環から省商業専門学校の間は隣接地が計画高水位よりも高い。このような区間では沿江道路の計画高は隣接地の地盤高さに合わせるものとし、堤防との高さの差は分離帯または風光帯で擦り付けるものとした。

(3) 労働路大橋

労働路大橋の縦断線形を設計する際に考慮した点を以下に記す。

1) 湘江高水位

計画高水位は桃子湖における200年確率の高さである38.26mとした。長沙市水利水電局では洪水時における特殊船舶の航行を考慮して、横断橋梁の桁下空間は8~10mを確保する方針である。従って、本橋梁でもこの方針に従いクレストでは10mの桁下空間を取れる径間となる様に考慮した。

2) 堤防及び沿江道路

堤防天場を一般車両が連続して走行することはないものとし、車両一般の建築限界を確保することは必要ないものとした。しかし、河川管理用通路が設置されるものとし観視車（パトロールカー）の3m程度の空間を確保するものとした。

一般車両や緊急時の特殊車両は沿江道路を利用するものとし、ここでは通常の建築限界を確保した。

14.3 インターチェンジ及び交差点設計

インターチェンジを計画すべき沿江道路との交差道路は殆どの場合、湘江の横断橋梁取り付け道路である。沿江道路と横断橋梁とは交差位置では高低差があり、直接取り付けることは出来ず、この直近の沿江道路とこれより陸地側の交差道路との間で接続を計画することになる。

湘江横断橋梁以外の道路との交差点は風光帯内の施設への出入路がある場合を除き、全て三差路、(T字型交差点)となる。このインターチェンジ及び交差点の計画位置を図14.3.1に示した。

14.3.1 インターチェンジ

沿江道路においては川側の土地を利用することができないので、一部の動線の交差を許容する不完全インターチェンジ、またはロータリー形式交差点とならざるを得ない。また、横断橋梁等の交差道路においては右折のみで出入する形式となる。

この形式は既存の沿江道路と一橋、二橋とのインターチェンジで採用されている形式であり、新設の場合もこの形式となる。ただし、既存のインターチェンジでは横断橋梁取り付け部のループ部半径が小さすぎるきらいがあるので、新設の場合はこの半径をできるだけ大きく取るよう留意した。

1) 沿江道路東岸南段—二環線南段

東岸の沿江道路は南端で二環線に接続して終わりとなるため、沿江道路全ての走行車が二環線に合流する事となる。主流となる沿江道路と二環西側との接続は二車線ランプとし、東側との接続は一車線ランプとした。

しかし、南郊公園のある湘江にせり出した丘陵地形のため狭いところにランプを設置しなければならず、高規格インターチェンジの形式をとることが困難であるため、二環線との流入流出部では、同位置に現在建設中のUターン路を改良する計画とした。

2) 沿江道路東岸中段一湘江一橋

このインターチェンジは現在ロータリー形式のものが設置されており、現在設計中の沿江大道の改良計画において設計がなされているため、この設計によるものとした。

3) 沿江道路西岸中段一一橋

沿江道路側の交差点は計画できるが、一橋の取り付け位置では沿道利用があるため取り付け道路を設置することは不可能と考えられる。従って新民路との交差点で接続利用交通を処理することとなる。

4) 沿江道路東岸中段一湘江二橋

一橋と同様現在設計されている改良計画によるものとした。

5) 沿江道路西岸中段一二橋

東岸と同様のロータリー形式で計画し、取り付け道路についても同様に右折のみで接続可能な渡り線を接続する。

6) 沿江道路東岸及び西岸北段一三環線北段

三環線は高速道路規格で建設されており、月亮島大橋の両岸でインターチェンジが計画されている。従って、本設計では沿江道路との直接接続はないものとした。

14.3.2 交差点

交差点の基本形式は中国ではロータリー形式が用いられており、沿江道路においても中国側はこの形式を希望している。ロータリー形式は交通量が中程度までなら制御機器を必要とせず全方向にサービスできる優れた方式であるが、主流の交通も減速、停止する必要がある。また、交通量が多い場合は捌ききれない場合が生じ、容量の観点からは信号制御による交差点が勝る。

これに対し、非優先側の交通に対しては一時停止規制を前提とした導流化交差点はこの主流が停止するという欠点を排除できる。しかし、交通量が少ない場合にのみ有効である。

これらのことを勘案し、本設計では交通量の多い順から信号交差点、ロータリー交差点、一時停止交差点を計画するものとした。

14.3.3 労働大橋取付け部

労働大橋と沿江道路との取付けを計画する際に以下の点を考慮した。

- (1) 沿江道路と直接接続が可能となる。
- (2) インターチェンジは都市部にあるため必要な面積をできるだけ少なくする。
- (3) 沿江道路の取付け区間は側道を設置し、一方通行で運用する。

これらの条件を満足するために労働大橋から沿江道路へ接続する渡り線は、既存の一橋や二橋で採用されている右折ループを採用せずに、図 14.3.2 に示すような労働大橋の取付け部を越える左カーブの往復方向二本のループ状渡り線を計画した。

この二本の渡り線相互の建築限界を確保するために、これらを同心円状で配置し、外側の半径が大きい方の渡り線を労働大橋から沿江道路に向かう交通に割り当て、内側の半径が小さい方を沿江道路から労働大橋に向かう交通へ割り当てた。これは前者の交通は後者より速度が高いと想定されるので、交通安全上の配慮である。

これらの渡り線は労働大橋取付け部の側道に外側から合流し、労働大橋取付け部橋梁の下で沿江道路と三差路の交差点で接続する。この交差点は右折、左折を分離した導流化交差点を計画し、制御は交通信号によるものとする。

