

パキスタン国  
全国総合交通網計画調査(フェーズ2)  
最終報告書(和文要約)

平成19年1月  
(2007年)

独立行政法人 国際協力機構  
(社会開発部)

## 序文

日本国政府は、パキスタン国政府の要請に基づき、同国の「パキスタン国全国総合交通網計画調査」を行うことを決定し、独立行政法人 国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

本調査は、2つのフェーズに別れており、フェーズ1は平成18年3月に完了いたしました。本報告書は、フェーズ2の調査結果を取り纏めたものです。

当機構は、平成18年4月から平成18年9月までの間、日本工営株式会社の澁谷實氏を総括とし、同社および株式会社アルメックから構成された調査団を現地に派遣いたしました。調査団は、対象地域における現地調査を実施し、パキスタン国政府関係者と協議を行い、技術移転の一環として数回に渡りプレゼンテーションを開催いたしました。

本調査が、パキスタン国の社会経済発展の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成19年1月

独立行政法人 国際協力機構  
理事 松岡 和久

独立行政法人 国際協力機構  
理事 松岡 和久 殿

## 伝達状

さて、ここにパキスタン国全国総合交通網計画調査（フェーズ2）の最終報告書を提出致します。本報告書は、貴機構の契約に基づいて、2006年4月から2007年1月までの間、日本工営株式会社と株式会社アルメックが共同で実施した調査結果をとりまとめたものです。

今回の調査に際しましては、貴機構及び日本側関係者からの御意見、御助言、またパキスタン国関係者からの御意見を賜って報告書の完成の運びとなりました。

本報告書の提出にあたり、諸般の御協力および御助言を賜った貴機構、外務省に心から感謝を申し上げますとともに、パキスタン国政府のカウンターパート、貴機構パキスタン事務所、在パキスタン日本大使館の方々の御厚意、御協力に深く感謝いたします。

この報告書が、パキスタン国全体の社会経済発展に寄与することを願うものです。

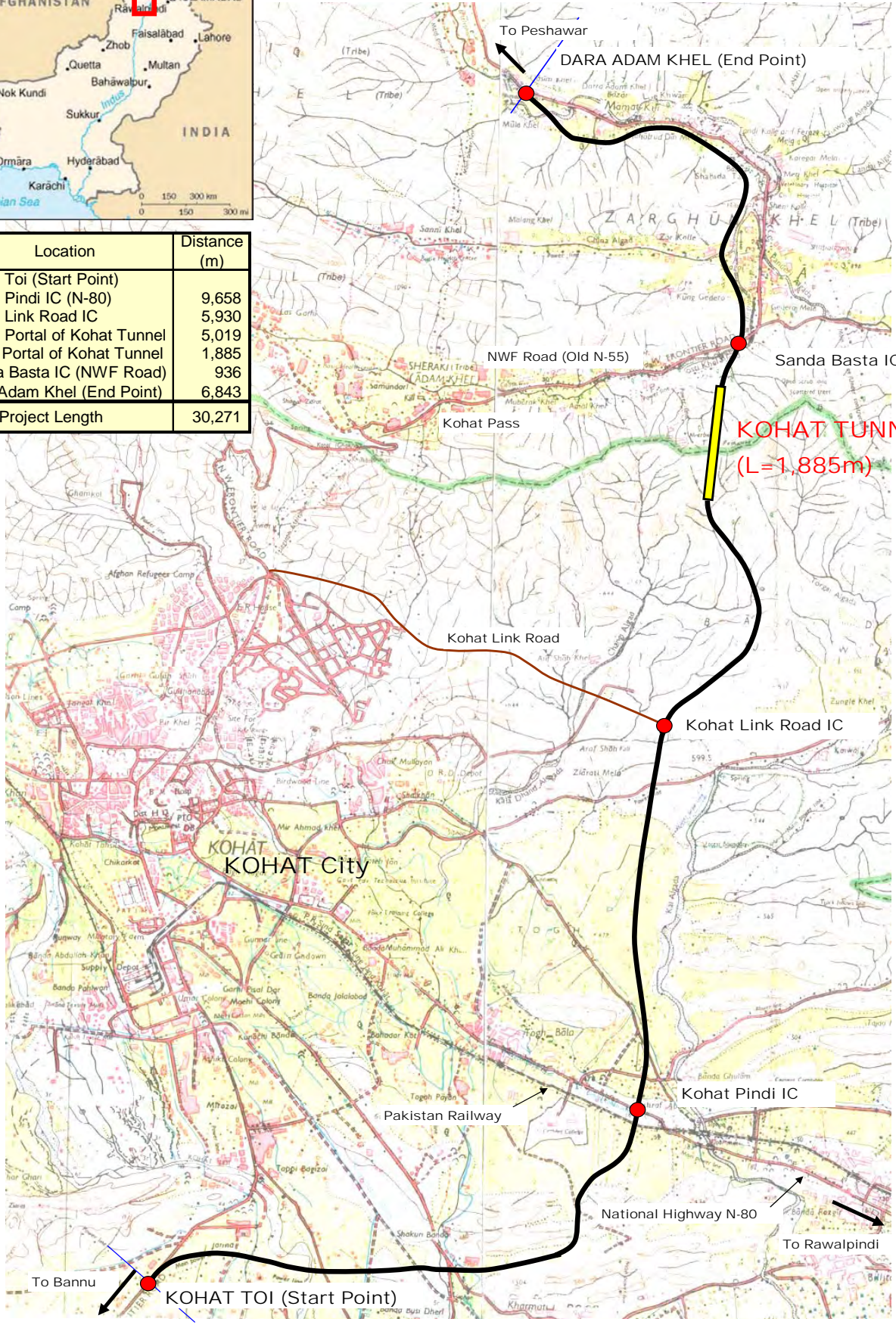
平成19年1月

パキスタン国全国総合交通網計画調査団

総括 澁谷 實



Location	Distance (m)
Kohat Toi (Start Point)	
Kohat Pindi IC (N-80)	9,658
Kohat Link Road IC	5,930
South Portal of Kohat Tunnel	5,019
North Portal of Kohat Tunnel	1,885
Sanda Basta IC (NWF Road)	936
Dara Adam Khel (End Point)	6,843
<b>Total Project Length</b>	<b>30,271</b>



パキスタン全国総合交通網計画調査 (フェーズ 2)

ファイナル・レポート

目次

プロジェクト位置図

1	調査の背景.....	1
2	運輸概況 .....	1
3	道路整備計画 .....	5
4	計画地域の概要.....	8
5	第1コハットトンネルの概要 .....	10
6	自然条件調査および解析 .....	12
7	交通解析 .....	13
8	設計基準 .....	19
9	路線代替案の検討 (Sta.19+500-Sta.20+182) .....	23
10	トンネル坑口位置 .....	24
11	概略設計 .....	26
12	維持管理計画.....	38
13	環境社会配慮.....	39
14	施工計画.....	41
15	概略事業費の算定 .....	46
16	プロジェクト評価 .....	49
17	実施計画.....	56
18	結論と勧告 .....	57

実施体制

関係者リスト

代表図面

1. 標準横断面図 (南区間)
  2. 標準横断面図 (北区間)
  3. 橋梁一般図 (No. 1 R 橋)
  4. トンネル標準横断面図 (CI タイプ)
-

## 1 調査の背景

パキスタン国はアラビア海からヒマラヤ山脈へ延びる約 796,000km<sup>2</sup> の国土を有し、首都イスラマバードと2つの国際港が位置するカラチとの間は約 1,200km ある。その国土の中で交通システムは各地域の政治、経済を統一する重要な役割を果たしている。

パキスタン国政府は日本国政府に包括的な交通計画調査の実施を要請し、日本国政府は要請に応じて、国際協力機構 (JICA) を通じて「パキスタン全国総合交通網計画」調査を実施することを決定し、2005年6月に調査団を派遣した。

「パキスタン全国総合交通網計画」調査は、2段階から構成され、第1段階 (フェーズ 1) での主な業務は、パキスタン国の全国交通網整備の短期計画 (2005/06~2009/10) とマスタープラン (2005/06~2024/25) の作成であり、2005年6月から2006年3月に実施された。第2段階 (フェーズ 2) は、フェーズ 1 のマスタープランで優先案件として挙げられたプロジェクトの中の1プロジェクトにおいて技術移転を含むフィージビリティ調査を実施するものである。

上記マスタープラン調査の結果、第2コハットトンネル建設計画が、フェーズ 2 におけるフィージビリティ調査の技術移転の対象として選定された。第2コハットトンネル建設計画は、2003年に開通したコハットトンネル (以下、既存トンネルとする) に平行して2車線の道路トンネルを建設し、トンネル前後に延びる約 30 キロの2車線道路区間を4車線に拡幅する事業である。

本調査は、パキスタン全国総合交通網計画調査フェーズ 2 として、2006年4月に開始され、同年9月までパキスタンにて実施された。フィージビリティ調査結果の概要と提言の概要を要約として本報告書に取り纏める。

## 2 運輸概況

### 2.1 全般

パキスタンの交通網は、道路、鉄道、港湾、空港から構成されている。

道路は主要な陸上交通であり、旅客輸送の 91%、貨物輸送の 96% を占める。1990年代道路交通量は、年間旅客輸送で年率 5%、貨物輸送で年率 12% の伸びを見せている。

パキスタン鉄道は、633 の駅を持ち、路線延長は 7,791km である。このうち複線区間は 1,043km で、285km が電化されている。

輸出入の約 95% が、カラチ港とカシム港で取り扱われている、もう一つの港湾が、グワダールで現在建設中である。カラチ港で 3,000 万トン、カシム港で 1,100 万トンの貨物が一年間に取扱われており、約 60% の輸入貨物が道路あるいは鉄道によってこれら2つの港湾から内陸に輸送されている。パキスタンには、インダス川、チェナブ川、ジール



ム川、ラビ川、ストレジ川が存在するが、国内における水上交通は非常に限られている。

空港は、5 つの国際空港 (イスラマバード、カラチ、ラホール、ペシャワール、グワダール) を含む 44 の空港が存在する。航空会社は、国営の PIA (Pakistan International Airlines)、民間では、Aero Asia、Shaheen Air、International、Royal Airlines、Airbule がある。航空輸送は、鉄道輸送の 10 分の 1、道路輸送の 100 分の 1 である。

## 2.2 既存道路網

パキスタンの道路網の総延長は 258,000 km で、このうち 8,900km が国道 (高速道路と戦略道路を含む)、92,600km が州道、156,500km が郡政府の管轄する郡道と市政府の管轄する市道である。近年、道路網整備の重点が道路網の拡張より既存の道路網の容量増加に置かれている。

下表に示すように、14 の国道 (8,600km)、5 つの高速道路 (767km)、2 つの戦略道路 (767km) がある。N-5 は最も長く重要な国道であることから、4 車線化が進められ、カラチ～ハイデラバッド間、ペシャワール～トルハム間と他のわずかな区間を残し、ほぼ完了している。そのほかの国道は、N-55 のバダバール～ペシャワール間を除きすべて 2 車線道路である。

表 2-1 国道、高速道路、戦略道路

No.	Route	Length (km)
<b>National Highways (8,113 km)</b>		
N-5	Karachi - Hyderabad - Multan - Lahore - RWP - Peshawar - Torkham	1,819
N-10	(Makran Coastal Highway) Liari - Ormara - Pasni - Gwadar - Gabd	653
N-15	Mansehra - Naran - Jalkhad - Chilas Road	240
N-25	Karachi - Nela - Khuzdar - Kalat - Quetta - Chaman	813
N-35 <sup>*1</sup>	(KKH) Hassanabdal - Abbottabad - Thakot - Gilgit - Khunjrab	806
N-40	Lakpss (near Quetta) - Dalbandin - Taftan	610
N-45 <sup>*2</sup>	Nowshera - Dir - Chitral	309
N-50	D.I. Khan - Zhob - Kuchlad (near Quetta)	531
<b>N-55</b>	<b>(Indus Highway) Kotri - D.G. Khan - D.I. Khan - Kohat - Peshawar</b>	<b>1,264</b>
N-65	Sukkur - Sibi - Saryab (Quetta)	385
N-70	Multan - D.G. Khan - Loralai - Qila Saifullah	447
N-75	Islamabad - Satra Mile - Lower Topa - Kohala	90
N-80 <sup>*3</sup>	Turnol - Fatehjang - Kohat	146
N-85	Hoshab - Panjgur - Nag - Basima - Surab	487
<b>Motorways (711 km)</b>		
M-1	Islamabad - Peshawar Motorway	155(58)
M-2	Lahore - Islamabad including 32 km links & Lahore Bypass	367
M-3	Pindi Bhattian - Faisalabad Motorway	53
M-9	Karachi - Hyderabad Motorway	136
<b>Strategic Roads (207 km)</b>		
S-1	Gilgit - Skardu Road	167
S-2	Kohala - Muzafarabad Road	40
<b>Total</b>		<b>9,518</b>

Source : JICA 調査団

フィージビリティ調査の対象であるコハットトンネルは、インダスハイウェイと呼ばれ

る N-55 上のペシャワールの約 55km 南に位置する。



図 2-1 国道および高速道路

N-5 の日交通量は、7,000 台から 20,000 台で、1,000 台から 4,000 台レベルの他の国道に比べて多い。N-55 の交通量は、ジャコババッド～ハイデラバッド間で 1,300 台、ペシャワール近辺で 7,450 台ある。

### 2.3 国道網における交通需要予測

#### (1) 車両

車両の登録台数は、年間 4.3% ほどの割合で徐々に増加しており、2004/2005 年度には 540 万台に達した。登録車両のうちの半分がオートバイと rickshaw で、その割合はゆっくりと増加している。乗用車の割合は、1995/1996 年度の 21% から 37% に増加したが、トラックの割合は 48% から 37% に減少している。トラックは、スピードが遅いため、2 方向 2 車線の国道区間で未だに乗用車の流れを乱している。



(2) 交通需要予測

下図には、「パキスタン全国総合交通網計画」で予測した 2025 年の交通需要を現在の道路網に配分した 2 つのケースを示す。一つは、交通容量を制限したケース、もうひとつは、交通容量を制限しないケースである。容量を制限したケースでは、かなりの交通量が主要な国道から他へ流れている。もし道路の交通容量が限られていなければ、利用者は一番近いルートを選ぶ。従って、容量が制限されない場合、カラチ～ペシャワール間を通るかなりの交通車両が N-5 ではなく N-55 を選ぶ。

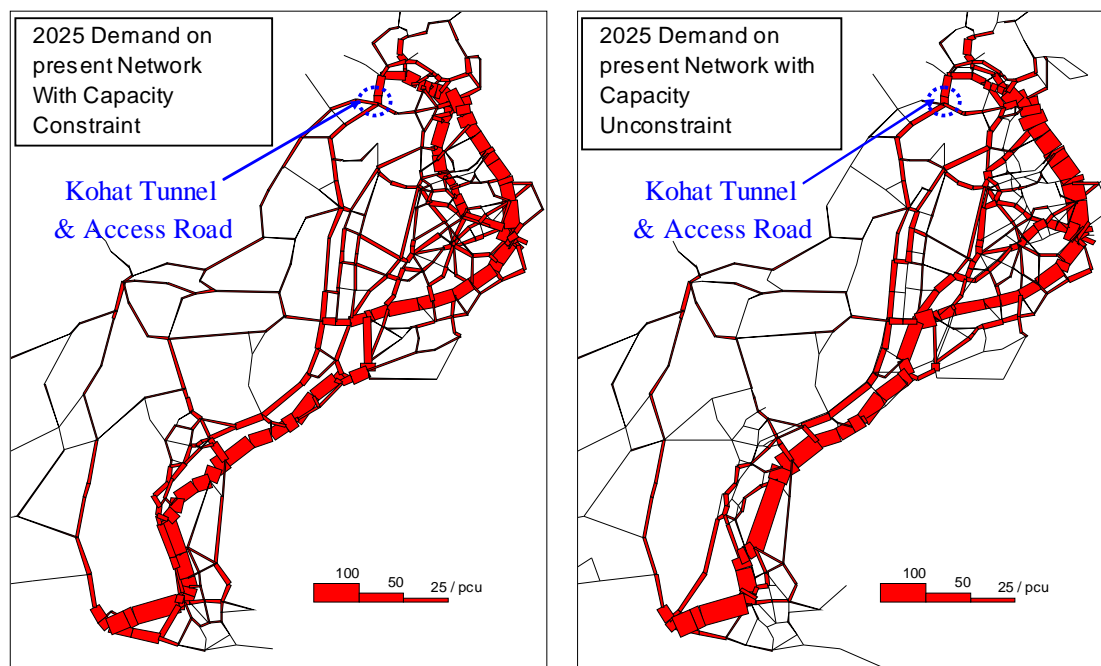


図 2-2 現在の道路網における 2025 年需要の交通量配分

道路網整備のマスタープランは、「パキスタン全国総合交通網計画」で需要供給分析の結果を基に提案された。地域計画や天然資源開発などの様々な要素が、計画作成にあたり考慮された。計画された交通網の形成に必要なプロジェクトが選定された。ほとんどの交通が集中することから N-5 が最も重要なルートである。一方、N-55 は、南北の代替幹線ルートとして N-5 の過剰な交通を緩和することが期待される。

2.4 道路行政と国道公団 (National Highway Authority: NHA)

それぞれの政府機関は、カテゴリー別に道路の建設および維持管理の責任を負っている。運輸省 (Ministry of Communication: MOC) は国道を管轄する。NHA は、国道の建設、維持管理を行う組織として 1991 年に設立された MOC 傘下の公団である。国道、高速道路、戦略道路の建設、整備、運営、維持管理プログラムにおいて、計画、促進、準備、実施を行う。本調査対象道路においても、NHA の管轄となる。

### 3 道路整備計画

#### 3.1 国道整備計画

##### (1) 中期開発計画 (MTDF) における新たな道路プロジェクト

建設中の事業とすでに実施が確実である新規プロジェクトに加え、54 の道路プロジェクトが中期開発計画 (MTDF) に挙げられている。そのうち、5 つは高速道路事業、4 つがバイパス事業、2 つがトンネル事業となっている。全プロジェクトの費用は約 3,300 億ルピアと算定されている。

国道 N-55 に関しては、ダドゥ～ラトデロ間 (150km) の改修事業とラトデロ～セワン間 (200km) の改修・拡幅事業が計画に含まれている。

##### (2) 「パキスタン全国総合交通網計画」で提案された計画

「パキスタン全国総合交通網計画」における需要供給分析は、もしパキスタンが目標とする経済成長を遂げたなら、現在の道路網では、たとえすべての建設中のプロジェクトとすでに実施が確実である新規プロジェクトが完了したとしても、将来の需要に追いつかないことを示している。

「パキスタン全国総合交通網計画」における道路計画の分析は以下の事柄を示している。

- ナラ運河沿いのハデラバッド～スクア間の M-7 と新しい道路は、N-5 の新たな近道として利用可能である。
- シンド州にある N-5 と N-55 の交通容量をできるだけ早く拡大する必要がある。新道の建設もしくは N-55 の 4 車線化が考えられる。
- ラワールピンディ～ラホール間の N-5 と N-55 の交通容量を増やすべきである。N-5 沿いの新たな道路建設が難しいため、アクセス制御と都市部の交通制御は重要である。
- インダス川、ジーラム川、チェナブ川、ラビ川、ストレジ川の架橋事業が必要である。特にパンジャブ州では、その需要が高い。
- M-4 は、ムルタン～ファイサラバード間の迂回率を大きく下げることにつながるため、高い優先順位が与えられるべきである。

選定されたプロジェクトは、まず経済内部収益率 (EIRR) をもとに評価され、優先順位が与えられた。そして次に、地域内での平均成長率、利益、道路網としての適正、国際関係、社会的平等、貧困、環境問題などの観点から評価され、最後に予算を含む包括的な評価結果を基に、短期、中期、長期計画に分類された。