以下に東岸、西岸の特徴を述べる。

1) 東岸

労働大橋取付け道路は労働広場までとし、幅員は 53m である。労働大橋と労働広場を連絡する直進交通を主流とし、この方向には往復方向それぞれ二車線を計画し、沿江道路との接続渡り線は、この方向の交通が主流でないのでそれぞれ一車線とした。

2) 西岸

労働大橋は牌楼路を拡幅して取り付けるものとした。労働大橋と沿江道路を連絡するループ状渡り線を主流と考えそれぞれ二車線とした。労働大橋取付け部を直進して湖南大学方面に向かう方向へも、概略設計の現在の段階では往復方向それぞれに二車線を計画している。しかし、この方向は将来さらに設計が進んだ段階では大学側と協議し、大学関係の交通のみが利用する往復方向それぞれ一車線とすることも可能である。従って労働大橋を取り付けるための牌楼路の拡幅は狭くすることができる。また、交通規制で対処し、直進方向の交通を大学関係者のみとし、交通量を少なくする様な処置を用いることも可能であろう。

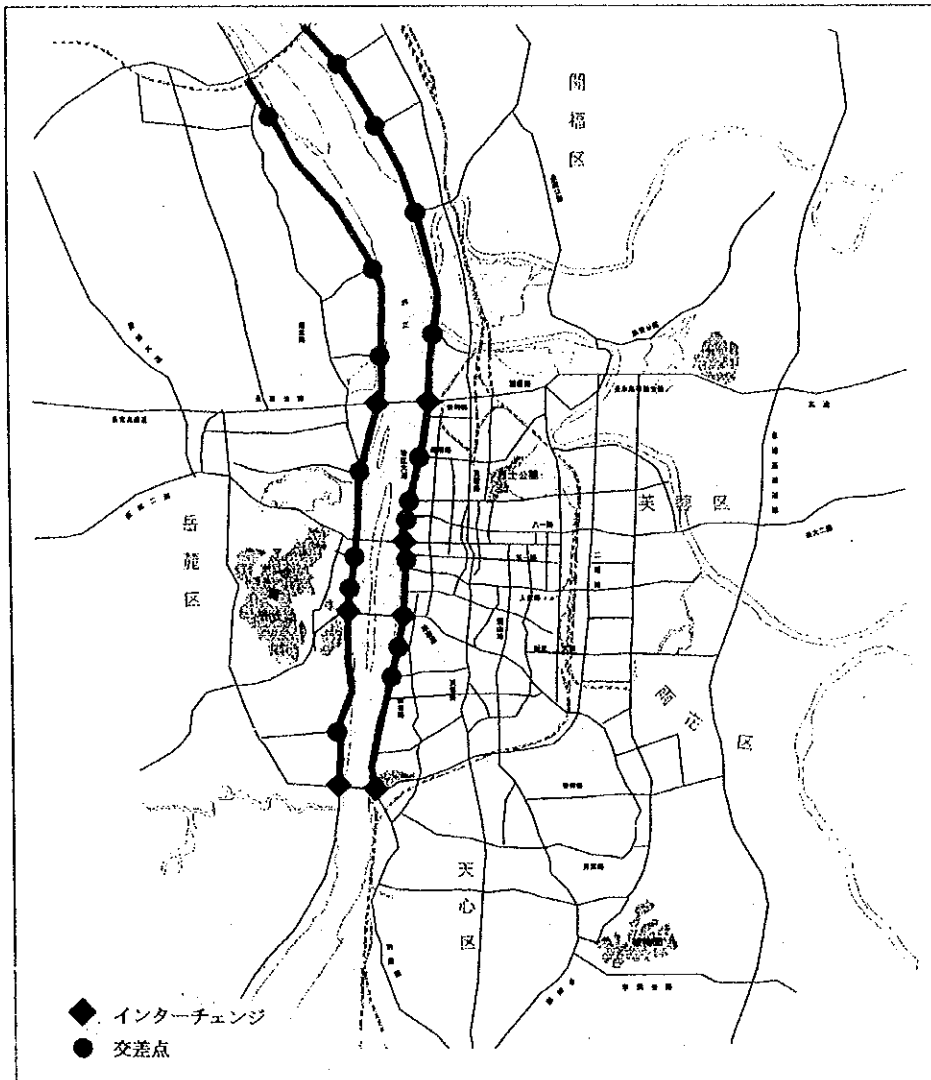


図 14.3.1 インターチェンジ及び交差点計画位置図

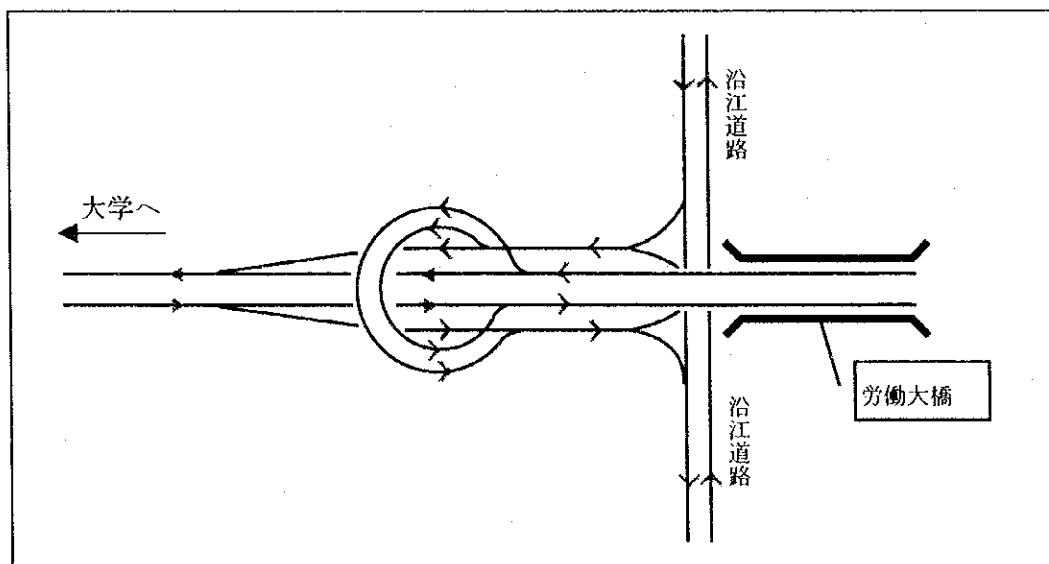


図 14.3.2 労働大橋西側接続部の交通動線図

14.4 橋梁構造設計

14.4.1 概 説

本調査の対象橋梁の概略設計は、以下に示す中国における標準設計図集と日本における上部工の構造形式と標準適用支間長をもとに作成した、表14.4.1に示す上部工構造形式と標準適用支間長を基に行う。

なお、構造は走行性と維持管理のしやすさからジョイント部を少なくするよう計画し、なるべく連続桁方式を採用することとする。

- ①「公路橋涵標準図 整体式鋼筋混凝土連続板橋上部構造 スパン 8m,10m,13m,16m」
(1996,交通部公路規劃設計院)
- ②「公路橋涵設計図 装配式鋼筋, 預応力混凝土板 スパン5m,6m,8m,10m,13m,16m」
(1993, 交通部公路規劃設計院)
- ③「公路橋涵標準図 装配式鋼筋混凝土斜空心板橋上部構造 スパン6m,8m,10m,13m」(1998,
交通部公路規劃設計院)
- ④「公路橋涵標準図 装配式預応力混凝土斜空心板橋上部構造 スパン
10m,13m,16m,20m」(1997,交通部公路規劃設計院)
- ⑤「公路橋涵設計図 装配式預応力混凝土簡支梁 スパン25m,30m,35m,40m」 (1983, 交
通部公路規劃設計院)
- ⑥「公路橋涵標準図 装配式后張法部分預応力混凝土単懸臂梁橋上部構造 スパン
25m,35m,45m」 (1996, 交通部公路規劃設計院)
- ⑦「公路橋涵標準図 整体式鋼筋混凝土連続板橋下部構造 スパン 8m,10m,13m,16m」
(1989, 交通部公路規劃設計院)
- ⑧「公路橋涵標準図 装配式后張法部分預応力混凝土単懸臂梁橋下部構造 スパン
25m,35m,45m」 (1984, 交通部第一公路規劃設計院)

本設計では、本標準図集を準用し、できるだけ橋梁形式の標準化を図ることとする。

14.4.2 橋梁のスパンおよび形式の標準化

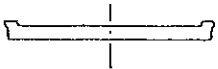
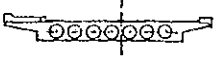
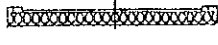
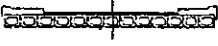
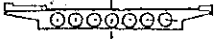


橋梁延長および単径間橋梁における橋梁分類は、13.2によれば表14.4.1に示される。本設計では、橋梁スパンおよび形式を標準化して、計画路線内の道路、河川、水路及びその他交差物件の条件が満足される場合に、本標準設計を準用し、表14.4.1により分類する。

表14.4.1 橋梁，函渠のスパン別分類

橋梁，函渠の分類	多径間延長 L(m)	単径間 Lo(m)
特大橋	$L > 500m$	$Lo \geq 100m$
大橋	$100m \leq L < 500m$	$40m \leq Lo < 100m$
中橋	$30m \leq L < 100m$	$20m \leq Lo < 40m$
小橋	$8m \leq L < 30m$	$5m \leq Lo < 20m$
涵洞	$L < 8m$	$Lo < 5m$

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。

表14.4.2 上部工構造形式と標準適用支間長

区分	型式	支間長 (m)						略 図	特 徴
		10	20	30	40	50	60		
R C 系	連続床版橋	←→							材料費が安く、経済性に優れる。
	連続中空床版橋		←→						経済性に優れ、かつ軽量なため、支間長がより長くできる。
P C 系	ブレン床版橋	←→							支保工が必要なく、地理的条件に左右されにくい。
	ブレン中空床版橋		←→						上記の特徴をもち、また軽量なため、支間長がより長い。
系	ポステン中空床版橋			←→					主桁形状が自由に選択できるため景観性を考慮できる。
	ポステンT桁橋			←→					多様な施工方法が可能であり、かつ支間長を長く保てる。
	ポステン箱桁橋				←→				箱型のため支間長が長く、主桁形状が自由に設定でき、景観性に優れる。

(1) 上部工の標準スパンと形式の設定

1) 標準スパン16mまでの上部工構造形式の設定 (上部工番号S-1, 2)

表14.4.2に示す上部工構造形式と標準適用支間長より、標準スパン16mまでは、RC連続床版橋(現場打ち、プレキャスト)とプレテンション(以下「プレテン」と略す)床版橋(プレキャスト)の2つの橋種がある。

本概略設計では、経済性を優先し、RC連続床版橋(現場打ち)を一般部に採用することとする。

架設条件等により、橋梁下に支保工等が設置できない場合には、スパンに応じてRC連続床版橋(プレキャスト)または、PCプレテン床版橋(プレキャスト)を採用する。中国での標準設計①「公路橋涵標準図 整体式鋼筋混凝土連続板橋上部構造 スパン8m,10m,13m,16m」(1996,交通部公路規劃設計院)では、PC橋であるプレテン床版橋と同程度の桁高(1/20~1/22)を採用しており、桁高の差にRC橋とPC橋に優劣はみられない。