第 2 コハットトンネル建設は「パキスタン全国総合交通網計画」で、優先プロジェクトにあげられている。優先プロジェクトは、国の経済、交通渋滞の緩和、安全性の向上などの観点から次の中期開発計画のプロジェクト (または、現行の中期開発計画と同時に実施するプロジェクトとして) として選定された。

現在、10 の高速道路 (M1~M10)、総延長にして 2,667km が建設中もしくは計画されている。これらに加え、「パキスタン全国総合交通網計画」ではの 3 つの高速道路 (総延長 2,140km) が提案された。国道網の輪郭形成はほぼ終わっているため、今後の道路投資は新たな道路の建設よりも拡幅と改修に重点が置かれるであろう。国道整備に伴い、インダス川とその支流に現存する 48 橋に加え、新たに 17 橋の建設が提案された。また、都市バイパスも同様に、現存する 65 バイパスに加え 37 の都市におけるバイパス建設が提案された。

(3) 「パキスタン全国総合交通網計画」で提案された建設投資を伴わない事業

「パキスタン全国総合交通網計画」では、道路セクターにおいて合理的な計画策定と、インフラの有効活用に必要な法律上、制度上の改善として、下記のもものが提案されている。

- 耐震設計基準の採用
- 道路研究研修センターの設立
- 交通安全対策の実施と徹底
- 過積載車両の取り締まり強化
- 交通事故に関するデータベースの構築
- 道路整備会社の導入と NHA 負債の資本化
- 道路税の導入

### 3.2 National Trade Corridor (NTC)計画

2005 年 8 月に世界銀行は、パキスタン国首相に南北に伸びる国家貿易回廊(National Trade Corridor: NTC)の構想を示した。この回廊は、アフガニスタン及び内陸中央アジアへの貿易ルートとして重要な役割を果たすもので、これを整備することにより、パキスタンの世界市場での競争力を高め、経済発展を促進することを目的としている。

パキスタンは、中央アジアの中で地理的に戦略的な場所に位置する。隣国とは道路でつながっており、内陸へのルートとしては理想的な場所にある。カラチにある 2 つの港は、N-25 を通じてチャーマンに、N-5 もしくは N-55 を通じてトルハムに繋がっている。グワダール港は、M-5、N-25、N-5 により中央アジア各国へと繋がっている。また、M-8 が N-25 と共にグワダール港に、N-35 は中国との国境にある N-5 と繋がっている。

国際基準のインフラの建設が、目的を達成するために不可欠である。NHA は、現在カラチからアフガニスタン国境にあるトルハムまでの NTC の路線計画を固めつつある。

### 3.3 インダスハイウェイ (N-55) 改善計画

1980 年代後半に始まったインダスハイウェイ事業は、総延長が 1,264km で、インダス川の西岸に沿って南北を繋ぎ、N-5 の代替ルートとなっている N-55 を整備するものである。この事業の最大の特徴は、カラチ~ペシャワール間の距離を N-5 より 500km 縮めたこと

である。

日本政府は、1989年から2003年までにインダスハイウェイの約60%、761kmの区間の改修・建設事業に対し、OECFやJBICを通して総額417億円の借款を供与した。(図3-1参照)

パキスタン政府は、インダスハイウェイ(コトリ~ペシャワールの全区間)の改修と4車線化に対して日本国に資金援助を要請している。改修及び4車線化計画の現状を、表3-1と図3-2に示す。

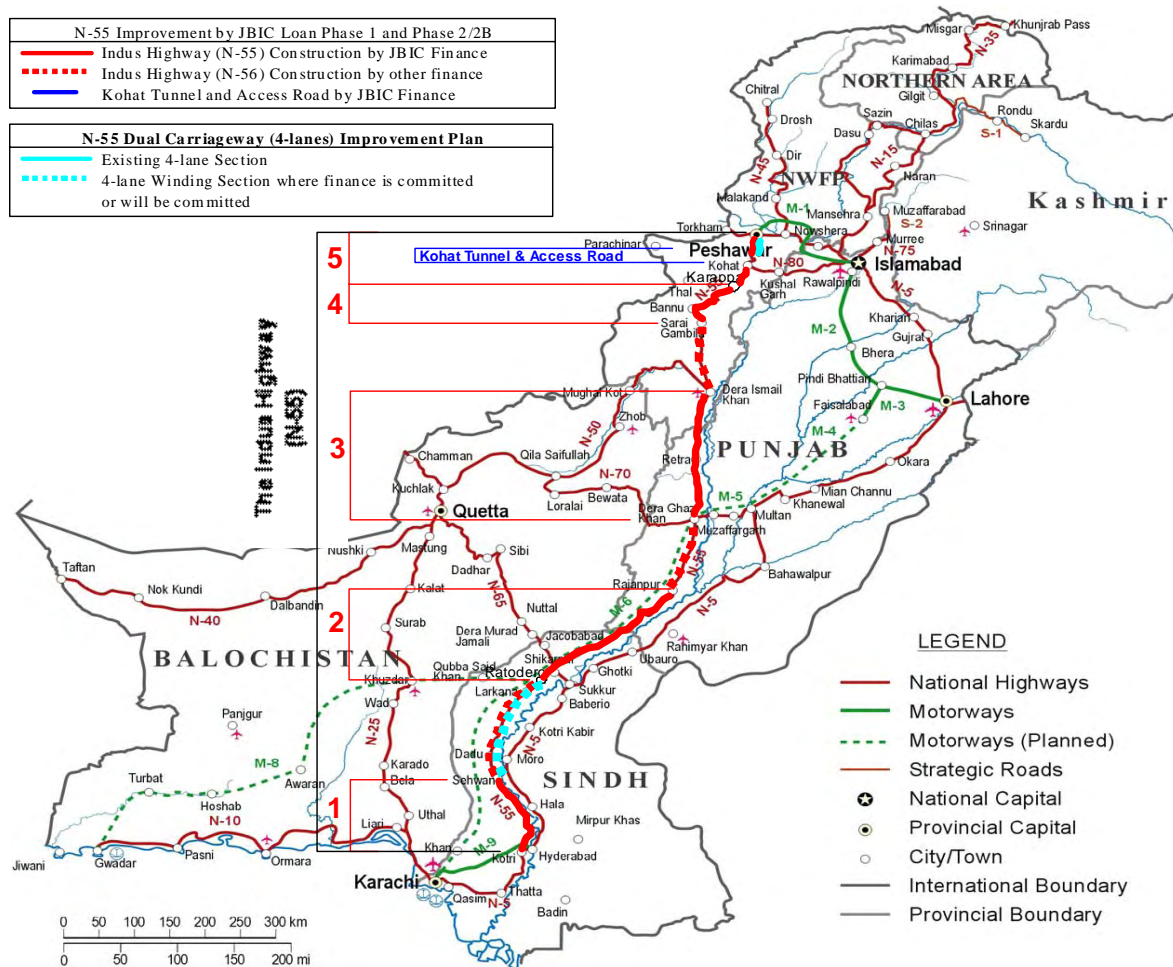


図 3-1 JBIC 援助により改修されたインダスハイウェイの道路区間

表 3-1 インダスハイウェイの状況 (N-55)

Section	Length (km)	Present Width	Finance	Completion	Proposed Upgrading	
					Scope	Expected Donor
Janshoro (Kotri) - Sehwan	134	2-lane	JBIC	1999		
Sehwan - Ratodero	199	2-lane			ACW	JBIC
Ratodero - Shikarpur	44	2-lane			ACW & ECW	ADB
Shikarpur - Rajanpur	226	2-lane	JBIC	1999	ACW	JBIC
Rajanpur - D.G. Khan	106	2-lane			ECW	GOP
D.G. Khan - Malana Junction	206	2-lane	JBIC	2001	ACW	JBIC
Malana Junction - Serai Gambila	117	2-lane			ACW	ADB
Serai Gambila - Karappa Chowk	93	2-lane	JBIC	1998	ACW	JBIC
Karappa Chowk - Kohat Toi	26	2-lane	JBIC	1996		
Kohat Toi - Dara Adam Khel	30	2-lane	JBIC	1996		
Dara Adam Khel - Peshawar (Bada Ber)	28	4-lane	JBIC	1996		
Total	1209					

Note: ACW: Additional Carriageway, ECW: Improvement of Existing Carriageway

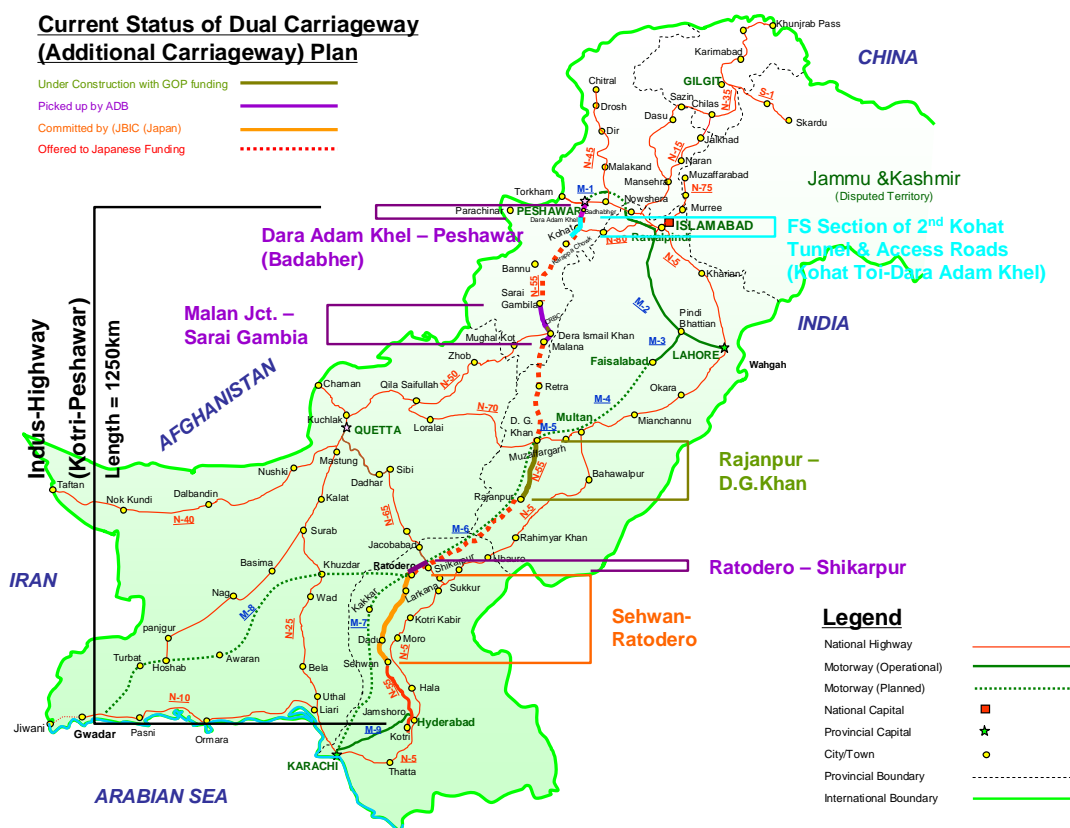


図 3-2 インダスハイウェイの4車線化計画

## 4 計画地域の概要

### 4.1 社会経済状況

プロジェクトの北部地域は、トライバルエリアとよばれる地域に属しており、パキスタン政府の管轄外地区であるため十分なデータがない。その他の地域は北西辺境州のコハット県に属している。北西辺境州及びコハット県の社会経済状況は表 4-1 のとおりである。

2002 年の統計書によれば、コハットの人口増加率は、3.3%であり、北西辺境州全体の2.8%と比較して高くなっている。また、電気、飲料水自家供給率、料理のための燃料供給率についてもコハット県の値が州全体を上回っている。文盲率は、州全体よりも低い状況である。これらの結果は、コハットが重要な軍事拠点として周囲の都市よりも比較的開発された地区であることを示している。

表 4-1 北西辺境州及びコハット県の主な社会経済データ

項目	北西辺境州	コハット県
人口(2002年)	17,744,000	563,000
年平均人口増加率	2.8%	3.3%
一戸あたり居住人数	8.0	7.4
失業率	26.8%	38.4%
各戸への飲料水供給率	35.3%	57.63%
電気普及率	72%	86%
料理のための薪使用率	83.7%	77%
料理のためのガス使用率	9.8%	11%
文盲率 (全体)	65%	56%
文盲率 (男性)	50%	35%
文盲率 (女性)	81%	76%
小学校進学生徒数 (男性)	10,692	503
小学校進学生徒数	6,188	286
病院数	123	7

出典：Source：“Socio-economic Indicators at District Level NWFP”, Federal Bureau of Statistics, GOP 2002

## 4.2 地形・地質概要

### (1) 地形概要

計画地域は、パキスタン北西部のインダス川西岸に位置する。インダス川西岸は、アフガニスタン国境に沿って、標高 2,000~3,000mのヒンズークシ山脈の支脈が南北に走る山岳地帯である。支脈の一つである標高 1,000~1,200mの東西に走るアダム・ケール (Adam Khel) 山脈には、北のペシャワール盆地 (標高 600m) と南のコハット盆地 (標高 500 m) を分ける分水嶺を形成している。計画路線は、この二つの盆地を結ぶ全長約 30km の国道で、コハットトンネルは、ルートのおぼ中間地点に位置している。

### (2) 地質概要

計画路線の通過するアダム・ケール山脈は、中生代ジュラ紀と白亜紀の海成層及び第三紀暁新世の海成層から構成される。海成層は、主として砂岩、頁岩、石灰岩から構成され、このうち主体をなすのは「コハット石灰岩」と呼ばれる石灰岩層である。地層は、第三紀のヒマラヤ造山運動により多数の衝上断層や褶曲により著しい変形を受けている。トンネルは、このような海成層を通過している。トンネル南部のアクセス道路は、コハット盆地



の丘陵部と氾濫原を幾つかの橋梁と盛土で通過する。またトンネル北部のアクセス道路は、アダム・ケール山脈の狭い谷底平野に位置しているため、主として、山腹斜面を切土で通過している。

## 5 第1コハットトンネルの概要

### 5.1 背景

パキスタン政府は、1980年代後半より第二の南北幹線道路であるインダスハイウェイ (N-55) の整備を進めた。日本政府は1989年から2003年にかけて OECF/JBIC を通じて円借款を供与し、総延長 1,264km の内、761km (60%) の建設を支援した。しかしながら、急峻な山岳地域に位置するコハットパス (コハット峠) 区間はインダスハイウェイのボトルネックとして残った。急勾配、急カーブ、幅員不足及び過積載車両も多いことから大型車は時速 10-30km での走行が限度であった。このボトルネックを解消し、N-55 の機能を充実化し、合わせて北西辺境州の社会的・経済的發展に資するために、日本政府はコハットトンネル建設事業に対して合計 126 億円の円借款を供与した。

### 5.2 第1コハットトンネルおよびアクセス道路の概要

第1コハットトンネルの建設工事は1999年8月に着工し2003年4月に完成し、同年6月からトンネルの供用を開始した。コハットトンネル建設事業は、初期投資を抑え経済的効果を高める段階施工を採用し、1期線の建設後、サービスレベルが下がった時期に2期線を建設する計画なされた。

表 5-1 に第1コハットトンネルおよびアクセス道路 (総延長 30.63km : トンネル区間 1,885m、アクセス道路区間 28.745km) の概要を示す。

表 5-1 第1コハットトンネルとアクセス道路建設計画の概要

項目	トンネル南区間	トンネル北区間
<ul style="list-style-type: none"> <li>● アクセス道路                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 延長 (28.745km)</li> <li>- 設計速度</li> <li>- 車道幅員</li> <li>- 路肩幅員</li> <li>- 舗装</li> <li>- 橋梁 (654m)</li> </ul> </li> <li>● 交差点</li> </ul>	20.985km 90km/h 7.30m (2車線) 3.00m (両側) アスファルト舗装 (23cm 厚) 7橋梁 (総延長364m)	7.760km 80km/h 7.30m (2車線) 3.00m (両側) アスファルト舗装 (26cm 厚) 4橋梁 (総延長290m)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● トンネル                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 延長</li> <li>- 設計速度</li> <li>- 合計幅員</li> <li>- 車道幅員</li> <li>- 路肩幅員</li> <li>- 勾配</li> <li>- 舗装</li> <li>- 非常駐車帯</li> <li>- 換気設備</li> <li>- その他施設</li> </ul> </li> </ul>	1,885m 60km/h 9.40m 7.30m (2車線) 0.30m (両側) 2.2% (北側に向けて上り勾配) コンクリート舗装 (30cm厚) 5箇所 ジェットファン (10基) 緊急電話、照明、CCTVカメラ、他	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 他の施設</li> </ul>	運営管理棟 トンネル管理室 主トールプラザ	緊急時対応基地

出展: Design Review Reportおよび竣工図面より抜粋

### 5.3 第1コハットトンネルおよびアクセス道路の問題点

#### (1) 車両走行速度およびサービスレベル

トンネル南区間の制限速度は 90km/h、北区間は 80km/h である。第1コハットトンネルは対面交通の2車線道路で建設された。縦断勾配は南から北に向けて 2.2%の上り勾配である。トンネル区間の設計速度は 60km/h、制限速度は 40km/h、トンネル内での追い越しは禁止されている。しかしながら、上り方向は大型車の走行速度に支配されるため平均走行速度は 17km/h で、トンネルの通過には 7-8 分を要する。下り方向においても、30km/h 程度に止まっている。

#### (2) 車両排気ガスに対する利用者からの苦情

トンネル内換気用に設置されているジェットファンの数 (10 基) および容量は十分である。ジェットファンの運転は一酸化炭素濃度と煤煙濃度 (100m 透過率) に基づきコンピューター制御で管理されている。両値とも大幅に基準値を下回っているが、トンネル内で強いられる低走行速度と重なり、排気ガスに対する利用者からの苦情が絶えない。過積載車両、車両の整備不良、低品質燃料の使用に起因する問題を解決すべく、NHA は努力を継続しているが、解決は容易ではない。

最も望ましい解決方法は、既存トンネル内での走行速度を上げ、通過時間を短縮することが可能になる第2コハットトンネルの建設である。

#### (3) 道路施設の損傷

路肩の多くの箇所で大型車の通過に起因する損傷が発生し、累積損傷は、西側路肩は 1,000m、東側路肩は 800m に達している。路肩の幅員は 3m で簡易舗装が施工されており、視覚的に車道部とほぼ同じであるために、車両の一部は、これを追越車線として利用している。NHA は本庁からの予算で損傷を受けた路肩をコンクリート舗装やアスファルト舗装で打ち換える修復工事を実施している。

橋台背面にアプローチスラブが建設されなかったことから、既存橋梁のアプローチ部に沈下が生じている。沈下量は 20-30cm とそれほど大きくないが、安全性の観点から日常点検と補修が不可欠となっている。

#### (4) 過積載

大型車の過積載はトンネル内での低速度走行の原因となっている。トンネル内で追い越しが禁止されていること、および大型車両の混入率が約 28.5%であることから、大型車の走行速度が他の一般車両の走行速度を支配している。また過積載は道路舗装の早期破壊の一因である。NHA のコハット維持管理事務所は国道安全規定 (2000) に従い、2006 年7月からメイントールゲートに設置されている車両重量計を使用し、コンピューターシステムを導入した過積載車両の取り締まりを開始した。

## 5.4 原計画における第2コハットトンネルとアクセス道路の問題点

第2コハットトンネルとアクセス道路の基本計画（原計画）は第1コハットトンネル建設事業の中で策定された。プロジェクトの起終点の交差点とトンネル南坑口の取り付け道路部に位置する橋梁 No.4（Sta.19+200）は4車線で建設済みである。また、将来の4車線拡幅に備えた用地が、第1コハットトンネル建設事業中に取得されている。

しかしながら、原計画には以下のような問題があり、これらを第2コハットトンネル建設の計画で検討する必要がある。

- 建設中に既存交通に影響を与える可能性がある高切土（高さ 20-30m）が約 10 箇所ある。
- 交通容量の不足する交差点が 3 箇所ある。
- 原計画におけるトンネル南坑口は、第1コハットトンネルの中心線から 70m 東側の位置に計画された。しかしながら、この位置の東側（右手）には急峻な沢があり、降雨時に土石流の発生が懸念される。既存トンネルから 30-40m 東の位置が望ましいと考えられるが、この場合既存トンネル制御室の移転が必要となる。