以下準用する構造形式と中国での標準設計の対応を示す。

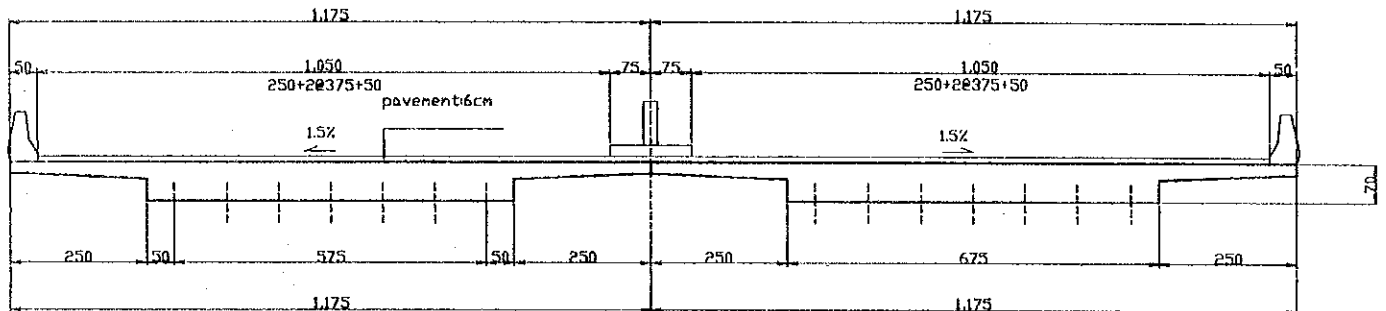
RC桁とPC桁のプレキャストの標準設計は、構造断面の統一を図ることを考慮して、②「公路橋涵設計図 装配式鋼筋、預応力混凝土板 スパン5m,6m,8m,10m,13m,16m」(1993,交通部公路規劃設計院)を採用する。

1: RC連続床版橋 (現場打ち)	①「公路橋涵標準図 整体式鋼筋混凝土連続板橋上部構造 スパン8m,10m,13m,16m」(1996,交通部公路規劃設計院)
2: RC連続床版橋 (プレキャスト)	②「公路橋涵設計図 装配式鋼筋、預応力混凝土板 スパン5m,6m,8m」(1993,交通部公路規劃設計院) ③「公路橋涵標準図 装配式鋼筋混凝土斜空心板橋上部構造 スパン6m,8m,10m,13m」(1998,交通部公路規劃設計院)
3: PCプレテン床版橋 (プレキャスト)	②「公路橋涵設計図 装配式鋼筋、預応力混凝土板 スパン10m,13m,16m」(1993,交通部公路規劃設計院)

採用標準設計図

本標準スパンの標準断面図を図14.4.1と図14.4.2に示す。

橋種	RC	RC	RC	RC
工法	現場打ち	現場打ち	現場打ち	現場打ち
スパン	16m	13m	10m	8m
桁高	0.7m	0.6m	0.5m	0.4m



(単位は、センチメートル表示)

図14.4.1 スパン $L_0=16m$: RC連続床版橋の標準断面図
(上部工番号S-1)

橋種	RC	RC	RC	PC	PC	PC
工法	プレキャスト	プレキャスト	プレキャスト	プレキャスト	プレキャスト	プレキャスト
スパン	5m	6m	8m	10m	13m	16m
桁高	0.3m	0.3m	0.4m	0.4m	0.55m	0.7m

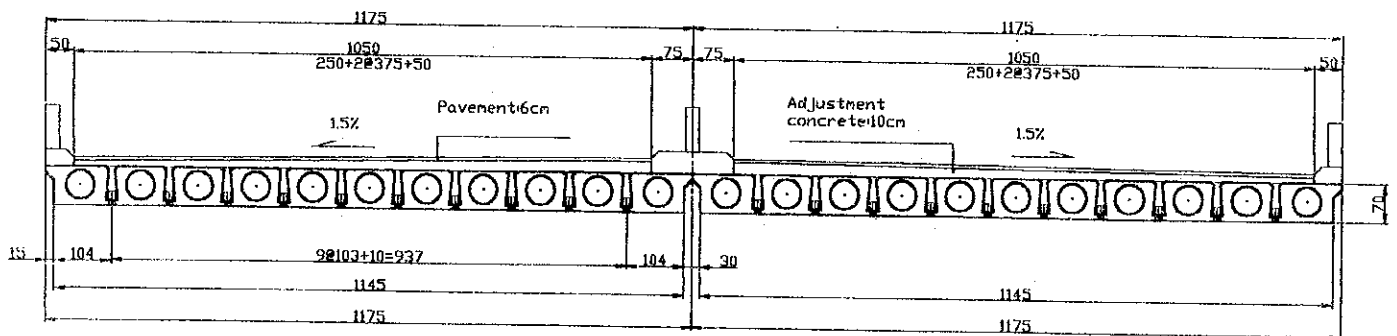


図14.4.2 スパン $L_0=15m$: PCプレテン床版橋の標準断面図
(上部工番号S-2)

1) 標準スパン16m～25mまでの上部工構造形式の設定（上部工番号S-3, 4）

表14.4.2に示す上部工構造形式と標準適用支間長より、標準スパン16m～25mまでの上部工構造形式は、RC連続中空床版橋とPCプレテン中空床版橋の2つの橋種がある。

本概略設計では、経済性を優先し、RC連続中空床版橋を一般部に採用することとする。

架設条件等により、橋梁下に支保工等が設置できない場合または、桁高等に制限があり桁高の低い構造を採用する場合には、PCプレテン中空床版橋(プレキャスト)を採用する。以下準用する構造形式と中国での標準設計の対応を示す。

1：RC連続中空床版橋	日本の標準設計を準用
2：プレテン中空床版橋	④「公路橋涵標準図 装配式預応力混凝土斜空心板橋上部構造 スパン10m,13m,16m,20m」(1997,交通部公路規劃設計院)

本形式の標準断面図を図14.4.3と図14.4.4に示す。

スパン桁高比（ 1/18 ）：現場打ち

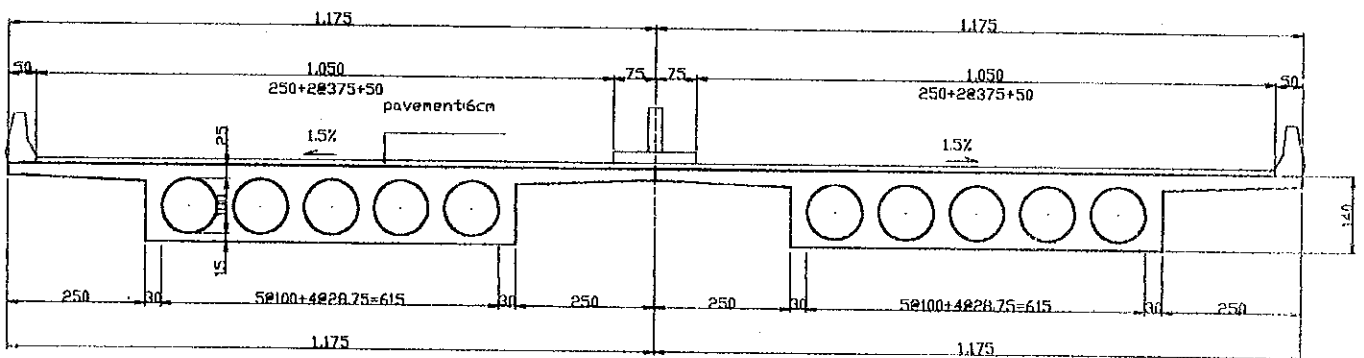


図14.4.3 スパン $L_0=25m$ ：RC連続中空床版橋の標準断面図
(上部工番号 S-3)

橋種	PC	PC
工法	プレキャスト	プレキャスト
スパン	16m	20m
桁高	0.75m	0.9m

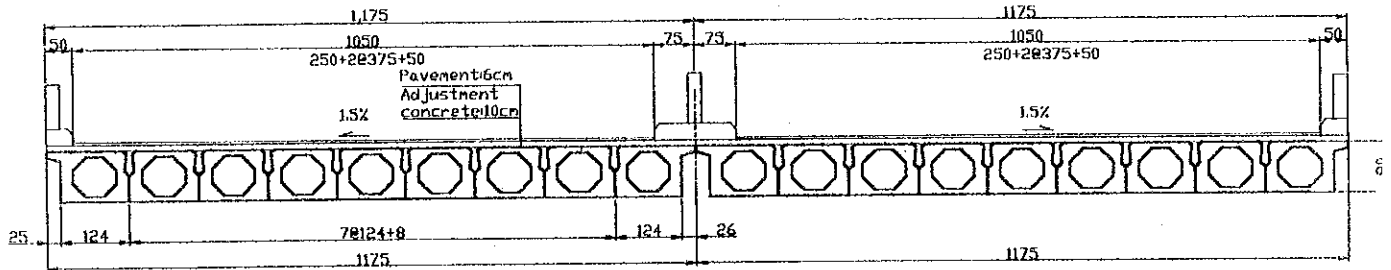


図14.4.4 スパン $L_0=20\text{m}$ ：PCプレテン中空床版橋の標準断面図
(上部工番号S-4)

3) 標準スパン25m～40mまでの上部工構造形式の設定 (上部工番号S-5,6,7)

表14.4.2に示す上部工構造形式と標準適用支間長より、標準スパン25m～40mまでの上部工構造形式は、PCポストテンション (以下、「ポステン」と略す) 中空床版橋、PCポステンT桁橋およびPCポステン箱桁橋の3つの橋種がある。

本概略設計では、経済性を優先し、PCポステンT桁橋を一般部に採用することとする。なお、景観等を重視する、桁高等に制限があり桁高の低い構造を採用する場合には、スパン25mまではPCポステン中空床版橋を採用し、それ以上のスパンではPCポステン箱桁橋を採用する。

また、架設条件等により、橋梁下に支保工等が設置できない場合は、PCプレテン中空床版橋(プレキャスト)を採用する。以下準用する構造形式と中国での標準設計の対応を示す。

1：PCポステン中空床版橋	日本の標準設計を準用
2：PCポステンT桁橋	⑤「公路橋涵設計図 装配式預応力混凝土簡支梁 スパン25m,30m,35m,40m」(1983, 交通部公路規劃設計院) ⑥「公路橋涵標準図 装配式后張法部分預応力混凝土单懸臂梁橋上部構造 スパン25m,35m,45m」(1996, 交通部公路規劃設計院)
3：PCポステン箱桁橋	日本の標準設計を準用

本形式の標準断面図を図14.4.5～図14.4.7に示す。

スパン桁高比 (1/25) : 現場打ち

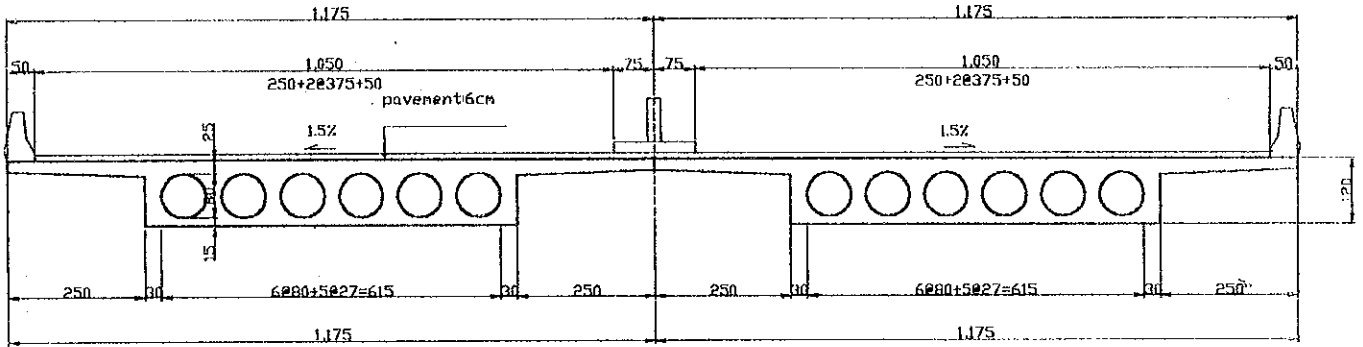


図14.4.5 スパン $L_0=30\text{m}$: PCポステン中空床版橋の標準断面図
(上部工番号S-5)