トンネル南坑口の全景

原計画の南坑口東側(右手)にある急峻な沢

- 既に4車線で建設されている橋梁 No.4 を第1コハットトンネル取り付け道路として利用することが望まれる。

## 6 自然条件調査および解析

概略設計に必要なデータを得るため、測量、水文地質、材料調査を含む現場調査が行われた。

### 6.1 測量調査

計画路線沿い（トンネルの中央部を除く）に GPS により 18 点の基準点を設置し、トータルステーションを使った測量調査を実施した。測量結果は電子データとして保存し、概略設計に利用した。

## 6.2 水文調査

横断排水設備、河川橋、南坑口付近の沢について、計画洪水量、洪水位、洗掘深さを調査・解析析するために水文調査を実施した。設計洪水量は、50年確率で推定され、設計洪水位、設計洗掘深さについても検討した。

## 6.3 地質調査

南北の坑口及び2橋の付近でボーリング調査を実施した。岩盤の分類にはRQDを使い、ボーリング調査で採取されたサンプルについて室内実験も行った。トンネル内の地質は、第1コハットトンネルの実績を活用した。

## 6.4 材料調査

客土や骨材の材料について、第1コハットトンネル建設に携わった業者から情報を取得し、現地踏査を実施した。

## 7 交通解析

### 7.1 交通の現況

交通の現況は、NHA から提供された料金所のデータ、PTPS (フェーズ 1) の交通調査、およびフェーズ 2 に実施した下記交差点における交通量調査を基にして分析された。交通量調査を行った交差点位置を図 7-1 に示す。

- IC-1: コハット・トイ (Kohat Toi) 交差点 (アクセス道路の始点)
- IC-2: コハット・ピンジ (Kohat Pindi) インターチェンジ (N-80 と接続)
- IC-3: コハット・リンク道路インターチェンジ
- IC-4: ダラ・アダム・ケル (Dara Adam Khel) 交差点 (アクセス道路の終点)

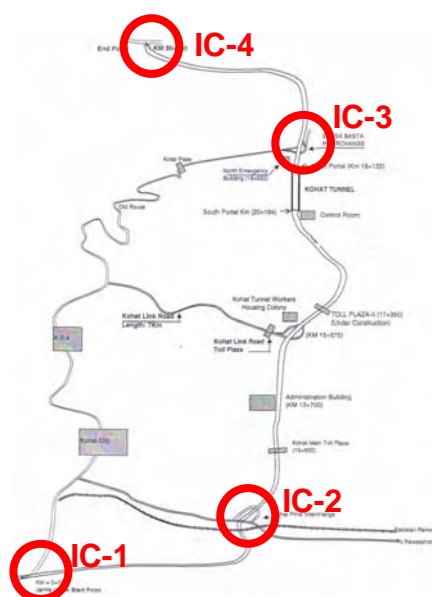


図 7-1 交通量調査を行った交差点の位置図

各交差点の交通量を図 7-2 に整理した。

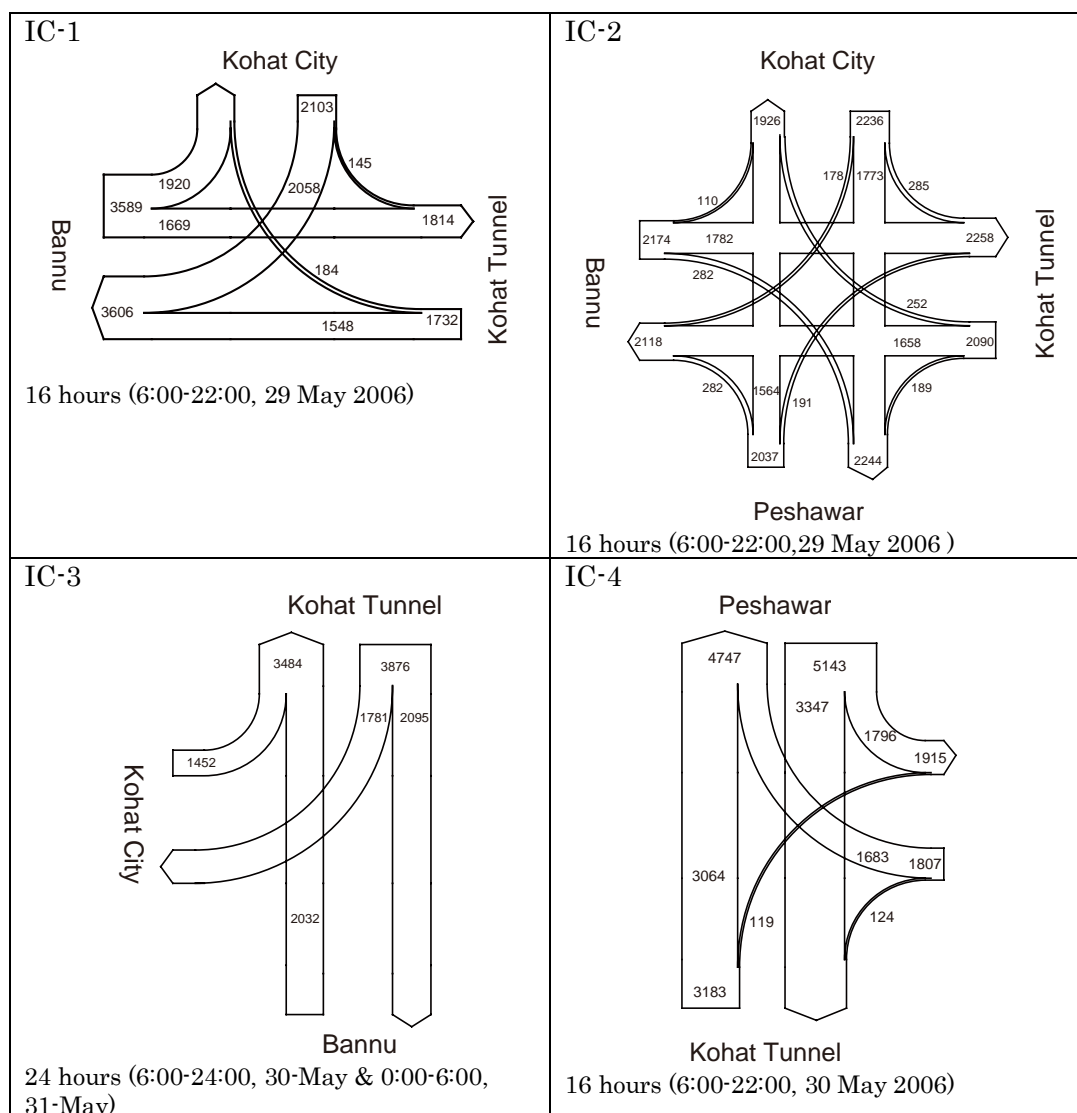


図 7-2 各交差点の交通量

コハットトンネルにおける交通の特徴は以下のとおりである。

- コハットトンネルの年間交通量は 2004 年の約 200 万台から 2005 年の約 225 万台へと 12.4% 増加した。年平均日交通量 (AADT) は 2004 年では 5,487 台/日、2006 年では 6,159 台であった。
- コハットトンネルの月間交通量は、ラマダン月を除き、ほぼ毎月のように増加している。その割合は月あたり 50 台強の増加である。
- 季節変動や月別の変動は顕著ではない。月間交通量は 9 月が最も多く、AADT の 1.09 倍で、最も少ない 10 月は 0.89 倍であった。
- 日交通量は、曜日によって 6,300 台から 7,200 台までの幅があり、金曜日と日曜日の交通量は他の曜日に比べて低い。交通のピークは土曜日である。
- 朝夕のピークは、午前 8 時台と午後 4 時台である。午前のピーク時の交通量は、日交通量の 7.1% であり、午後のピーク時では 6.5% であった (2006 年 5 月 29 日)。

午前のピークは主としてコハットからペシャワールに向かう交通、一方、午後のピークは主としてペシャワールからコハットに向かう交通である。

## 7.2 交通需要推計

### (1) コハットトンネルの需要想定と実績

国道 55 号の旧道及びコハットトンネルの交通量については、開業前の需要想定 (2005 年 : 12,625 台/日) と実績値 (2005 年 : 6,869 台/日) に違いが見られたがこれには二つ要因がある。第一には交通量調査を実施した日の交通量 (ADT) と年平均交通量 (AADT) との関係が明らかでなかったことから、AADT の正確な推計が出来なかったためである。また、実際の経済成長率が、想定していた年 5% より低い年平均 3.3% (1996 年～2003 年) であったことも影響している。交通量の伸びについては、開業前の交通量データが不足しているため判断は難しいが、限られた資料から判断すると概ね経済成長率と同程度の伸び率であったと予想される。

### (2) 将来交通量の増加率

第一年次では、パキスタンの過去の統計から GDP と旅客・貨物輸送量との間に強い相関が確認されたため (次頁の図参照)、人キロ、トンキロを GDP で説明するモデルを構築し、現況の全国自動車 O/D 表 (全国 100 箇所 の路側 O/D 調査から作成) をもとに将来自動車 O/D 表を推計し、全国の国道、州道を対象として将来交通量を推計した。それにはコハットトンネル区間の将来予測も含まれており、その区間の交通量増加率は、最初の 5 年間 (2005/06 - 2009/10) を除き、想定した全国の経済成長率とほぼ等しい結果となった。経済成長率の想定は表 7-1 の通りである。

表 7-1 経済成長率の想定 (年間)

2005/6 - 09/10	2010/11 - 14/15	2015/16 - 19/20	2020/21 - 24/25	2025/26 - 29/30
7.0%	6.5%	6.0%	5.5%	5.0%

注記 : PTPS 第一年次より

対象地域における将来交通量は、予測年次にわたる各年の年間交通量増加率として上記の値を採用し、交通量調査の結果から得られる基準年の交通量をもとに推計された。ただし、今後 5 年間の交通量増加率については、コハットトンネル開業後の堅調な伸び (月あたり 50 台強) が継続すると仮定して計算すると、当初 10% の増加率から 5 年後には 7% 台になると推計された。そこで、2011/12 年までは、表 7-2 に示す増加率を採用した。

表 7-2 今後 5 年間の交通量増加率の想定

2006/7	2007/08	2009/2010	2010/11	2011/12
10%	9%	8%	7.5%	7%

注記 : 調査団による想定



まとめると、本調査では表 7-3 に示す交通量増加率を採用した。

表 7-3 交通量増加率の想定

2006/07	2007/08	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13- 2014/15	2015/16- 2019/20	2020/21- 2024/25	2025/26- 2029/30
10%	9%	8%	7.5%	7%	6.5%	6.0%	5.5%	5.0%
開業後の趨勢から推計した増加率					経済成長率と同じ増加率			

注記：調査団による想定

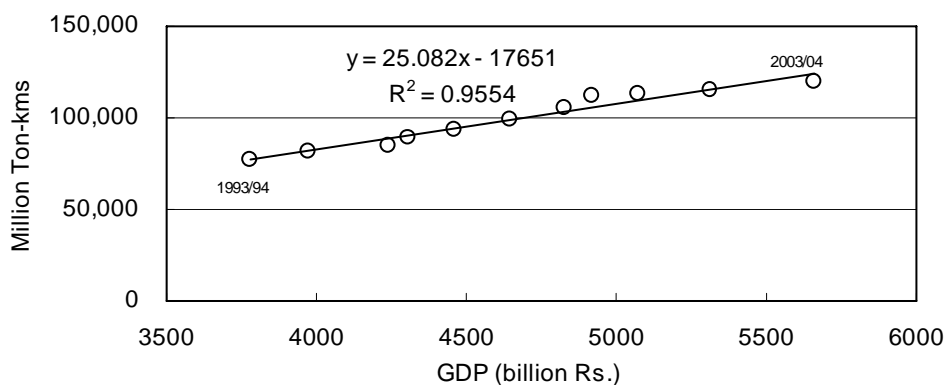


図 7-3 GDP とトンキロ (資料：PTPS)

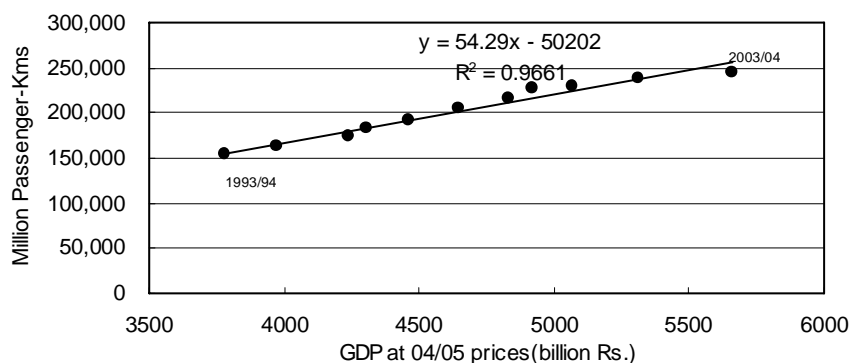


図 7-4 GDP と人キロ (資料：PTPS)

### (3) 基準年の交通量

基準年（2006/07 年）のコハットトンネルの平均日交通量は、両方向 7,366 台/日（乗用車換算で 10,872 PCU）、ピーク時の交通量は両方向 476 台/時（708 PCU）と推計された。ピーク時の重方向交通はペシャワールからコハットに向かう交通で、重方向交通量の割合は 62.3%、ピーク時係数は 0.92 である。コハットトンネルを通過する交通の約 60% はリンク道路インターチェンジ以南のアクセス道路の交通、約 40% はリンク道路の交通となっている。前者の区間における基準年の交通量は両方向 4,127 台/日である。一方で、

リンク道路とアクセス道路間の交差点を改良し、アクセス道路をコハット市のバイパス道路としても機能するようにした場合、当該区間の交通量は4,646台/日と推計され、本調査ではこの値を基準年の日交通量として採用した。

表 7-4 基準年におけるコハットトンネルの日交通量

車種	一般乗用車	ワゴン車等	大型バス	二軸トラック	三軸トラック	牽引トラック	合計
台/日	3,264	2,004	147	1,055	512	384	7,366
PCU/日	3,264	2,004	294	2,110	1,280	1,920	10,872
PCU 係数	1.0	1.0	2.0	2.0	2.5	5.0	-

資料：第二年度交通量調査をもとに推計 (JICA 調査団)

表 7-5 基準年におけるアクセス道路 (始点～N-80 区間) の日交通量

車種	一般乗用車	ワゴン車等	大型バス	二軸トラック	三軸トラック	牽引トラック	合計
台/日	1,846	999	129	842	475	355	4,646
PCU/日	1,846	999	258	1,684	1,188	1,775	7,750

注記：①リンク道路経由の潜在需要を含む。②PCU 係数は上記の表と同じ (以下、同様)

資料：第二年度交通量調査をもとに推計 (JICA 調査団)

表 7-6 基準年におけるアクセス道路 (N-80～リンク道路) の日交通量

車種	一般乗用車	ワゴン車等	大型バス	二軸トラック	三軸トラック	牽引トラック	合計
台/日	2,604	1,356	144	895	503	384	5,886
PCU/日	2,604	1,356	288	1,790	1,258	1,920	9,216

注記：リンク道路経由の潜在需要を含む。

資料：第二年度交通量調査をもとに推計 (JICA 調査団)

(4) 将来交通量

コハットトンネルの平均日交通量は、2015 年度に 14,048 台/日、2025 年度に 24,339 台/日に達すると予想される。リンク道路インターチェンジ (IC) に、南側アクセス道路と接続するランプが建設された場合には、アクセス道路の N-80～リンク道路区間の交通量は 2020 年度に 14,954 台/日に達すると予想される。当該ランプにおける交通量は、2020 年度に両方向で 5,800 台/日、又は片方向で 2,650 台/日に達すると予想される。

表 7-7 コハットトンネルの将来交通量 (両方向)

年度	一日平均交通量 (台/日)	一日平均交通量 (PCU/日)	ピーク時交通量 (台/時)	ピーク 15 分換算の交通流率 (台/時)
2010-11	10,254	15,134	666	724
2015-16	14,048	20,735	913	993
2020-21	18,711	27,617	1,216	1,322
2025-26	24,339	35,923	1,582	1,720

注記：JICA 調査団推計値

表 7-8 アクセス道路 (始点 - N80 - リンク道路) の将来交通量 (両方向)

(単位：台/日)

年度	追加ランプが建設されない場合	リンク道路 IC に追加ランプが建設された場合		
	始点～リンク道路	N-80～リンク道路	始点～N-80	リンク道路～アクセス道路 (N-80 方面) 間
2010-11	5,745	8,195	6,469	2,450
2015-16	7,871	11,228	8,863	3,357
2020-21	10,483	14,954	11,804	4,471
2025-26	13,630	19,452	15,355	5,815

注記：JICA 調査団推計値

### 7.3 交通容量の分析

#### (1) トンネル及びアクセス道路

コハットトンネルの交通容量については、米国の Highway Capacity Manual (HCM) 1985 版をもとに詳細設計の段階では 1861 台/時と計算されていた。この値は HCM の推奨値に忠実に従ったものであるが、パキスタンで一般的なトラックの特徴と、トンネル部の特有の条件を考慮して見直した所、交通容量は 1,642 台/時と計算された。同様に、トンネル以外の区間は、1,866 台/時と計算された。

下表に交通量-容量 (v/c) 比とサービス水準 (LOS) の推計値を示す。計算によれば、ピーク時におけるコハットトンネルの LOS はすでに D レベルであり、数年後には E レベルへと低下し、2022 年度に交通容量に達すると予想される。この計算ではピーク率 (K 値) を 7.1% と低めに見込んでいるため、将来的な LOS の低下はピーク時だけの問題ではない点に留意する必要がある。

表 7-9 コハットトンネル及びアクセス道路(トンネル前後区間)における将来の v/c 及び LOS

年度	トンネル				アクセス道路			
	AADT (台/日)	交通流率 (台/時)	v/c	LOS	AADT (台/日)	交通流率 (台/時)	v/c	LOS
2006-07	7,366	598	0.4	D	7,366	598	0.3	C
2007-08	8,103	658	0.4	D	8,103	658	0.4	C
2008-09	8,832	717	0.4	D	8,832	717	0.4	C
2009-10	9,538	774	0.5	E	9,538	774	0.4	D
2010-11	10,254	832	0.5	E	10,254	832	0.4	D
2011-12	10,972	890	0.5	E	10,972	890	0.5	D
2012-13	11,685	948	0.6	E	11,685	948	0.5	D
2013-14	12,444	1,010	0.6	E	12,444	1,010	0.5	D
2014-15	13,253	1,075	0.7	E	13,253	1,075	0.6	D
2015-16	14,048	1,140	0.7	E	14,048	1,140	0.6	D
2016-17	14,891	1,208	0.7	E	14,891	1,208	0.6	E
2017-18	15,785	1,281	0.8	E	15,785	1,281	0.7	E
2018-19	16,732	1,358	0.8	E	16,732	1,358	0.7	E
2019-20	17,736	1,439	0.9	E	17,736	1,439	0.8	E
2020-21	18,711	1,518	0.9	E	18,711	1,518	0.8	E
2021-22	19,740	1,602	1.0	E	19,740	1,602	0.9	E
2022-23	20,826	1,690	1.0	F	20,826	1,690	0.9	E
2023-24	21,971	1,783	1.1	F	21,971	1,783	1.0	E
2024-25	23,180	1,881	1.1	F	23,180	1,881	1.0	F
2025-26	24,339	1,975	1.2	F	24,339	1,975	1.1	F