橋種	RC	RC	RC	RC
工法	プレキャスト	プレキャスト	プレキャスト	プレキャスト
スパン	25m	30m	35m	40m
桁高	1.75m	2m	2.25m	2.5m

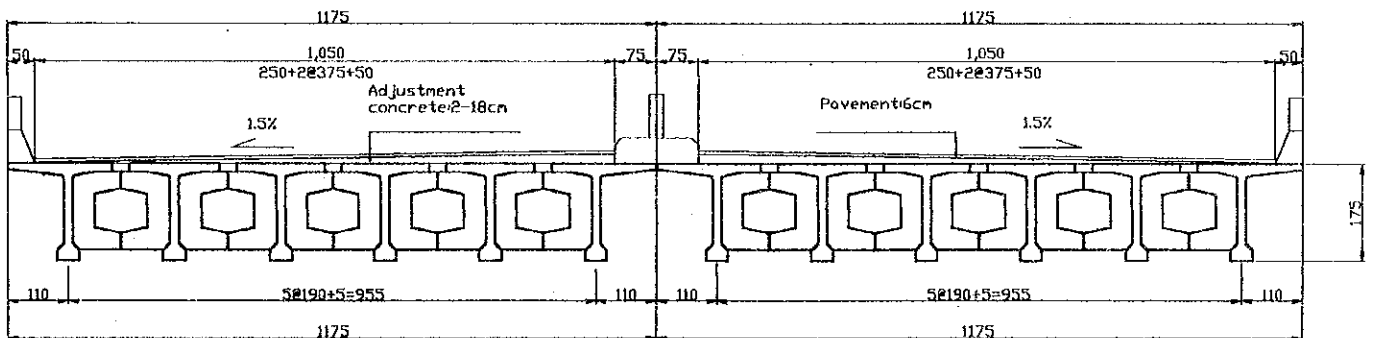


図14.4.6 スパン $L_0=40\text{m}$: PCポステンT桁橋の標準断面図
(上部工番号S-6)

スパン桁高比 (1/22) : 現場打ち

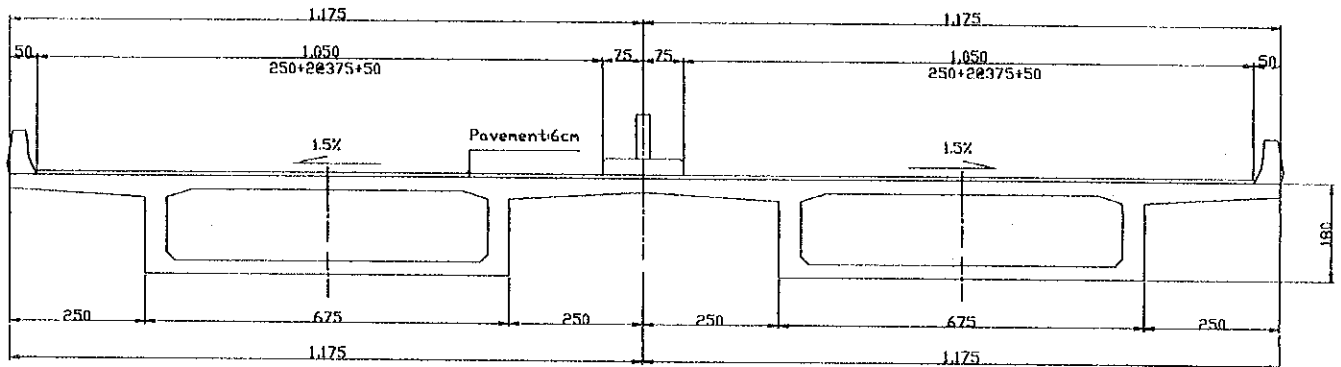


図14.4.7 スパン $L_0=40\text{m}$: PCポステン箱桁橋の標準断面図
(上部工番号S-7)

4) 標準スパン40m以上の上部工構造形式の設定 (上部工番号S-8)