注: K 値=0.0706  
資料: JICA 調査団による推計

表 7-10 アクセス道路 (始点～N-80～リンク道路区間) における将来の v/c 及び LOS

年度	始点 ～ N-80				N-80 ～ リンク道路			
	AADT (台 /日)	交通流率 (台/時)	v/c	LOS	AADT (台 /日)	交通流率 (台/h)	v/c	LOS
2006-07	4,647	377	0.2	B	5,887	478	0.3	B
2007-08	5,112	415	0.2	B	6,476	525	0.3	C
2008-09	5,572	452	0.2	B	7,059	573	0.3	C
2009-10	6,017	488	0.3	C	7,623	619	0.3	C
2010-11	6,469	525	0.3	C	8,195	665	0.4	C
2011-12	6,922	562	0.3	C	8,769	712	0.4	C
2012-13	7,372	598	0.3	C	9,339	758	0.4	C
2013-14	7,851	637	0.3	C	9,946	807	0.4	D
2014-15	8,361	678	0.4	C	10,592	860	0.5	D
2015-16	8,863	719	0.4	C	11,228	911	0.5	D
2016-17	9,394	762	0.4	C	11,901	966	0.5	D
2017-18	9,958	808	0.4	D	12,615	1,024	0.5	D
2018-19	10,556	857	0.5	D	13,372	1,085	0.6	D
2019-20	11,189	908	0.5	D	14,174	1,150	0.6	D
2020-21	11,804	958	0.5	D	14,954	1,214	0.6	E
2021-22	12,453	1,011	0.5	D	15,777	1,280	0.7	E
2022-23	13,138	1,066	0.6	D	16,644	1,351	0.7	E
2023-24	13,861	1,125	0.6	D	17,560	1,425	0.8	E
2024-25	14,623	1,187	0.6	D	18,525	1,503	0.8	E
2025-26	15,355	1,246	0.7	E	19,452	1,578	0.8	E

注: K 値=0.0706  
資料: JICA 調査団による推計

## (2) 交差点

現在、アクセス道路に信号交差点はない。始点と終点は導流化された無信号の T 字交差点である。インターチェンジの出入り口も信号がない T 字交差点となっている。HCM に準じて各交差点の交通容量を計算し、交通量調査の結果と比較したところ、交通容量は十分であることが示された。

また、将来交通量の伸び率を適用して各交差点における将来の容量、v/c、滞留長、交差点遅れを計算したところ、いくつかの交通流で、交通量が容量を超えた。具体的には、2010 年にダラ・アダム・ケル交差点 ( IC-4、終点) の周辺集落からペシャワールに向かう交通流、2015 年にコハット・トイ交差点 ( IC-1、始点) のコハットからバンヌに向かう交通流である。このため、将来的にはこれらの交差点の改良または信号の導入が必要となる。

## 8 設計基準

### 8.1 全般

第 2 コハットトンネル建設計画は既存 2 車線道路 (第 1 コハットトンネルおよびアクセス道路) を往復分離の 4 車線道路として拡幅整備することである。本計画には以下の設計基準を適用した。

- 道路および構造物： AASHTO および NHA の設計基準
- トンネル： 日本のトンネル設計基準

- 材料： NHA の標準仕様書

また、第1コハットトンネルおよびアクセス道路で適用された設計基準を参照した。

## 8.2 道路

本計画に適用した設計速度、道路構造、線形基準を表 8-1 に示す。

表 8-1 第1および第2コハットトンネル取り付け道路の道路設計基準

項目	単位	設計基準			
		第1コハット道路		第2コハット道路	
		トンネル南	トンネル北	トンネル南	トンネル北
設計速度	k m/h	90	80	90	80
横断面の構成					
- 車線幅員	m	3.65	3.65	3.65	3.65
- 車道右側路肩幅員	m	3.00	3.00	3.00	3.00
- 車道左側路肩復員	m	1.00	1.00	1.00	1.00
- 中央帯の幅員	m	(将来の4車線計画) 6.00   3.00		6.00	3.50
- 登坂車線の幅員	m	3.00	-	-	-
- 車道片勾配	%	2	2	2	2
- 路肩片勾配	%	4	4	4	4
- 車道部の建築限界	m	5.03	5.03	5.03	5.03
平面および縦断線形					
曲線半径					
- 最小曲線半径*	m	270	220	275	210
- 最大片勾配*	%	10	10	10	10
緩和曲線					
- 緩和曲線の種類		-	-	クロソイド	-
- 最小緩和区間長	m	-	-	50	-
- 限界曲線半径	m	-	-	480 (1200)**	-
- 最大縦断勾配	%	7	7	4	5

注：\* トンネル南区間は下り勾配区間であるため安全性に配慮し、最大方勾配8%、最小曲線半径は305mを目安とした。

\*\*本道路計画で実際の適用する限界曲線半径

NHA の道路設計基準は緩和曲線の適用を規定していない。第1コハットトンネルアクセス道路で使用した線形は直線と単曲線の組み合わせであった。しかしながら、緩和曲線の使用は、安全上および運転の快適性の観点から一般的となっており、本計画調査では緩和曲線を用いた線形の検討を行った。

## 8.3 舗装

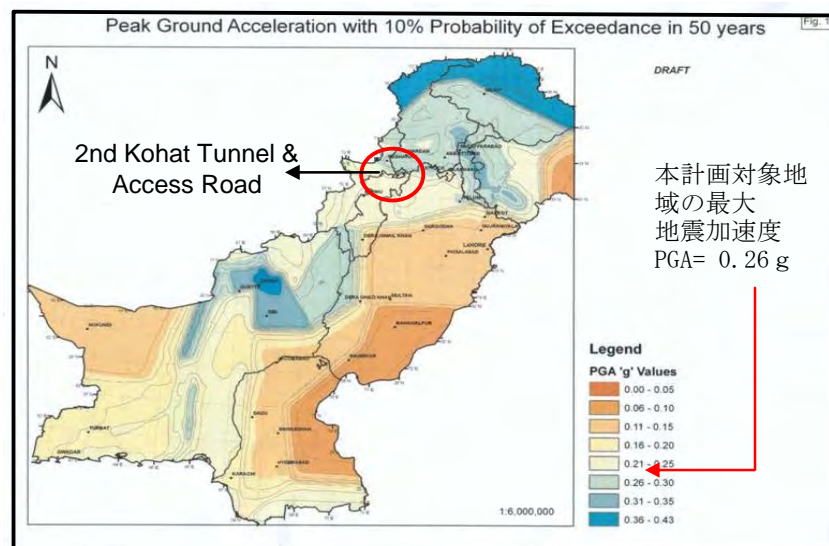
舗装設計は「AASHTO 舗装設計ガイド (1993)」に従った。アクセス道路の舗装はアスファルト舗装、トンネル内の舗装はコンクリート舗装とした。前者の設計供用年数は10年、後者は20年である。

第1コハットトンネルアクセス道路の建設中、および供用後の舗装の問題点を考慮した。舗装材料はNHAの標準仕様書に規定されている材料の使用を前提とした。

#### 8.4 橋梁およびボックスカルバート

橋梁およびボックスカルバートの設計基準として、NHAの橋梁構造物設計基準、パキスタン西部地域道路橋梁設計基準(WPCHB)および第1コハットトンネルアクセス道路で使用した設計基準を参照した。活荷重はWPCHBの第2.4項に規定されているA荷重を適用した。また、WPCHBとAASHTOに規定されている衝撃荷重、風荷重、土圧、温度変化の影響、流水による荷重、地震による影響等を考慮した。

1990年に実施された第1コハットトンネルアクセス道路の設計で適用された地震係数は0.05-0.07g (Zone-III)であった。NHAは、2005年10月にムザハラバードで起きた地震後、地震係数を見直しを行った(図8-1参照)。本計画対象地域の地震係数は0.26g(約4-5倍)に変更されており、橋梁計画にはこの新基準を用いた。



出展：NHA

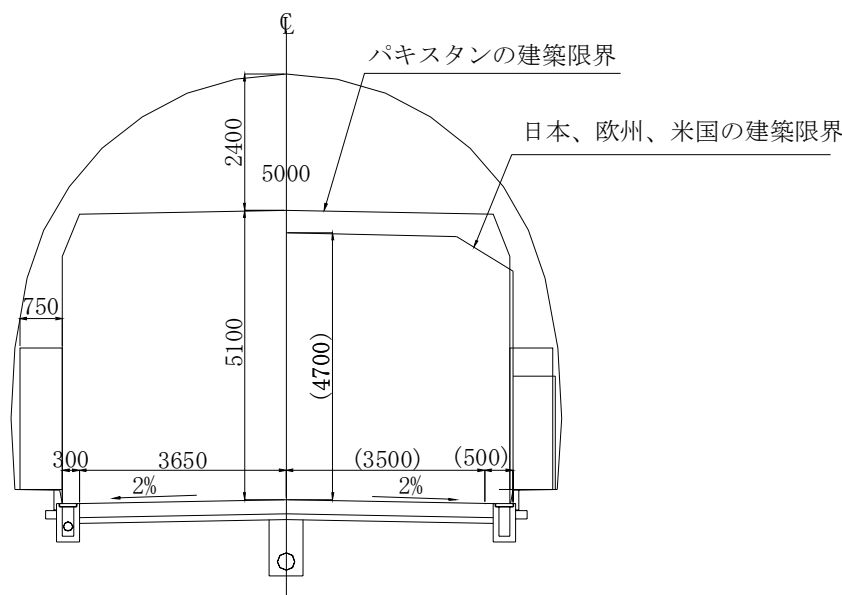
図 8-1 本計画対象地域の新地震係数

第1コハットトンネルアクセス道路には道路横断構造物として80以上のボックスカルバートが建設された。第2コハットトンネルアクセス道路建設は既存道路の拡幅であり、第1コハットトンネルアクセス道路に建設されたこれらのボックスカルバートの延長が必要である。ボックスカルバートにはNHAの標準構造物仕様を用いた。

#### 8.5 トンネル

本計画トンネルの内空は第1コハットトンネルと同じ断面とした。車道幅員は7.3m、路肩は0.3mである。建築限界はパキスタンで運輸状況を考慮し、日本、欧州、米国より高い5.1mを採用した。図8-2に第1および第2コハットトンネルの断面と世界基準との比較を示す。





注： ( ) 内の数値は日本の基準

図 8-2 第1および第2コハットトンネルの標断面図と日本・欧州・米国の建築限界の比較

車道の片勾配は2%、点検通路幅は0.75mとした。トンネル天端の空間(1.4m x 5m)は換気設備(ジェットファン)の設置に利用する。非常駐車帯(3m x 30m)は750m毎に配置する。

表 8-2 に本計画トンネルの設計に適用する支保構造の基準を示す。

表 8-2 トンネルの標準支保構造

地山等級	掘削方法	標準1掘進長 (m)	ロックボルト			鋼アーチ支保工			吹付けコンクリート (cm)	腹工厚 (cm)		変形余裕 (cm)		
			長さ (m)	施工間隔		上半サイズ	下半サイズ	標準 (m)		アーチ・側壁	インパート	上半サイズ	下半サイズ	インパート
				周方向 (m)	延長方向 (m)									
B	補助ベンチ付き全断面工法又は上部半断面工法	2.0	3.0	1.5 (上半のみ)	2.0	-	-	-	5	30	0	0	0	0
CI	補助ベンチ付き全断面工法又は上部半断面工法	1.5	3.0	1.5	1.5	-	-	-	10	30	0	0	0	0
CII	補助ベンチ付き全断面工法	1.2	3.0	1.5	1.2	H-125 又は U-21	-	1.2	10	30	0	0	0	0
	上部半断面工法						-							
DI	補助ベンチ付き全断面工法又は上部半断面工法	1.0	4.0	1.2	1.0	H-125 又は U-21	H-125 又は U-21	1.0	15	30	45	0	0	0
DII	補助ベンチ付き全断面工法	1.0 (又はそれ以下)	4.0	1.2	1.0 or less	H-125 又は U-29	H-125 又は U-21	1.0 (又はそれ以下)	20	30	50	10	10	0
	上部半断面工法											10	0	0

出展：National Expressway Practices in Japan, Tunnel, Expressway Technology Center

## 9 路線代替案の検討 (Sta.19+500-Sta.20+182)

第1コハットトンネル建設事業の設計を担当したコンサルタントがおこなった第2コハットトンネルアクセス道路の計画（原計画および修正原計画）では、Sta.17+000-Sta.20+182 区間において高切土と高盛土が発生する。下記の観点から、これらの高切盛土を削減する経済的な代替路線の検討を行った。

- 建設中における既存交通への影響
- 既存盛土と新盛土の間に生じる沈下

現地踏査、コハットトンネル山頂から撮影した鳥瞰写真および衛星写真（解像度 1m）を用いて路線代替案を設定した。代替案は、修正原計画をトンネル南坑口の位置を除いてほぼ踏襲した代替案-A と、既存道路から約 600m 東側に離れた新ルート（代替案-B）である。

原計画および両代替案の概要と課題を下表に示す。

表 9-1 Sta.17+500-Sta.20+182 区間の代替路線調査の概要

代替案	設計概要	条件 / 主課題
原計画/修正 原計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第2トンネルの南坑口は既存トンネルの中心線から70m東側に計画された。</li> <li>● 南坑口取り付け道路は Sta.19+200の既存橋梁(No.4)に接続する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第10章で検討したように、第2トンネル南坑口位置の変更なしには技術的観点から実施が困難</li> </ul>
代替案-A	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 修正原計画をトンネルの南坑口位置を除いてほぼ踏襲した案。(第2トンネルの南坑口位置を既存トンネルの中心線から30mに変更)</li> <li>● 新2車線は既存道路の横に計画</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高切土施工中の交通安全管理</li> <li>● 既存盛土と新盛土の間に生じる沈下</li> <li>● 既に4車線で建設されている Sta.19+200の橋梁(No.4)への接続</li> <li>● 2車線拡幅分の用地は既に取得済み</li> </ul>
代替案-B	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 新路線計画</li> <li>● 新路線(2車線)は既存道路から東に約600m離れた位置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● より長い道路および舗装工事延長</li> <li>● 切盛土の削減の度合い</li> <li>● 新規用地の取得を必要とする。</li> </ul>

橋梁 No.4（長さ 120m、橋脚高 30m）は既に 4 車線で建設済みであり、この橋梁を使用する案が望ましい。代替案-A は取得済みの用地内に新 2 車線を建設するのに対して、代替案-B には追加用地の取得が必要である。技術的、経済的、用地取得およびその他の観点から比較・評価をした結果、A 案を採用した。

しかしながら、A 案では高切土からの土砂が既存道路に落下するのを最小限に抑える施工方法の採用が必要である。工事中に岩が落下し、既存道路を通過中の車両へ追突するのを防止するためにコンクリートバリアーの仮設置が必要である。

高盛土の施工中に盛土高の 1%に相当する約 30cm の沈下が生じると予測される。しかしながら、当該区間で実施した地質調査の結果によれば、既存道路への影響は限定的と考えられる。

## 10 トンネル坑口位置

### 10.1 南坑口

第2コハットトンネルの線形は、既存トンネルの設計段階に検討されており、南坑口は既存トンネル坑口から70m東に位置していた(下図の原計画)。その後、工事中に、トンネルの南のアクセス道路の縦断勾配を6%から4%に緩和するために平面線形の変更が行われた。この際に、概略検討された第2コハットトンネルおよびアクセス道路の線形は、南坑口の位置を原設計から変更せず、トンネル区間にカーブを入れて、既存トンネルのアクセス道路と結ぶというものであった(下図の修正原計画)。しかし、いくつかの理由から、この位置は不適切なものとなっている。代替位置を検討した結果、トンネル制御室(control room)を移設する必要があるものの、既存トンネルに中心線間隔で30mまで近づける案(下図のAlternative-A)を提案する。なお、南坑口位置の代替案の比較は、次ページの表に示す通りである。

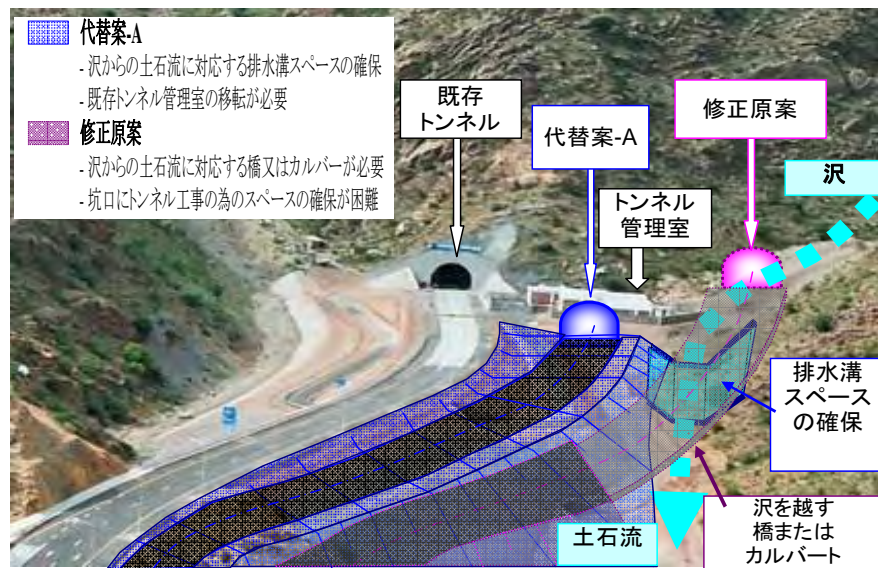


図 10-1 南坑口位置

表 10-1 南坑口位置の代替案の比較

項目	原計画および代替案				
	代替案-A (線形変更)	原計画	修正原計画 <sup>1)</sup>	代替案-B (トンネルの延伸)	
南坑口の位置					
既存トンネル中心線からの距離	30m	70m	70m	100m	
原案および代替案のコンセプト	橋梁No. 4取り付け道路の線形 南坑口東側(右側)で出会う沢からの土石流への対応	新2車線は既存道路に沿って建設 トンネル間隔を30mに狭めることによるスペースを利用して大断面の排水溝を建設 <sup>3)</sup>	新2車線は南坑口と橋梁No. 4をほぼ直線で接合 計画は示されていない	新2車線は既存道路に沿って建設 計画は示されていない	沢の下をトンネルで通過 沢による影響はない
技術的観点からの検討	東側沢からの土石流のリスク (最大水量 55トン/秒)	○ 少ない	× 大きい 沢を越える橋かカルバートが必要 <sup>3)</sup>	× 大きい 沢を越える橋かカルバートが必要 <sup>3)</sup>	○ 無し
	橋梁No. 4取り付け道路の曲線半径	400m ○ 良	250m △ 可	400m ○ 良	150m × 基準以下
	トンネル工事の為のスペースの確保	○ 十分	× 不十分	× 不十分	○ 十分
経済的観点からの検討	盛土数量 (m <sup>3</sup> )	120,000 ○ 小さい	1,010,000 × 非常に大きい	130,000 ○ 小さい	660,000 △ 大きい
	切土数量 (m <sup>3</sup> )	500 (硬岩) ○ 小さい	24,500 (硬岩) × 大きい	6,000 (硬岩) △ 中程度	1000 (硬岩) ○ 小さい
	追加構造物の必要性の有無 および構造物の種類	○ 無し	△ 有り 橋またはカルバート: L=100m	△ 有り 橋またはカルバート: L=100m	× 有り トンネル延伸: L=420m
	トンネル管理室移転の要否	× 要	○ 否	○ 否	○ 否
	総費用	○ 少ない	△ 大きい	△ 中程度	× 非常に大きい
総合評価	○ 良 (提案)	× 不可	△ 可	× 不可	

注: 1. 原設計は第1次コハットトンネル建設中にトンネル南坑口取り付け道路部 (Sta. 17+500-トンネル南坑口手前) の縦断勾配を6%から4%に下げる際に変更された。  
 2. ○ 良 △ 対策をとれば可能 × 不可  
 3. 修正原案と代替案における東側沢からの土石流に対する対策工(他)の比較



南坑口の標高を、以下の目的で、既存トンネル坑口の標高より約 4m 下げて計画した。

- トンネルの東南にある沢からの異常出水、土石流に対して十分な流下断面を確保する。
- トンネル取付け部の盛土高を下げ、工事費を減らす。
- 北に向かう車のヘッドライトがトンネルから出てくる車を妨げることを避ける。

北坑口の標高を既存トンネルと同じ標高にした場合、第 2 トンネルの勾配は 2.4% と、既存トンネルの勾配より 0.2% 急になる。第 2 トンネルは、下り勾配を南に向かう交通が利用するため、この勾配が交通の流れや安全を妨げることはない。

## 10.2 北坑口

原設計では、第 2 トンネルの北坑口は既存トンネルの坑口から中心線間隔で 30m 離れた位置に、同じ標高で計画されていた。原設計に問題は無く、これを踏襲した。

## 11 概略設計

### 11.1 全般

第 2 コハットトンネルおよびアクセス道路の建設計画は、既存 2 車線道路を拡幅し、中央帯を有する各 2 車線の往復分離道路として整備することである。NHA は第 1 コハットトンネル建設事業実施中に、その東側（右側）に第 2 コハットトンネルおよびアクセス道路建設のための用地を取得済みであり、この用地を使用して追加 2 車線の道路計画をおこなった。

### 11.2 道路設計

#### (1) 線形設計（平面および縦断線形）

コハットトンネルアクセス道路の中心線は、トンネルとその取り付け部を除いて、4 車線道路の中央帯に設定された（図 11-1 参照）。トンネル南区間における 4 車線中心から既存道路および新 2 車線道路の車道中心までの距離は、両者とも 6.65m である。第 1 と第 2 トンネルの中心線間隔は 30m である。北区間における 4 車線中心から既存車道（第 1 アクセス道路）中心までの距離は 5.15m、新 2 車線車道（第 2 アクセス道路）中心までの距離は 5.65m である。

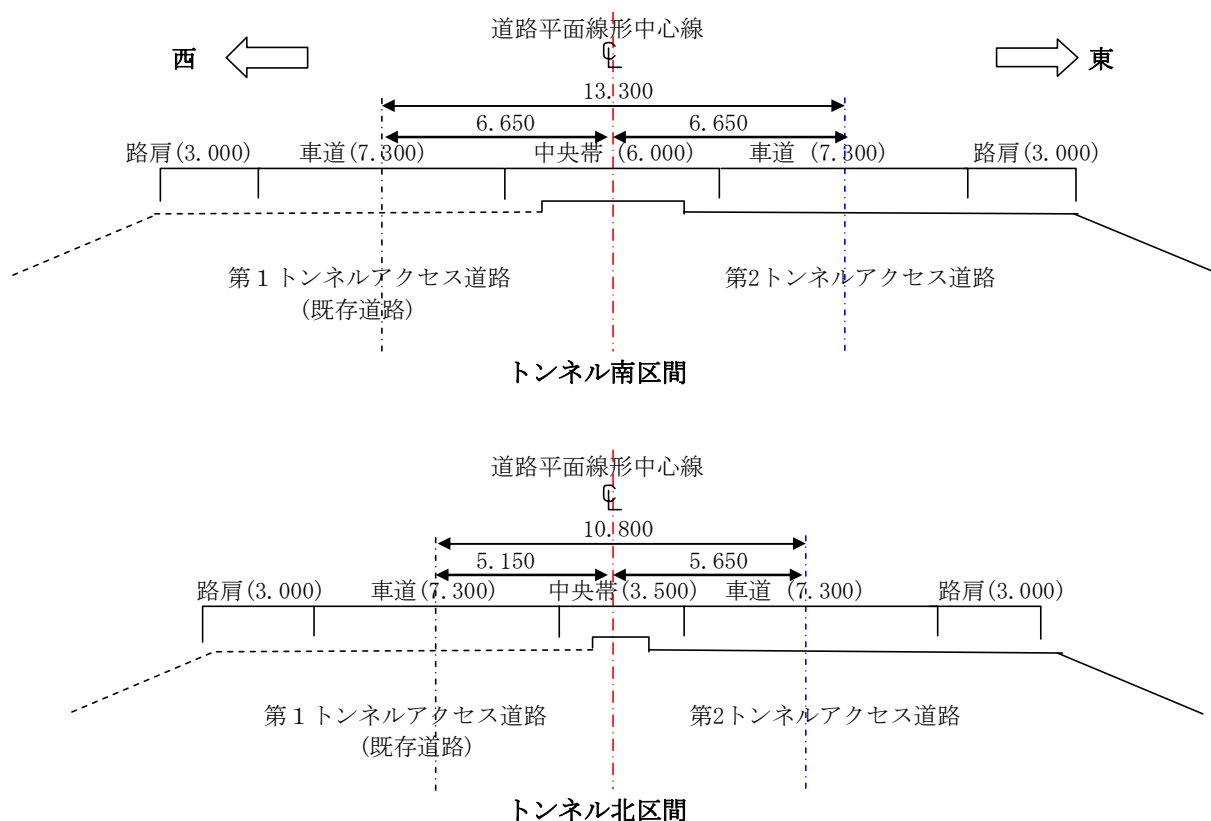


図 11-1 第 1 および第 2 コハットトンネルアクセス道路の線形中心線

本事業の対象は Sta.0+000 から Sta.25+906.255 までの延長 30.271km の区間である (表 11-1 参照)。第 1 コハットトンネルおよびアクセス道路の平面線形には数箇所にブレーキ (キロ程調整) が挿入されている。これらのブレーキは両道路間の排水横断構造物 (Culverts)、橋梁、トンネル等の構造物の位置および高さに係る整合性を確保するために、原則として保持した。

表 11-1 セクション別道路延長およびブレーキ長

セクション	アクセス道路 トンネル区分	区間 (From) Sta.	区間 (To) Sta.	ブレーキ長 (m)	距離 (m)
Section 1	アクセス道路	始点 0+000.000	コハットリンク道路 15+000.000		15,000.000
	トンネル	トンネル南坑口 16+247.000	トンネル北坑口 18+132.000		1,885.000
Section 2	アクセス道路	コハットリンク道路 15+000.000	トンネル南坑口* 20+186.738	-4,359.650	5,606.650
	トンネル	トンネル南坑口 16+247.000	トンネル北坑口 18+132.000		
	アクセス道路	トンネル北坑口 18+132.000	終点 25+906.255	-5.502	7,779.757
小計 (Section 2)				-4,365.153	15,271.408
総延長					30,271.408

注: \* Break at Sta. 20+186.738 /Sta. 16+247.000 (-3,939.738)

第 2 コハットトンネルアクセス道路の縦断線形は原則として第 1 コハットトンネルのアクセス道路に従った。トンネル南区間の平均勾配は-1.07% (北から南に向けて下り勾配)、北区間の平均勾配は+1.07% (北から南に向けて上り勾配) である。下りの最大勾配は



4.76%、上りの最大勾配は 4.34% であり、第 1 トンネルのアクセス道路と同じである。

(2) 交差点

当該道路の主要交差点は以下の 5 箇所である。

- コハット・トイ (Kohat Toi) : プロジェクト開始点の平面交差点
- コハット・ピンジ (Kohat Pindi) : 国道 N-80 との立体交差点
- コハット・リンク道路 (Kohat Link Road) : 立体交差点
- サンダ・バスタ (Sanda Basta) : N.W.F. Road との立体交差点
- ダラ・アダム・ケル (Dara Adam Khel) : プロジェクト終点の平面交差点

これらの中でコハット・リンク道路インターチェンジの改良 (Off/On Ramp の建設) を提案した。

11.3 舗装設計

舗装設計の基礎となる交通量、将来交通量伸び率、重方向率等は交通調査の解析結果を使用した。舗装設計に必要な荷重を求めるための標準換算軸重 (ESA) は 1995 年に NTRC が実施した国道の軸重調査の結果を使用した。表 11-2 に本プロジェクトの舗装設計に用いた累積標準換算軸重 (CESA) を示す。

表 11-2 累積標準換算軸重 (CESA)

単位 : 10<sup>6</sup> ESA

区間	アスファルト舗装設計 に適用するCESA (供用期間:10年)		コンクリート舗装設計 に適用するCESA (供用期間:20年)		第1コハット道路舗装設計 に適用されたCESA	
	AASHTO	RN 31	AASHTO	RN 31	アスファルト	コンクリート
					舗装	舗装
Section 1-1 (Sta.0 - Sta.10+000) Kohat Toi - Kohat Pindi IC	28.0	45.6	75.5	122.8	17.0	40.0
Section 1-2 (Sta.10+000 - Sta.15+000) Kohat Pindi IC - Kohat Link Road IC	30.0	48.7	80.6	131.1	17.0	40.0
Section 2 (Sta.15+000 - Sta.25+906) Kohat Link Road IC - Dara Adam Khel	32.0	51.6	86.2	138.7	40.0	40.0

(注) 本プロジェクトの舗装設計には AASHTO の標準換算荷重を用いた。

アスファルトおよびコンクリート舗装の設計には、本調査団が AASHTO 舗装設計ガイド (1993) に従って開発したエクセル表ソフトを用いた舗装設計プログラムを使用した。

表 11-3 にアスファルト舗装設計結果の要約および第 1 コハットトンネルアクセス道路との比較を示す。

表 11-3 アスファルト舗装設計結果の要約

第 1 コハットトンネルアクセス道路			第 2 コハットトンネルアクセス道路			
舗装構造	Section 1 Kohat Toi - Sta. 9+000	Section 2 Sta. 9+000 - Sta. 25+450	舗装構造	Section 1-1 Kohat Toi - Sta. 15+000	Section 1-2 Sta. 10+000 - Sta. 15+000	Section 2 Sta. 15+000 - Dara Adam Khel
表層	5cm	5cm	表層	5cm	5cm	5cm
基層	18cm	21cm	基層	8cm 9cm	8cm 10cm	8cm 10cm
上層路盤	20cm	22cm	上層路盤	15cm	15cm	15cm
下層路盤	-	-	下層路盤	15cm	15cm	15cm
路床設計CBR (客土)	30%	15%	路床設計CBR (客土)	15%	15%	15%
注：設計 SN	4.370 (inch)	4.889 (inch)	注：設計 SN	5.153 (inch)	5.235 (inch)	5.291 (inch)

コンクリート舗装版の設計厚さは第 1 コハットトンネルの舗装と同じ 30cm である。なお、路盤には粒度調整材と貧配合コンクリートを用いた。

#### 11.4 橋梁およびボックスカルバート

コハットトンネルアクセス道路の 4 車線化には表 11-4 に示した 10 橋 (総延長 564m) の建設が必要である。

表 11-4 第 2 コハットトンネルアクセス道路橋梁リスト

No.	位置 (Sta.)	上部工 形式	橋長 (m)	スパン構成	基礎杭長 (m)	備考 (横断)
1 R	2+736.245	PC Girder	120	4 - 30m Span	16	Over Jerma Minor River
2 R	4+735.415	PC Girder	50	2 - 25m Span	14	Over river
3A R	9+454.363	PC Girder	20	1 - 20m Span	20	Over railways
3B R	9+645.760	PC Girder	30	1-30m Span	21.5	Over N-80(Kohat Pibdi IC)
9 R	14+800.000	RC Girder	12	1-12m Span	20	Over Bazi Khel Road
10 R	16+585.000	RC Girder	12	1-12m Span	20	Over a track
<b>Kohat Tunnel *</b>						
5 R	18+935.415	PC Girder	80	25m+30m+25m	20	Over Osti Khel Algad
8 R	19+088.355	PC Girder	20	1 - 20m Span	Spread Fd.	Over Sanda Basta IC
6A R	21+260.525	PC Girder	180	6-30m Span	12	Over Osti Khel Algad & Panderi Algada
7 R	25+388.915	PC Girder	40	2-20m Span	20	Over Mullah Khel Algad
計:			564	m		

注： \* Break at Sta. 20+186.738 /Sta. 16+247.000 (-3, 939.738)

また、総延長約 1,400m (86 箇所) のボックスカルバート (既存構造物の延長) が必要であり、NHA の標準構造物を用いた。

#### 11.5 トンネル設計

##### (1) 第 2 コハットトンネルの仕様

第 2 コハットトンネルを既存トンネルの中心線から 30m 離れた位置に計画をした。トンネル区間の設計速度は 60km/h である。トンネルの主な仕様を表 11-5 に示す。

表 11-5 第 2 コハットトンネルの仕様

項目	仕様
1. トンネル延長	1,885m
2. 坑口の位置	Sta.16+247 (南坑口)、Sta.18+132 (北坑口)
3. 縦断勾配	i =2.4% (北から南への下り勾配)
4. 掘削方法	NATM (削孔→装薬→発破→ズリ出し→鋼製支保工建込み→吹付けコンクリート→ロックボルト打込み→覆工コンクリート)
5. 地質条件	CI、CII および DI (既存トンネルにほぼ同じ)
6. 掘削工法	上部半断面工法
7. ずり出し工法	ホイールローダーおよびダンプトラック
8. 掘削方向	北坑口と南坑口の両方向から掘削
9. 設計基準	日本の設計基準

(2) トンネル地質

地質調査および第 1 コハットトンネルの施工記録から設定した、本トンネルの地山等級別延長を表 11-6 のように算定した。

表 11-6 第 2 コハットトンネルの地質

地山等級	トンネル掘削の状況	トンネル全長に対する割合 (%)
CI	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べて大きい。切羽は自立する。	60%
CII	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べてあまり大きくはない。切羽はほぼ自立する	13%
DI	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べて大きくなく、弾性変形とともに一部塑性変形を生じる。切羽の自立は悪い。	27%

(3) トンネル断面

第 1 コハットトンネルの施工実績を参照にして第 2 トンネルの断面設計を行った。地質区分と標準設計基準を基に図 11-2,3 に示した 5 タイプ (CI、CII、DI、坑口部、非常駐車帯部) のトンネル断面を提案する。

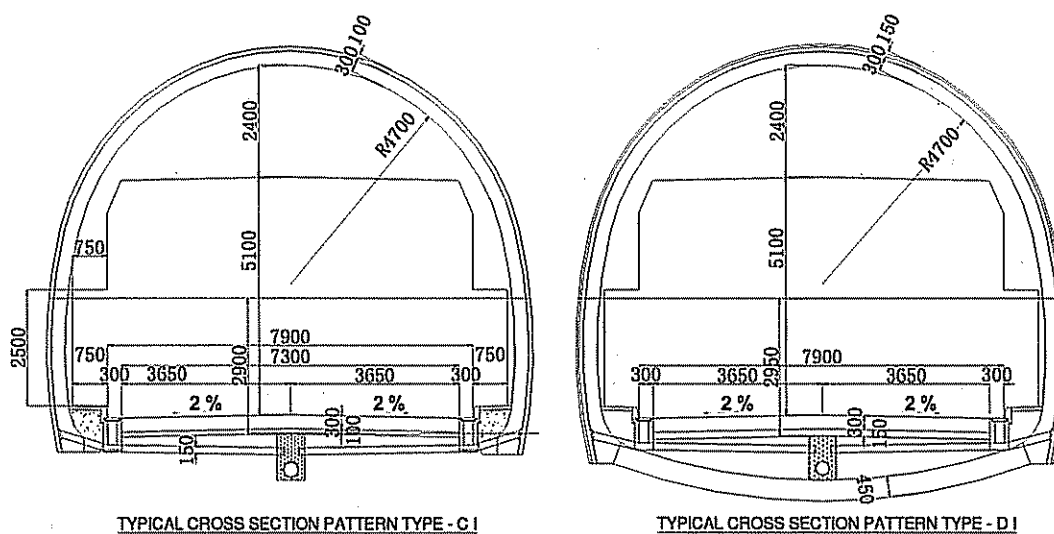


図 11-2 トンネル標準断面図 (地質タイプ CI, CII, DI)

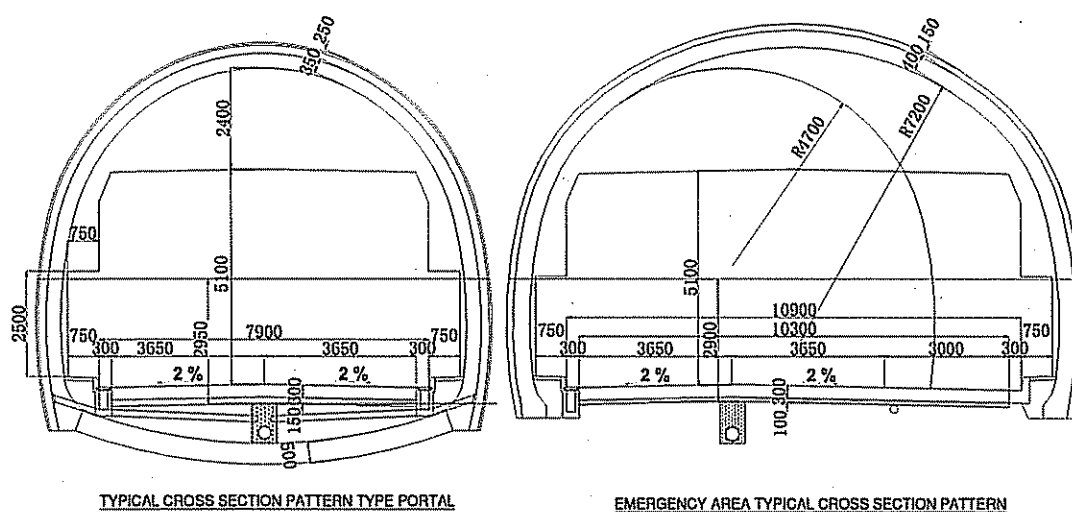


図 11-3 トンネル標準断面図 (トンネル坑口、非常駐車帯)