表14.4.2に示す上部工構造形式と標準適用支間長より、標準スパン40m以上の上部工構造形式は、PCポステン箱桁橋の橋種がある。

また、架設条件等により、橋梁下に支保工等が設置できない場合は、送り出し工法等を採用する。以下準用する構造形式と中国での標準設計の対応を示す。

1 : PCポステン箱桁橋	日本の標準設計を準用
---------------	------------

本形式の標準断面図を図14.4.8に示す。

スパン桁高比 (1/22) : 現場打ち

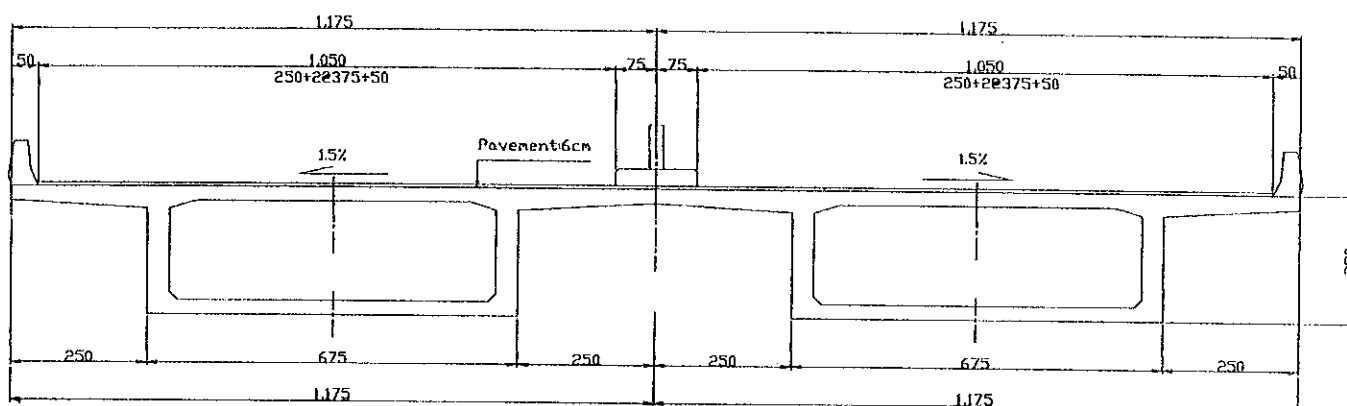


図14.4.8 スパン $L_0=50\text{m}$: PCポステン箱桁橋の標準断面図
(上部工番号S-8)

(2) 下部工の高さと形式の設定

- ⑦「公路橋涵標準図 整体式钢筋混凝土連続板橋下部構造 スパン 8m,10m,13m,16m」
(1989, 交通部公路規劃設計院)
- ⑧「公路橋涵標準図 装配式后張法部分預応力混凝土單懸臂梁橋下部構造 スパン
25m,35m,45m」 (1984, 交通部第一公路規劃設計院)

1) スパン16mまでの橋台および橋脚

標準設計図集⑦では、上部工スパン16mまでの橋台、橋脚の標準設計が示されている。
本設計では、標準設計図集⑦を準用して設計を進めることとする。

2) スパン20m～45mまでの橋台および橋脚

標準設計図集⑧では、上部工スパン16mまでの橋台、橋脚の標準設計が示されている。
本設計では、標準設計図集⑧を準用して設計を進めることとする。

次ページに、スパンおよび橋台、橋脚高さにおける標準設計図集⑧の一覧を示す。

(3) 労働大橋

労働大橋は、湘江（河川）に架かる橋長 1,300m規模の長大橋である。
湘江に架かる既存の橋梁の一覧を以下に示す。

橋梁名	湘江3環橋	湘江二橋	湘江一橋	湘江三橋
標準スパン	50m ~ 80m	50m	50m ~ 80m	50m ~ 80m
斜張橋スパン		107m + 210m + 107m		
橋梁形式	ポステン T桁	PC斜張橋 + PC連続箱桁	RC 上路アーチ	PC 連続箱桁

以上より、本労働大橋においても上記3タイプにシンボル性のあるエクストラードーズド橋とPC自定式吊橋を加えた5つの橋梁について、概略な経済性の比較を行う。尚、湘江3環橋は、桁橋でポステンT桁であるが、本労働大橋は景観を考慮して、同じ桁タイプの湘江3橋で採用されているPC連続変断面箱桁を採用する。

表14.4.3 (1)(2)に本橋の比較一覧表を示す。以下に経済性のみ抜粋した表を示す。

橋梁形式	PC連続 変断面箱桁	PC斜張橋 + PC連続 変断面箱桁	RC 上路アーチ	PCエクスト ラードーズド橋 + PC連続 変断面箱桁	PC自定式 吊橋 + PC連続 変断面箱桁
経済性 (比率)	1.00	1.13	1.22	1.08	1.13

以上より本労働大橋は、経済的で長沙市のシンボルである周辺の環境（岳麓山、桔子公園等）にも、橋自体が自己主張しないで調和（とけこめる）が図れるPC連続変断面箱桁を採用する。

1) 河積阻害率

なお、標準スパン80mは河積阻害率（3%）程度を満足する。

$$(14基 \times 2.5m) / 1190m = 3\%$$

2) 基準径間長

日本では流量から基準径間長が決定される以下の式がある。

$$Lm = 30 + 0.005Q$$

本湘江の200年確率の計画流量は、 $22,400m^3/sec$ であり、これを上式に適応すると $L = 142m$ となり、150m規模の橋梁となる。（この基準径間長は、橋梁の経済性を重視する場合、70mまで緩和できる）

本設計では、現在建設されている橋梁である、湘江3橋の標準スパンが 50m~80m であること、他の既設橋梁も平均スパン（橋長を径間数で割る）が同程度であることから、これらのなかで最大のスパン80mを採用した。尚、スパン80mは上記式で計画流量

$$Q=10,000\text{m}^3/\text{secに相当する。}$$

3) 余裕高

日本の基準を準用し、計画HWLから、最小で2mを余裕高さとする。また、船舶の通行を保証するためには、少なくとも1箇所については余裕高を10mとする。

4) 河床からの最低土被り

日本の基準を準用し2mとする。

(4) 一般高架橋

本架橋地点は地質調査の結果、地表から10m程度に岩が存在しており、かなり良い地盤であることがいえる。この地盤状況と、地震係数がここ長沙では $K_h=0.1$ であることを考慮すると、鋼橋よりコンクリート橋が経済的に有利であることがいえる。

さらに、本橋の経済スパンは、検討の結果20mであることがいえる。よって、本設計範囲における、一般高架橋はコンクリート橋とし、標準スパンは、経済性と都市内景観の柱の連立による圧迫感を低減させることを考慮し、20mを採用する。