(4) 支保構造

地質区分毎のトンネルの支保構造は、以下の通りである。

- a) タイプ CI: 長さ 3m、16本のロックボルトを 1.5m 間隔に設置。

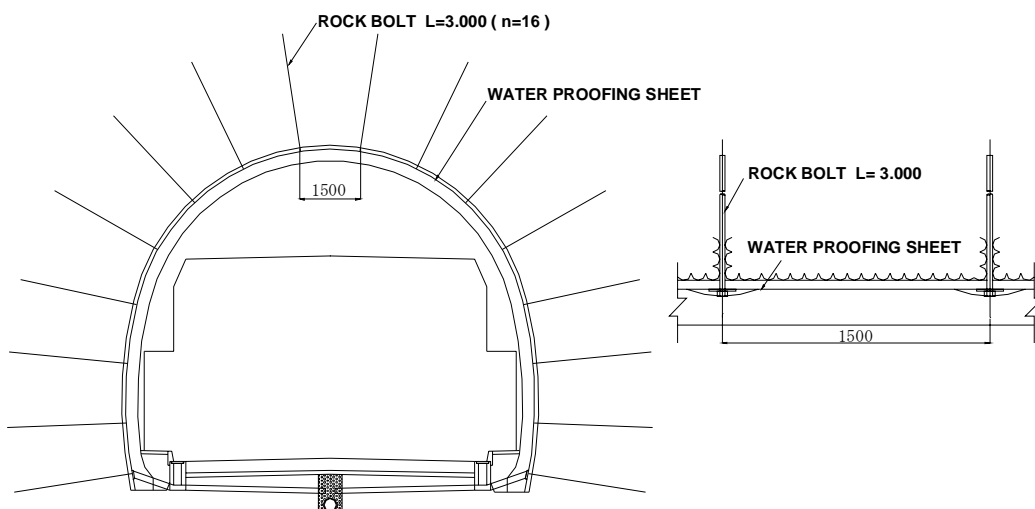


図 11-4 地質区分 CI の支保構造

- b) タイプ CII: 長さ 3m、16 本のロックボルトを 1.5m 間隔に設置。H 型鋼 (125x125x6.5x9) を設置。

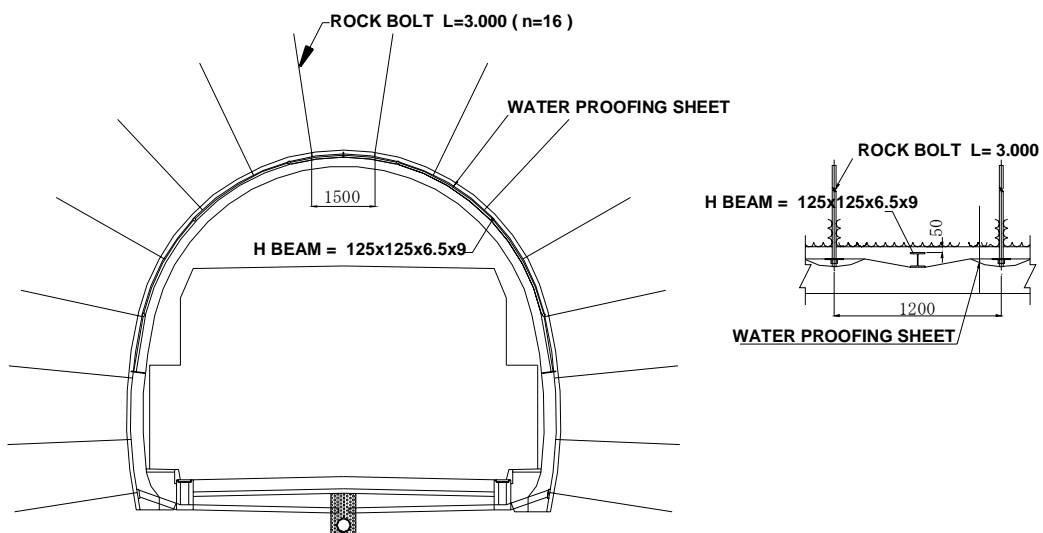


図 11-5 地質区分 CII の支保構造

c) タイプ DI : 長さ 4m、20 本のロックボルトを 1.0m 間隔に設置。前受け (D25x300)。

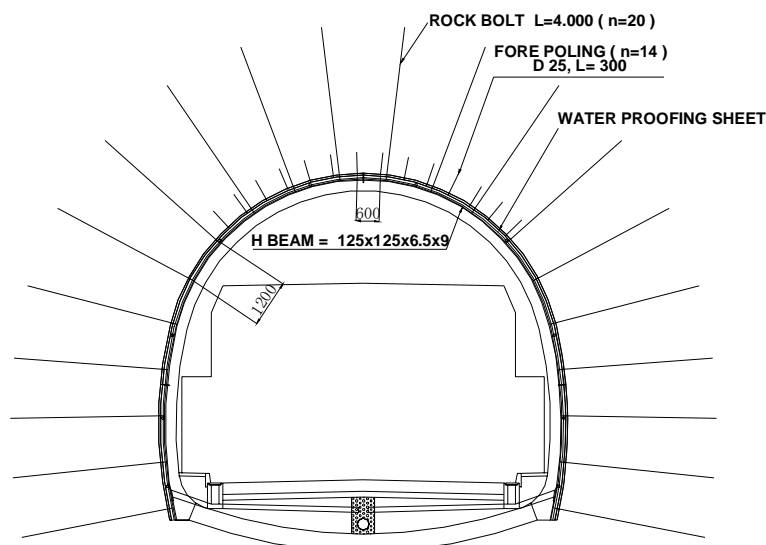


図 11-6 地質区分 DI の支保構造 (先受け工法を採用)

第 1 コハットトンネルはパキスタンで最初の道路トンネルであったことから、地質の悪い DI 区間においては、工事の安全性を考慮し前受け工法 (Fore Poling) を使用した。第 2 トンネルでも同様の前受け工法の採用を提案する。

(5) 緊急時避難用連絡通路

既存トンネルと第 2 トンネルとを結ぶ緊急時の避難用の連絡通路を 2 箇所計画する (図 11-7 参照)。既存トンネルの建設時に、通路の一部の掘削がなされた。

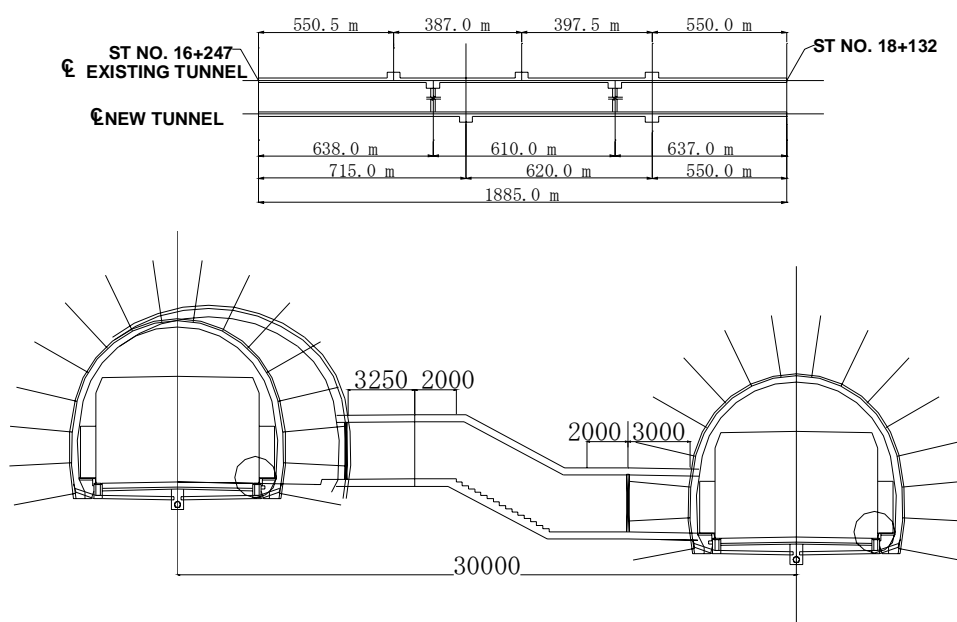


図 11-7 緊急時避難用連絡通路

(6) 排水設計

2005年3月に起きた大降雨時に、排水枡から流水が溢れトンネル内に噴出す現象がおきた。これはトンネル路側に設置されたPVCパイプ(内径150mm)の容量不足ではなく、排水枡の容量不足に起因していると考えられる。第2トンネルではこの現象を回避するため、全ての横断管をセンター排水に接続する方法提案する。(図11-8参照)

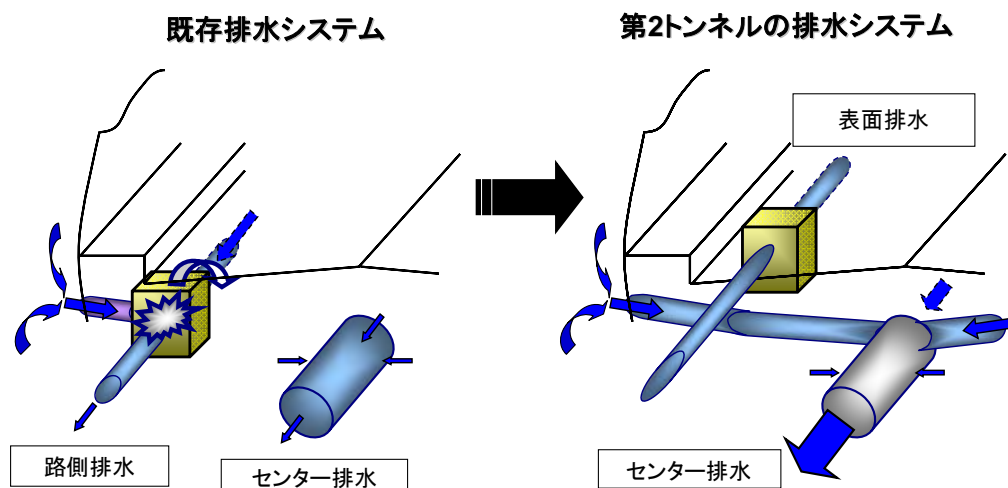


図 11-8 第2コハットトンネルの排水施設計画

11.6 トンネル設備

(1) 換気システム

既存トンネルは対面交通で運用されることから、換気設備が必要であり、以下のような利点から、ジェットファンを用いた縦流式換気システムが選ばれた。

- 交通量の増加に伴って、ファンを追加する事により調整が可能である。
- 初期投資コストが少ない。
- トンネル断面が他のシステムに比してより小さくて済む。

換気システムは以下の条件を満たすよう設計され、現在10基のジェットファンが設置されている。

- 許容一酸化炭素濃度： 100ppm
- 許容煤煙濃度(100m透過率)： 40%

第2コハットトンネルが建設されれば、両トンネルとも一方交通トンネルとなり、走行車両のピストン効果により、両トンネルのジェットファンの必要台数は減ることになる。第2コハットトンネルの供用開始を2013年と仮定し、供用開始時と20年後の2032年のジェットファンの必要台数を検討した。

検討の結果、2013年の第2コハットトンネル供用開始時は、両トンネルともジェットフ



ファンは不要だが、2032年には既存トンネルで14基が必要な一方、第2トンネルでは不要と算定された。ただし、非常時の排煙設備として、2基のジェットファンを設置する計画とした。

## (2) 照明設備

トンネル内部の照明については、次の輝度および照度基準を採用した。

- 輝度： 3cd/m<sup>2</sup> (PIARCの推奨値の基づく)
- 照度： 40 lux (PIARCの推奨値の基づく)

70ワットのHPS（高圧ナトリウム灯）を両壁面の高さ5.5mに設置する事で、トンネル内部での必要な走行路面照度水準 40 lux を保持する事が出来る。

坑口部での照明設計には、次の基準値を採用した。

- 坑口外部の輝度： 4,000 cd/m<sup>2</sup>
- 設計速度に対応した坑口輝度曲線（日本の基準）に基づく。

坑口輝度曲線に対応し、250ワットHPS灯、と70ワットHPS灯との組合せにより、両坑口の、入り口部、導入部、遷移部の照明を行う。坑口の外には、夜間の暗闇から、明るいトンネル照明に運転者の目を慣らすために、150ワットHPS灯を9mの高さに取付ける。効率、大容量、現地での入手し易さ等を考慮して、高圧ナトリウム灯を、トンネル内部、坑口部の照明具として選択した。

## (3) 電力供給設備

電力供給設備は、コハットトンネルのトンネル設備、コントロール室、サブステーションに電力を供給し、予備のエンジン発電機を含む。

## (4) 非常時設備、安全設備

非常時設備は、トンネル内での、火災や他の事故の際の損失を出来るだけ軽減するように設計される。日本の基準に従えば、コハットトンネルはトンネル長さや交通量の関係から、クラスAに分類され（図11-9参照）、表11-7に示される安全施設が必要となる。

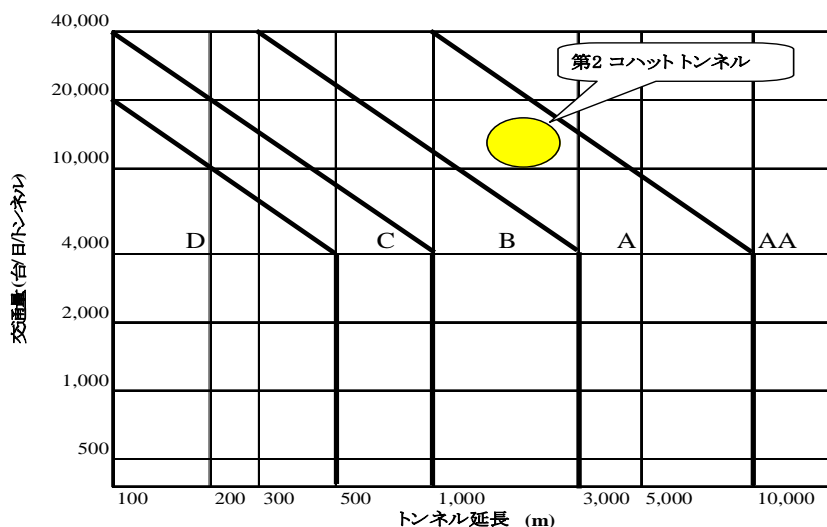


図 11-9 トンネル延長と交通量による等級

表 11-7 第 2 コハットトンネルの緊急施設

項目	位置	数量	記述
緊急連絡電話	緊急待避所および避難通路入り口	4	公衆電話形
火災報知機	50m 毎に、東側壁面に埋めこみ	38	押しボタン形
信号機	北坑口前、高さ制限門形フレームに取付	2	赤、黄灯、自動型
消火器 (小型)	50m 毎に火災報知機と併設	38	ケミカルタイプ
消火器 (大型)	緊急待避所に設置	2	ケミカルタイプ
非難誘導標識	100m 毎に壁面に取付	19	プレートタイプ
高さ制限門形フレーム	北坑口前	2	門形鉄骨製


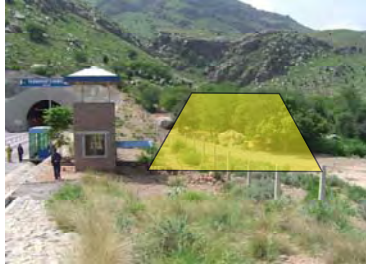
(5) 緊急待避所、連絡坑

第 2 コハットトンネル完成後は、このトンネルは北から南に向かう一方通行トンネルに、既存の第 1 コハットトンネルは北に向かう一方通行トンネルとなる。トンネル内での故障車は交通の障害とならないよう、非常駐車帯に移されるが、第 2 コハットトンネルでは 2 箇所毎に非常駐車帯を設ける。火災、事故等の際の避難通路として、両トンネルを繋ぐ連絡坑を 2 箇所毎に設ける。連絡坑道の両側には、耐火性を有する扉を設ける。防火扉は常時は閉じておくが、非常時の際には手動で開閉出来る構造である。

(6) トンネル制御室と変電施設

第 2 コハットトンネルの坑口は、既設のトンネル制御室および変電施設コントロール室の真後ろに位置するため、その移設が必要となる。移設用地としては、約 1,200 m<sup>2</sup>が必要である。南坑口西側と、北坑口西側との 2 箇所を候補地として選定し、比較検討を行った結果、南坑口案が優れており、これを推奨する (表 11-8 参照)。

表 11-8 トンネル制御室と変電施設の移転場所の比較

位置		南坑口前 西側	北坑口前 西側
位置の説明		南坑口の前面西側 ヤードの標高は、トンネル坑口の高さと 同じとする	北坑口の前面西側 ヤードの標高は、トンネル坑口の高さと 同じとする
坑口部の写真と概略位置 (黄色、矩形部が、候補地)			
候補位置の特色比較と その評価	既存施設ヤードからの距離	既存施設ヤードから近い(約 70m) ○	反対側坑口の外側になり、既存施設ヤード からは、離れている。(約 2,000m) X
	水の流れその他、特別な配慮 の必要性 等	既存の谷を埋めるので、沢水排水に対し ただでなく、出水時の転石等への配慮 も必要である。 ▲	坑口前の平地であり、特別な配慮は不要 ○
	建設手順	既設トンネル内のケーブル移設は殆ど無く トンネル外の作業となる。 ▲	トンネル内のケーブルの移設が必須で、 交通の遮断無しに工事は出来ない。 従って、工事の時間も掛かる。 X
	概算コスト	ヤードの造成他 49Mill Rp. ケーブルの移設 12Mill Rp. 合計 61Mill Rp. ○	ヤードの造成他 5Mill Rp. ケーブルの移設 85Mill Rp. 合計 90Mill Rp. X
全体総合評価		(推奨案) ○	X

注: ○ 良好, ▲ 妥当, X 不都合

(7) 他の施設および建屋

第1コハットトンネルの維持管理のために、次の建物、関連施設が準備されている。

- 管理事務所 (Administration Building) : Sta.13+700 (西側)
- トンネル制御室 (Control Room) : 南坑口 (東側)
- 北緊急対応事務所 (North Emergency Bulding) : Sta.18+650 (西側)
- 料金所

既存の管理事務所と北緊急対応事務所の建屋は、十分な広さと施設があり、第2コハットトンネルの建設によって特に拡張は不要と考えられる。南坑口にある既存のトンネルトンネル制御室と関連施設は移転が必要である。主料金徴収所が Sta.10+600 に設けられており、北向き、南向き交通両方の料金を徴収している。コハットリンクロード料金所が Sta.15+575 のランプ位置に設けられている、これらの2箇所の料金所を統合した、新しい料金所が Sta.17+400 に設けられ、2006年7月より運営を開始している。第2コハットトンネルの建設には、追加の料金徴収ブースの建設のみが必要となる。

## 12 維持管理計画

### 12.1 全般

維持管理は、道路管理において重要な要素の一つである。維持修繕は道路施設をその設計時の、または許容出来る状況に保ち、補修するもので、保守管理は、道路施設の状況の監視と評価、問題の診断と適切な対応を含んでいる。年次および定期保守計画が、利用可能な維持修繕技術、人員、資機材をベースに、経済的かつ効率的に確立されねばならない。

### 12.2 道路施設の維持修繕

計画道路の道路保守は、道路供用期間に亘って最適なパフォーマンスを維持する事と規定される。この手順は道路施設に影響を与える、多くの活動、手段を含んでいる。

通常保守管理 毎年行われるべき保守活動。通常行われる植生管理、排水側溝やカルバートの清掃、さらに交通および環境の影響によって生じる小規模な欠陥、の補修、例えばクラックのシール、パッチング、陥没の補修等。

定期補修 ある期間（数年）毎に行われる保守活動。第 2 コハットトンネルのアスファルト舗装の設計供用期間は 10 年であり、5-10cm 厚のオーバーレイが将来必要となる。

特別（緊急）補修 はっきり予測出来ない保守活動。コハット管理事務所が現在までに実施したものでは、大型車両の走行や駐車で破損した路肩の補修、洪水で洗掘された橋梁基礎の補修、雨水の流下により生じたのり面崩壊、車両の衝突で破損したガードレールの補修、事故車、故障車等の撤去が、これに含まれる。現在実施されている日常点検パトロールは、安全を確保するために必要な緊急作業の内容を把握確定するのに非常に効果的であり、今後も継続すべきである。

### 12.3 過積載大型車両の抑制

過積載の抑制は、トンネルの安全、舗装破損の最小化にとって重要な活動である。コハット保守管理事務所は、「国道安全法令 2000」に従って、主料金所 (Sta.10+600) に重量測定装置を設置し、2006 年 7 月より過積載のコントロール活動を開始している。この活動は継続すべきである。

### 12.4 橋梁の維持修繕

定常的な点検、排水設備の清掃といった小規模な保守は、道路点検補修の一環として行われるべきである。定期点検補修は標準的な点検書式を用いて行われる。洪水の後は、橋梁下部工を点検する、特別点検が必要である。

現在、橋梁保守で問題となっている事項は、洪水による基礎の洗掘（橋梁 No.1）および、道路取付部（踏掛板は使われていない）で生じている沈下である。交通の安全および、橋梁に悪影響を与えないためにも、橋梁取合部の点検、補修が必要である。第 2 コハット

トunnelとアクセス道路の新規橋梁設計では、全橋梁に踏掛板を設けているため、橋梁取合部の沈下は減少するものとする。

## 12.5 トンネルの維持管理

第1コハットトンネルの維持管理に関しては、NHAは、Management Contractor and Operation (MC&O)として機能する、民間業者 (AXS Pakistan (Pvt) Ltd.) と維持管理契約を結んでいる。コハットトンネル管理事務所に常駐する、NHAのChief Operating Officer (管理事務所長) の監督のもとで、MC&Oはトンネルの維持管理サービスを受け持っている。

MC&Oの業務内容は以下の通りである。

- トンネル監視制御装置、換気設備、照明設備、無線通信設備、通行料金所の電子的設備等の運転を含むトンネルの運營業務。
- 料金徴収
- 建物、トンネル維持管理用車両、種々の設備機器の維持と清掃および、トンネル床面、壁面、取付道路、料金所、重量計測所の清掃。

トンネルの運営は、通常運行、部分運行、緊急時運行の3モードに区分されている。運営方法は標準運営方法マニュアル (SOM) に定められている。維持管理の初期訓練はトンネルの一般開放に先立って、日本の専門家により行われた。

トンネルは24時間監視下にあり、このためにCCTV、通信設備、その他の設備とそれぞれの制御装置が世知され、運転要員が配置されている。トンネル換気のために、10台のジェットファンが設置されており、その運転台数は一酸化炭素濃度と煙霧透過率の計測値により自動的に制御されている。油等の危険物搭載車両や規定寸法外の車両はトンネル通行を規制されている。これらの車両はコハット峠を越える旧道を使用している。開通以来、今までのところトンネル内での事故や火災は発生していない。

設備の維持に関して、MC&Oは日常点検、予防的な保守、予防的な補修計画の作成について責任を担っている。トンネルおよび取付道路の、土木的な維持補修作業はMC&Oの分担範囲ではなく、NHAが直接担当している。

第1コハットトンネルは、2003年6月の操業開始以来、維持管理に関して大きな問題は発生していない。従って、第2コハットトンネル完成後の維持管理についても現在の維持管理システムを適用する事が妥当と考えられる。

## 13 環境社会配慮

### 13.1 パキスタン国における環境関連法令及びEIA手続き

パキスタン環境保護法 (1997年) は、すべてのプロジェクトは、州または連邦政府の環

境保護局 (EPA) のスクリーニングを経て EIA に関する手続きを行う義務があることを規定している。一般的に、小規模プロジェクトには初期環境調査 (IEE) の実施が、大規模プロジェクトであれば EIA の実施が義務づけられる。

本プロジェクト (第 2 コハットトンネル及びアクセス道路建設プロジェクト) に関しては、パキスタン環境保護法で規定された建設費 5 千万ルピー (約 1 億円) を超えるプロジェクトであることから EIA 報告書の提出が義務づけられる。これらの IEE または EIA 実施の判断は北西辺境州の EPA によって行われる。

なお、調査対象地域のトンネル以北はトライバルエリアと呼ばれる自治区を通過しており、上述の法律及びガイドラインは適用されない。すべての手続き及び意志決定は、自治区内の組織において検討がなされる。

### 13.2 既存コハットトンネルの建設の環境影響の程度

#### (1) 経緯

本対象区間は、カラチからペシャワールに至る N-55 (通称インダスハイウェイ) の一部区間で、2003 年に第 1 コハットトンネルが開通している。

既存トンネル建設に関する EIA は、2001 年に NHA が実施し、Pak-EPA の承認が得られている。また同時に、NWFP の環境保護局から条件付ながら NOC (Non-Objection Certification) が発行された。

#### (2) 現状の課題

道路は、南から北方向へ登り勾配となっている。大型トラックの運行速度は、平均 16.7km/hr 以下に低下し、トンネル内を 7~8 分かけて走行することとなる。トンネルの走行車線が 1 車線であることから後続の小型車が大型トラックを追越すことが出来ず、渋滞を起こしている。このため、トンネル前後での無理な追い越しを誘発しており交通安全上のリスクを高める結果となっている。

### 13.3 JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく初期環境調査 (IEE)

#### (1) IEE の結果

##### a) 社会環境に及ぼす影響

本トンネル及びアクセス道路は、道路用地内に建設されることから住民移転及び土地収用は発生しない。その他、文化財等についても道路用地内にはなく、ジェンダー、少数民族等の社会環境上の問題も発生しないものと考えられる。しかしながら、第 2 コハットトンネルの建設は、ダラ村において 1 戸の外壁の一部が橋梁建設区域に接触する可能性が高い。ダラ村は FATA 地域に属しパキスタン国の法律が適用されないことから、事業者とダラ村との間で協議を行って対処方針を決定することが必要である。

b) 自然環境に及ぼす影響

調査地域の自然植生は、半乾燥気候を反映して低層の疎林及び草本類のみの極めて貧弱な植生である。このため、わずかに山岳地域において猛禽類の飛翔が見られる程度である。現地踏査及び聞き取り調査により、貴重な植生、植物種、動物種、生態系は存在しないことが確認された。なお、野生生物保護局から本プロジェクトは動植物及び生態系にはほとんど影響がないとの見解を得ている。

c) 公害の発生の可能性

本プロジェクトによる建設行為や工事関係車両の走行、労働者の増加が、粉じん発生や騒音・振動の増加及び廃棄物増加に一時的な影響を与えられ考えられるが、比較的短期間であることから大きな影響はない。

d) 第 2 トンネル及びアクセス道路建設の正の影響

正の影響として次のような内容があげられる。

- 走行車線が 2 車線に増加するため、走行速度の上昇により旅行時間の短縮及び燃料消費量が減少する。この結果、交通量が同じであれば、走行速度が上昇し大気質や騒音・振動の問題は改善されると予測される。
- 2 車線の整備により、トンネル内で追い越しが可能となる。この結果、トンネル前後における無理な追い越しが減少し交通安全が確保される。
- トンネル内の車両の通行が一方向となることにより、通風が安定し、ジェットファン稼働の効率性が高まる。
- 第 1 及び第 2 トンネル間に避難用の連絡トンネルが設置され、緊急時の代替ルートが確保される。

### 13.4 まとめ

本プロジェクトについては、北西辺境州の野生生物森林局及び同州 EPA から口頭ながら環境への影響は少なく、本プロジェクトに反対しない旨の発言 (NOC) を得ている。しかしながら、パキスタン国環境保護法においては、建設費が 5,000 万ルピー以上のプロジェクトは EIA が必要であるとの記載があることから、事業実施機関は必要な EIA 手続きを行い EPA の判断を待つ必要がある。

## 14 施工計画

### 14.1 切土、盛土運搬計画

道路部の計画切土総数量は 310,000m<sup>3</sup> である。このうち 5% (15,000m<sup>3</sup>) は盛土材として不適切と想定され、捨土となる。残りは (土砂 : 101,000m<sup>3</sup>、岩 : 205,000m<sup>3</sup>) 路体の盛り立てに使われる。

全トンネル掘削数量は坑口部の掘削を含めて 152,000m<sup>3</sup> である。トンネルの施工計画に



よれば、このうち 40%(61,000m<sup>3</sup>)は南坑口側から、残りの 60% (91,000m<sup>3</sup>) は北坑口から掘削搬出される。これらの掘削ズリは路体の盛土材として使用される。

全盛土数量は 1,106,000m<sup>3</sup> と見積もられている。使用材としては、道路部掘削材、トンネル掘削材および道路沿いの土取場からの客土を計画している。第 1 コハットトンネルの建設時の、余剰掘削土砂はトンネル北側の道路敷内に貯留されており、これらは、使用出来るものとし、客土に含んでいる。

図 14-1 は掘削と盛り立て土量のバランスをセクション毎に示している。

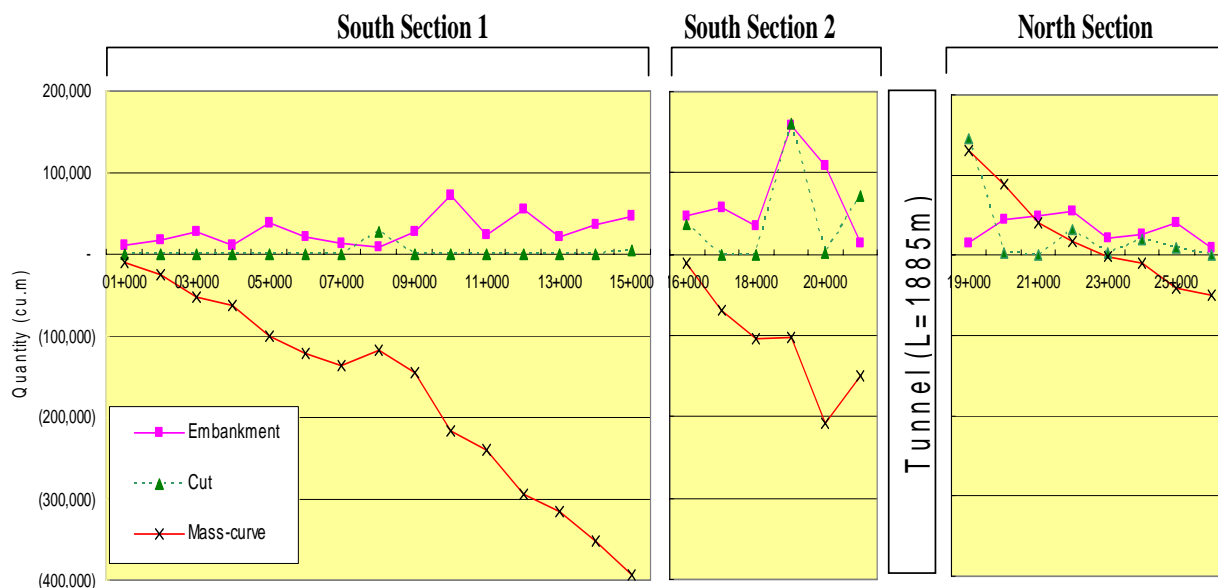


図 14-1 切盛土バランス

約 54%の盛土材は土取場から、残りは道路およびトンネルの掘削土が使用される。トンネルの南側区間の客土は、計画道路に沿って、第 1 コハットトンネル建設の際に開発された土取場から得られる。

## 14.2 トンネル建設

道路建設においては、橋梁およびトンネルが一般土工部に比して長い時間を要するためトンネルの建設工程は十分検討されなければならない。トンネルの掘削は両坑口からなされ、60%は北坑口から、40%は南坑口から行われる。

図 14-2 にトンネル土木工事の工程を工種毎に示す。建設速度は、第 1 コハットトンネルの実績に基づいて推定した。2 交代制での施工を採用した。

準備工として掘削開始前の準備に 1 ヶ月を必要とする。トンネル掘削は北坑口から開始する。南坑口からの掘削は、これに先立って既存のトンネル制御室 (Control Room) の移転作業が必要なため、7.5 ヶ月遅れて開始する。土木工事の完了までに、24.5 ヶ月が必要と算定される。

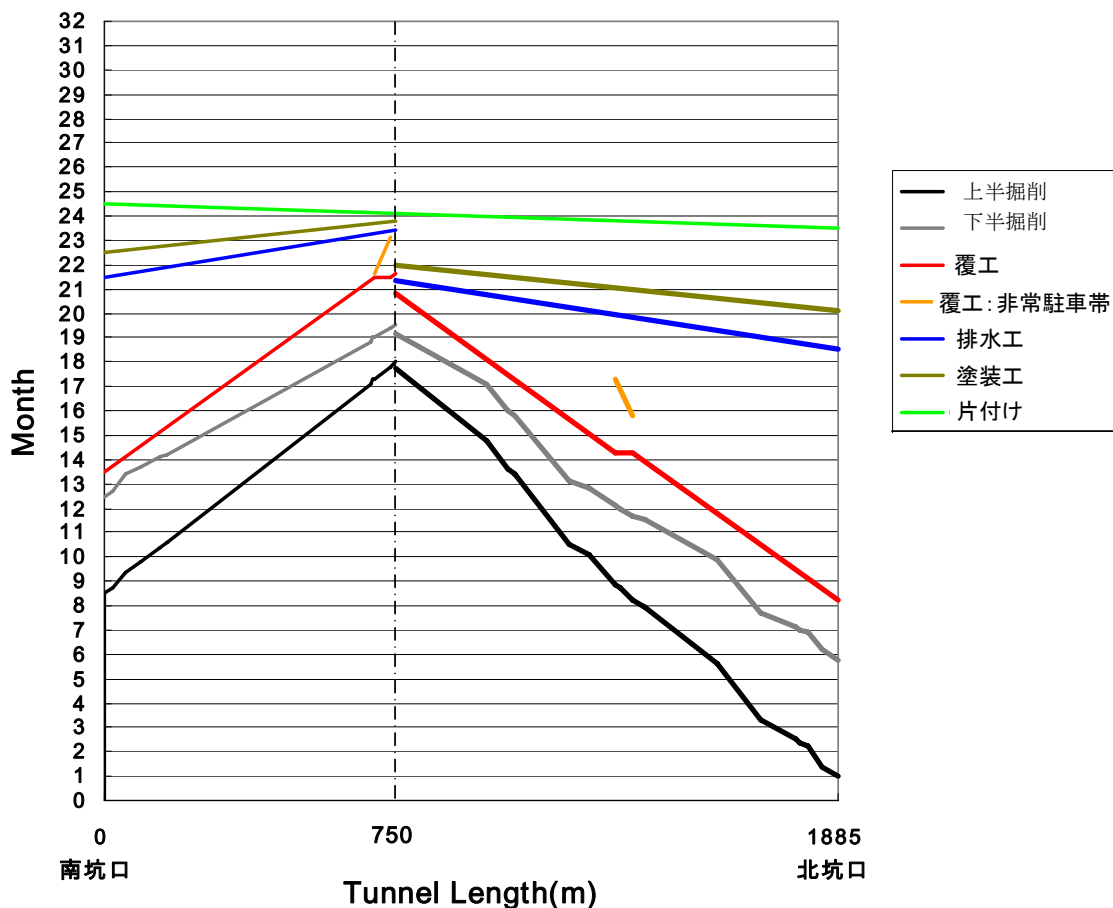


図 14-2 トンネル土木工事の実施工程

### 14.3 橋梁建設

第 2 コハットトンネルの取付道路建設計画では、表 14-1 に示す 9 橋が建設される。橋梁番号 No.3AR は、鉄道をこえる跨線橋で、No.3BR 橋梁は国道 N-80 (平均日交通量 約 4,300 台) を跨ぐ橋梁、そして No.8R 橋梁は、北西辺境州 (NWFP) 道路 (平均日交通量 約 3,400 台) を跨ぐ橋梁で、建設中の一般交通車両のコントロールと安全確保には特別の注意が必要である。No.10R 橋梁が越える道路の交通量は極めて少ない。

表 14-1 プロジェクトで建設する橋梁

No.	Station (at center)	Type	Length (m)	Span	Pile Length (m)	Remarks (Crossing)
1 R	2+736.245	PC Girder	120	4 - 30m Span	16	Over Jerma Minor River
2 R	4+735.415	PC Girder	50	2 - 25m Span	14	Over river
3A R	9+454.363	PC Girder	20	1 - 20m Span	20	Over railways
3B R	9+645.760	PC Girder	30	1-30m Span	21.5	Over N-80
9 R	14+800.000	RC Girder	12	1-12m Span	20	Over Bazi Khel Road
10 R	16+585.000	RC Girder	12	1-12m Span	20	Over a track
<b>Kohat Tunnel*</b>						
5 R	18+935.415	PC Girder	80	25m+30m+25m	20	Over Osti Khel Algad
8 R	19+088.355	PC Girder	20	1 - 20m Span	Spread Fd.	Over NWF Road
6A R	21+260.525	PC Girder	180	6-30m Span	12	Over Osti Khel Algad & Panderi Algada
7 R	25+388.915	PC Girder	40	2-20m Span	20	Over Mullah Khel Algad
Total:			564 m			

Notes: \* Break at Sta. 20+186.738 /Sta.16+247.000 (-3,939.738)

これらの橋梁は何れも、既存橋梁、盛土に隣接して建設される事になる。既存道路の法面防護工、翼壁の一部は撤去が必要となる。従って、新設橋の建設にあたっては、鋼矢板とアースアンカーの組合せによる、仮設土留め工が必要となる。(図 14-3 参照)

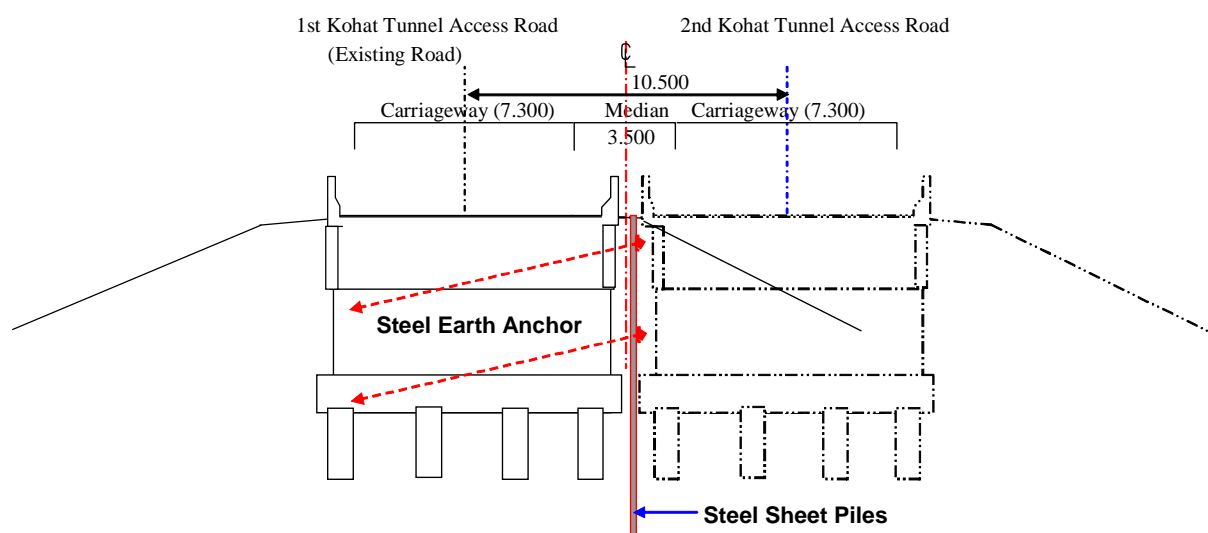


図 14-3 橋梁建設のための仮設土留め工

#### 14.4 工区設定の提案

第2コハットトンネル建設計画（総延長 30.27km）の工区設定は、工事費規模、工区延長、工期、工事の効率的実施、掘削土砂の堤体盛土への流用、等を考慮に入れて、トンネルを含めて全体を一工区とする事を提案する。建設業者は、外国企業を採用すべきと考える。

#### 14.5 建設工程

第2コハットトンネルの全体建設工程を図 14-4 に示す。工程表作成のための、工事項目毎の所要期間は、工事数量、日作業量、投入作業グループ数、月の稼働日数等を考慮して定めた。トンネル土木工事に約 24 ヶ月、トンネル設備の設置に 9 ヶ月が必要である。