(5) 河川内高架橋

一般的に、河川内高架橋は、河積阻害率（3%~5%）と流量から決定される基準径間長を考慮してスパン等が決定される。

本設計では、上記河積阻害率と基準径間長等を考慮し、小河川では上記一般高架橋の標準スパン（25m）を準用し、湘江以外の大河川においては、従来の実績より標準スパン50mを採用する。

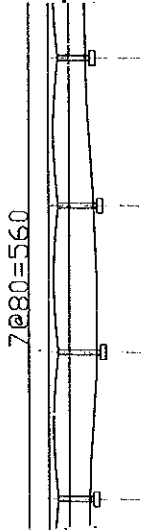
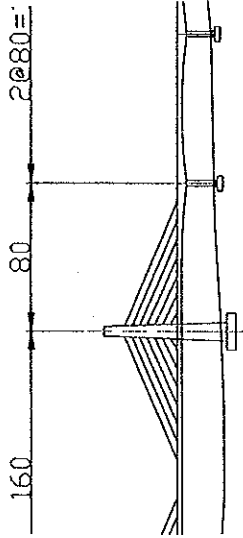
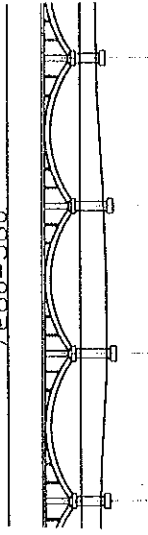
1) 河床からの最低土被り

日本の基準を準用し、2mとする。

2) 計画高水位からの余裕高さは、日本の基準を準用し以下とする。


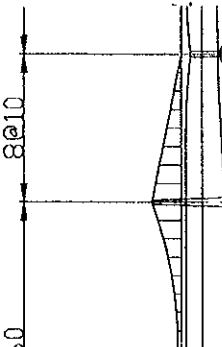
計 画 高 水 流 量 (単位1秒につき立方メートル)	計画高水位に加える値 (単位 メートル)
200未満	0.6
200以上 500未満	0.8
500以上 2,000未満	1.0
2,000以上 5,000未満	1.2
5,000以上 10,000未満	1.5
10,000以上	2.0

表14.4.3(1) 労働大橋橋梁比較表 (橋長=1,330m) (No. 1)

橋種	1案 PC 連続変断面箱桁 PC箱桁:スパン 80m	2案 PC斜張橋(1橋)+PC 連続変断面箱桁 PC斜張橋:80m+160m+80m PC箱桁:スパン 80m	3案 RCアーチ RCアーチ:スパン80m
側面図			
経済性 (比率)	1.00	1.13	1.22
コメント	<ul style="list-style-type: none"> ・河川部に、支保工を必要とする。支保工の設置が不可能の場合は、送り出し工法等の採用となる。 ・主桁を変断面とすることで、リズムミカルな連続性とやわらかさを演出できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・斜張橋部のコストが、他案より高くなる。 ・斜張橋部は、張り出し架設が可能のため、支保工を必要としない。 ・PC箱桁部は、支保工を必要とする。 ・PC斜張橋部の構造厚が、近景で、圧迫感を与える ・遠景では、構造的にダイナミックな景観をかもしだす。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アーチリブがHWLをおかすため、他案より、アーチライズ分(16m)橋梁の線形を高くしなければならぬ。 ・上記のため、取り付け部が他案より長くなり、構造的にも経済的にも他案より劣る。 ・河川部に、支保工を必要とする。 ・やわらかな景観が、河川部で調和する
評価	○	×	×

*経済性 = 日本の「橋梁年鑑98」を参考にして算出した。

表14.4.3(2) 労働大橋橋梁比較表 (橋長=1,330m) (No. 2)

橋種	4 案 PCエクストラードローズド橋(1橋) +PC連続変断面箱桁	5 案 PC自定式吊橋(1橋) +PC連続変断面箱桁	
	PCエクストラードローズド橋 : 80m+160m+80m PC箱桁: スパン 80m	PC自定式吊橋80m+160m+80m PC箱桁: スパン 80m	
側面図			
経済性 (比率)	1.08	1.13	
コメント	<ul style="list-style-type: none"> 本橋は、桁橋と斜張橋の長所を併用した、新形式の橋梁である。 エクストラードローズド橋部は、張り出し架設が可能のため、支保工を必要としない。 PC箱桁部は、支保工を必要とする。 エクストラードローズド橋部の構造厚が、近景で、圧迫感を与える 遠景では、構造的にダイナミックな景観をかもしだす。 	<ul style="list-style-type: none"> 本橋は、桁にメインケーブルを自定するため、側径間にアンカーを必要としない。 吊橋部のコストが、斜張橋同様他案より高くなる。 吊橋部は、桁を先行架設するため、支保工を必要とする。 PC箱桁部は、支保工を必要とする。 遠景では、構造的にダイナミックな景観をかもしだす。 	
評価	△	△	

*経済性 = 日本の「橋梁年鑑 98」を参考に算出した。

(6) 湘江第一橋についての問題点

湘江第一橋は、200年確率の設計洪水水位に対して、現在橋構造の大部分がこれを侵している（補剛桁の一部，柱，アーチリブ）。

これは本橋が、200年確率の洪水水位を計算した河積を侵している事を意味し、本橋上流部の洪水を誘発することばかりか、本橋自体の洪水時の安全性をも損なうものである。

また、本橋は、同様に30年確率、100年確率の洪水水位に対しても同様に、現在橋構造の一部がこれを侵しており、洪水時の本橋、および上流部の洪水の誘発に対する危険性は規模さえ違おうが同様である。

よって、湘江第一橋は、長沙市の湘江河川計画ならびの護岸計画さらに防災計画とともに、位置付けを照査し、早急に、対処（架け替え等）を考慮する必要がある。