準備工 (2-3 ヶ月)・片付け工 (1 ヶ月) を含めて、全体所要工期は 36 ヶ月となる。

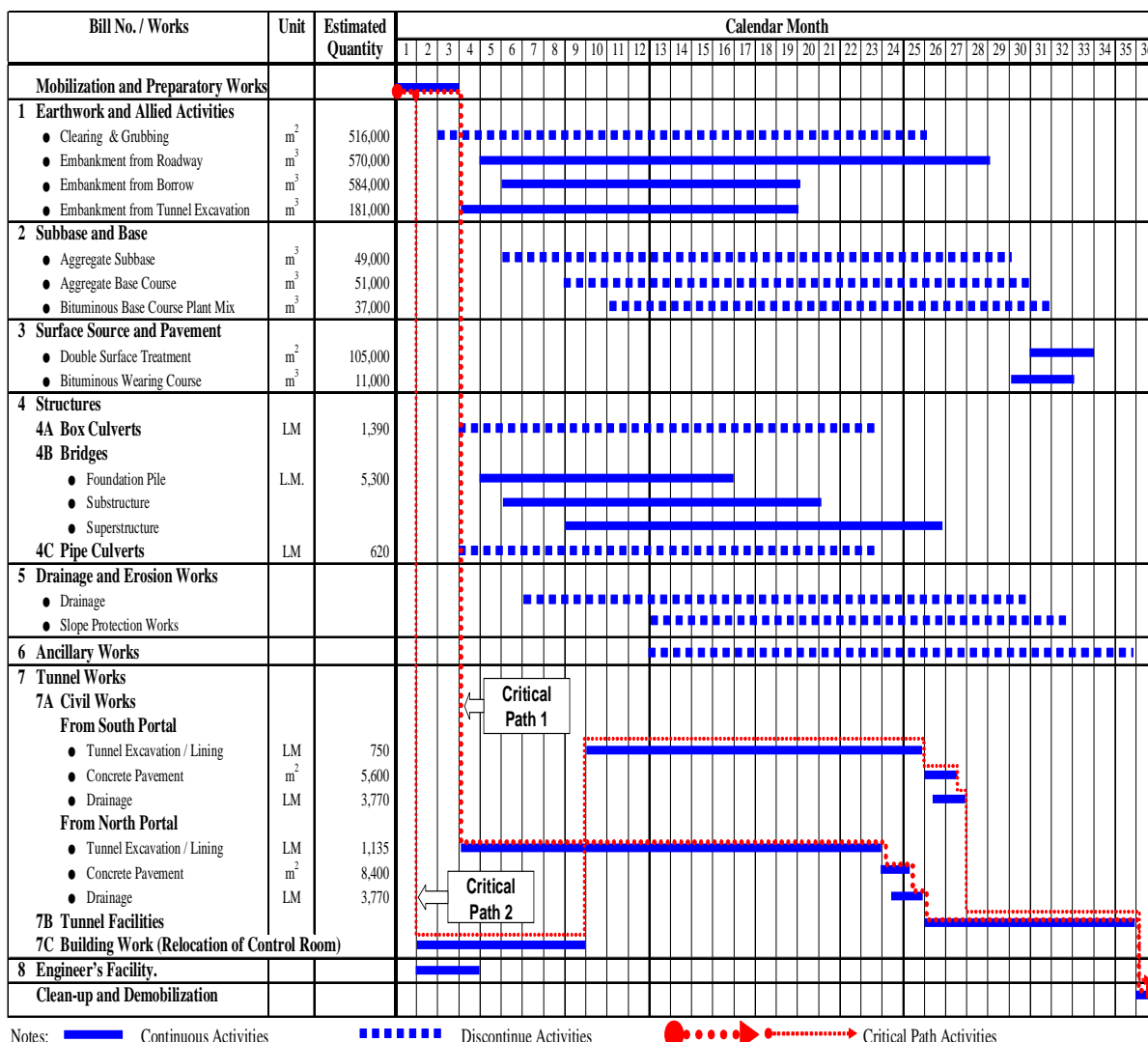


図 14-4 全体工事工程

トンネル工事が、全体建設工程のクリティカルパスとなる。トンネル掘削は両坑口から行われるが、南坑口からの掘削は、トンネル制御室の移設が完了次第開始する事となる。アクセス道路の建設工事は、土工、舗装工、橋梁建設等を含めて、クリティカルパスを構成しない。

トンネル掘削部の地質状況は、第 1 コハットトンネル工事の施工記録が得られており、比較的良く把握されていると言える。従って、地質の相違による工事の遅延は少ないと考えられる。また、トンネル工事は降雨による影響も受け難い。

## 15 概略事業費の算定

### 15.1 事業費

事業費は、一般的に、建設費、予備費、設計施工・監理費、用地取得費および補償費、プロジェクト管理費から構成される。建設コストは、直接工事費、施工業者の経費および利益を含む間接工事費、それに租税公課からなる (図 15-1 参照)。

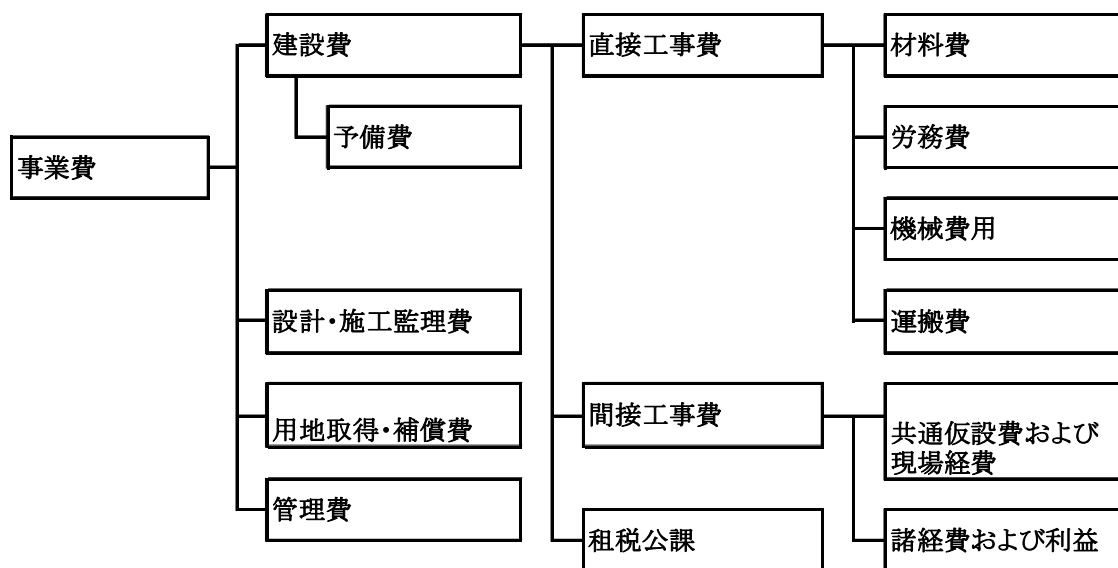


図 15-1 事業費の構成

第 2 コハットトンネルの建設に際しては、4 車線分の用地が既に取得済みであり、用地取得コストは不要である。

事業費は現地通貨のパキスタン・ルピーで見積もった。価格変動に係わる予備費は算出していない。輸入資材、機器の価格を現地価に換算する際の、換算比率としては、2 月 1 日から 7 月 31 日まで 6 ヶ月の平均値として、1 米ドル = Rp.60.0 = 日本円 115.67 を採用した。

#### (1) 工事数量の算定

第 2 コハットトンネル建設の工事数量は、概略設計の結果に基づき、第 1 コハットトンネル建設の工事契約書の単価項目を踏襲して算出した。

工事数量は Bill No.7 のトンネル工事を除いては、NHA の一般仕様書に沿って分類した。

数量は、2 区間に分けて算出した。区間 1 はプロジェクトの起点 (コハット・トイ交差点) から Sta.15+000 (コハットリンク道路交差点) まで、区間 2 は Sta.15+000 からプロジェクトの終点 (ダラ・アダム・ケル) までの区間である。トンネル工は区間 2 に含まれる。

(2) 事業費

総事業費は、表 15-1 に示すように、63.22 億ルピー（米ドル換算で、1.06 億ドル）となった。

表 15-1 概算事業費

適用	金額 (単位: x1,000 Rs.)		
	南区間*	北区間**	合計
<b>I. 建設費</b>			
1 土工	194,044	402,898	596,942 (11.4%)
2 下層路盤工および上層路盤工	173,042	166,053	339,095 (6.5%)
3 表層工	86,281	97,408	183,689 (3.5%)
4A 構造物工: ボックスカルバート	68,106	179,653	247,759 (4.7%)
4B 構造物工: 橋梁	261,259	291,194	552,453 (10.6%)
4C 構造物工: パイプカルバート	17,432	13,003	30,435 (0.6%)
5 排水工および侵食防護工	26,072	70,991	97,063 (1.9%)
6 付属工	99,091	149,326	248,417 (4.8%)
7A トンネル土木		1,737,651	1,737,651 (33.2%)
7B トンネル設備工		924,946	924,946 (17.7%)
7C 建築工		118,011	118,011 (2.3%)
8 エンジニア用施設	27,760	124,534	152,294 (2.9%)
<b>建設費合計</b>	<b>953,087</b>	<b>4,275,668</b>	<b>5,228,755 (100.0%)</b>
<b>II. 予備費 (10%)</b>	<b>95,309</b>	<b>427,567</b>	<b>522,876</b>
<b>III. 設計・施工監理費 (10%)</b>	<b>95,309</b>	<b>427,567</b>	<b>522,876</b>
<b>IV. 管理費 (1%)</b>	<b>10,484</b>	<b>47,032</b>	<b>57,516</b>
<b>総事業費</b>	<b>1,154,189</b>	<b>5,177,834</b>	<b>6,332,023</b>

注: \* 南区間: 始点からSta.15+000(コハットリンク道路IC)までのアクセス道路の建設

\*\* 北区間: 第2コハットトンネルの建設とSta.15+000 から終点までのアクセス道路の建設

15.2 維持管理費

(1) トンネル設備の維持管理費

第1コハットトンネルの実績より、Management Contractor & Operator (MC&O)による、維持管理費は5年間の平均値で年間8,843 万ルピーと見積られる。この値は、従業員給与、トンネル維持管理用車両とトンネル設備の維持管理費から成っている。(表 15-2 参照)

表 15-2 第1コハットトンネルの維持管理費支出

Items	For 5 years (Rs.)	Rs./Year	Ratio
Staff Salaries	335,883,660	67,177,000	76.0%
Tunnel Vehicles	35,353,000	7,071,000	8.0%
Operation & maintenance Cost	70,921,281	14,184,000	16.0%
Total	442,157,941	88,432,000	100.0%

第2コハットトンネルの開通後、維持管理は多少は増加するが、現状の従業員数で、2本のトンネルの管理が可能で、維持管理費の著しい増加は考えられない。追加費用として、5%を上乗せし、年間維持管理費をRs.92,953,000とした。

第1コハットトンネルでは、換気用に10台のジェットファンが使用されており、これは2003年から運転を開始している。ジェットファンの供用年数は約20年とされており、2023年頃には取替えが必要となる。この購入価格を定期支出として計上した。

同様に、トンネル制御室にある制御機器の一部、例えば、電子的な表示板等は10年後には交換が必要となるものと考え、制御機器の50%の費用を定期維持管理費用として計上した。

- ジェットファン10台の交換(20年毎) : Rs.133,443,000
- 制御機器の一部交換(10年毎) : Rs. 90,971,000

(2) 道路施設の維持修繕

維持管理プログラムは通常維持管理と定期維持管理に分類される。通常維持管理は毎年必要となるもので、定期維持管理は、数年の期間毎に必要となる工事である。維持管理費は表15-3に示す条件で算定した。

表 15-3 道路施設の維持管理費

Category	Works	Cost	Program
Routine Maintenance	Pavement & Shoulders (Patching, partial reconstruction, etc)	2% of Pavement Construction Cost*	Every Year
	Bridge/Culvert (Cleaning, joint repair, etc.)	0.5% of Pavement Bridge & Culvert Construction Cost*	
	Drainage, Slope & Ancillary Items (Guardrails, vegetation control, etc.)	2% of Drainage, Slope & Ancillary Items Construction Cost*	
Periodic Maintenance	AC Overlay on AC pavement (including leveling thickness)	5cm thick AC Overlay 7.5cm thick AC Overlay Construction Cost	At 11th year At 21st year
	AC Overlay on PCC Pavement for Tunnel Section	10cm thick AC Overlay Construction Cost	At 21st year

Note: \* average % by year

第1コハットトンネルの開通以来、1.8kmの路肩の維持管理に2,200万ルピー(730万ルピー/年)が費やされた。路肩損傷の殆どは、大型車両の路肩通過や駐車によって生じている。この状況は、第2コハットトンネルの完成後は大きく改善されるであろう。現存道路の舗装の維持管理費も、車輛の荷重が、2車線から4車線に分散する事により、年間20-30%減少すると見られる。



## 16 プロジェクト評価

### 16.1 経済費用

プロジェクトの経済費用は財務費用(市場価格表示)に標準変換係数(Standard Conversion Factor: SCF=0.88<sup>1</sup>)を適用して得られ、表 16-1 に要約される。

表 16-1 経済費用 (Rs.1000, 2006 年価格)

道路区間	費用項目	財務費用	経済費用
Section 1 (南区間)	建設費	953,087	838,717
	エンジニアリング費用	95,309	95,309
	管理費	10,484	10,484
	予備費	95,309	83,872
	小計	<b>1,154,189</b>	<b>1,028,382</b>
Section 2 (北区間)	建設費	4,275,668	3,762,588
	エンジニアリング費用	427,567	427,567
	管理費	47,032	47,032
	予備費	427,567	376,259
	小計	<b>5,177,834</b>	<b>4,613,446</b>
Section 1 + 2	建設費	5,228,755	4,601,304
	エンジニアリング費用	522,876	522,876
	管理費	57,516	57,516
	予備費	522,876	460,131
	合計	<b>6,332,023</b>	<b>5,641,827</b>

出典: 調査団

トンネル及びアクセス道路が 4 車線で供用開始した後の維持管理運営費用も経済費用に変換した。

### 16.2 経済便益

数量的に把握された便益は 4 車線拡幅後のトンネルとアクセス道路を利用する利用者が享受する便益であり、次記の 2 種類に分類される。

- 自動車走行経費 (VOC) の節約
- 走行時間費用の節約

最新の自動車走行経費単価、時間費用単価、将来交通需要及び将来の走行速度の予測結果を適用し、“プロジェクトが実施された場合(With Project)” と、“プロジェクトが実施されない場合(Without Project)” との比較により便益を算定した結果を表 16-2 に示す。

<sup>1</sup> “Islamabad-Muzaffarabad Road Project (N-75) PC-1 Proforma, Sep.2005, NHA”より

表 16-2 経済便益 (Rs.million, 2006 年価格)

年	北区間 (from Kohat Link Road to north end point (including the Tunnel))			南区間 (from south start point up to Kohat Link Road)			プロジェクト全体便益		
	時間節約 便益	走行経費 便益	小計	時間節約 便益	走行経 費便益	小計	時間節 約便益	走行経費 便益	合計
2010	177.13	197.37	374.50	12.64	32.96	45.60	189.77	230.33	420.10
2015	358.31	303.87	662.18	25.27	51.89	77.16	383.27	355.76	739.03
2020	700.67	432.75	1,133.42	48.52	75.31	123.83	749.19	508.06	1,257.25
2025	1,301.35	575.57	1,876.93	84.21	104.47	188.68	1,385.56	680.04	2,065.60

出典: 調査団

### 16.3 経済評価

#### (1) 評価シナリオ

シナリオ 1: 事業実施計画に従い、北区間及び南区間とも第 2 コハットトンネルと 4 車線アクセス道路として 2013 年初頭に同時に供用開始する。

シナリオ 2: (段階施工) 第 2 コハットトンネルと 4 車線アクセス道路を含む北区間は 2013 年に供用開始し、南のアクセス道路区間は 7 年後の 2020 年に供用開始する。これは交通解析の結果、南のアクセス道路の交通量が 2020 年にはサービスレベル (E) に達することを反映したものである。

#### (2) 評価指標

次の 3 種類の指標を評価指標とした。

- 経済的内部収益率 Economic Internal Rate of Return (EIRR)
- 純現在価値 Net Present Value (NPV)
- 便益/費用比 Benefit/Cost Ratio (B/C)

#### (3) 評価結果

シナリオ	評価指標	
シナリオ 1	EIRR	16.6%
	NPV (Rs.million)**	2,342
	B/C**	1.57
シナリオ 2	EIRR	17.3%
	NPV (Rs.million)**	2,476
	B/C**	1.66

出典: 調査団

(注):\*\*:資本の機会費用 (割引率)=12%

評価結果は本プロジェクトの実施が双方のシナリオについて経済的にフィージブルであることを示している。しかしながら、シナリオ相互間で大きな差は見られない。

(4) 感度分析

関連する要因を可能性のある範囲内で変化させ、フィージビリティの頑健性を検証した。各シナリオに対して合計 5 ケースの検証を実施し、その結果を表 16-3 に示す。

表 16-3 感度分析の結果

シナリオ	テスト ケース	EIRR (%)	NPV (Rs.million)	B/C
シナリオ 1	ベースケース	16.6	2,342	1.57
	Test 1: 費用: 10% 増加, 便益: 10% 減少	14.4	1,284	1.28
	Test 2: 費用: 20% 増加, 便益: 20% 減少	12.4	227	1.05
	Test 3: 評価期間: 供用開始後 20 年	15.2	1,239	1.30
	Test 4: 時間価値単価: 20%減少	15.2	1,546	1.38
	Test 5: 時間価値単価: 50%減少	12.8	352	1.09
シナリオ 2	ベースケース	17.3	2,476	1.66
	Test 1: 費用: 10% 増加, 便益: 10% 減少	15.1	1,478	1.36
	Test 2: 費用: 20% 増加, 便益: 20% 減少	13.0	480	1.11
	Test 3: 評価期間: 供用開始後 20 年	16.0	1,370	1.37
	Test 4: 時間価値単価: 20%減少	15.8	1,695	1.45
	Test 5: 時間価値単価: 50%減少	13.3	524	1.14

上記の結果、感度分析のために設定された全てのケースについて、経済的内部収益率 (EIRR)は12%以上、純現在価値(NPV)はプラスの値、便益/費用比(B/C)は1より大であり、プロジェクトの経済的フィージビリティの頑健性を示している。

16.4 財務分析

(1) 料金収入の計算

現在のコハット・トンネルの利用料金は表 16-4 のとおりである。

表 16-4 現行コハット・トンネルの料金体系

車種	1 台当たり料金
1) 乗用車/ジープ	Rs.20
2) ハイエース, コーチ, ミニバス類	Rs.80
3) バス, 2-軸,3-軸 貨物車	Rs.100
4) 連結貨物車	Rs.150

出典: NHA

(2) 財務評価

財務的キャッシュフロー分析により、財務的内部収益率(Financial Internal Rate of Return: FIRR)は 4.7%と算定された。この収益率は何らかの補助金が得られなければ投資費用を含む全ての費用をカバーするには低すぎる率である。

しかしながら、年々の維持管理運営費(O&M 費用)は年間の料金収入で十分賄うことが可能である(O & M 費用は料金収入の 30-40%程度である)。供用開始 5 年後の累積純余剰は、価格変動が無い場合、10 億ルピーを超えるであろう。もし、インフレ率が年率 11%以上

になれば累積純余剰は失われるであろう。

## 16.5 第2コハットトンネルのインパクト

第2コハットトンネルの建設は国家レベル及び地域レベルの双方において種々の面から多大なインパクトを及ぼすものと期待されている。第2コハットトンネルによって発生する主要なインパクト/間接便益を以下に要約する。

### (1) 国家レベルのインパクト

インダスハイウェイ (N-55)は国道5号線と共に、パキスタンにおける最も重要な南北軸のひとつである。パキスタン政府は現在、全国道路網を強化するため2車線国道の4車線化を特に南北軸を優先的に進めている。第2コハットトンネルと4車線のアクセス道路の建設は、この南北回廊の一部を形成することに貢献し、同時に、パキスタンの首相によって2005年8月に開始された戦略的枠組である国家貿易回廊 National Trade Corridor (NTC)の構想/ビジョンに沿うものである。このNTC構想は、パキスタンにおける貿易と物資の流れを世界的なサービス水準まで向上させることによって同国におけるビジネスに要する費用を軽減させることを目的としている。

パキスタン(及びコハットトンネルも同様に)はアフガニスタンとの国際貿易上、また、中央アジアの内陸国に自国内の港湾へアクセスするためのリンクを提供し得る地政学的に戦略的な要所に位置する。従って、第2コハットトンネルはパキスタンの交通面での競争力の強化と国家貿易回廊NTCの形成に貢献するであろう。

### (2) 地域レベルのインパクト

既存のコハットトンネルは2003年に供用を開始した。供用開始から3年しか経過していないため、既存トンネルのインパクトは現在も進行中であり、いまだ100%実現されていない。この既存トンネルに加えて、第2トンネルが地域レベル(コハット市、NWFP及び周辺の各州)に与える期待されるインパクト/効果を下記に概説する。

#### a) 地域経済発展の促進

第2コハットトンネルの建設は州都であるペシャワールへの/からのアクセシビリティを向上させ、またアフガニスタンとの国境、さらにパンジャブ州のようなより遠方の州へのアクセシビリティをも向上させる。このアクセシビリティの向上は地域の開発ポテンシャルを引き上げ、その結果、雇用機会の増加、商業や社会活動が拡大されるであろう。

第2コハットトンネルの間接便益や無形の便益(Intangible Benefits)を定量的に予測することは困難であるため、代替的なインパクト分析として、既存のコハットトンネルによるインパクトの実績を参照し、それを下記に提示する。下記に説明される既存のコハットトンネルによって実現されたインパクトは、JBICによって2005年に実施された事後評価調査の結果から引用されたものである。

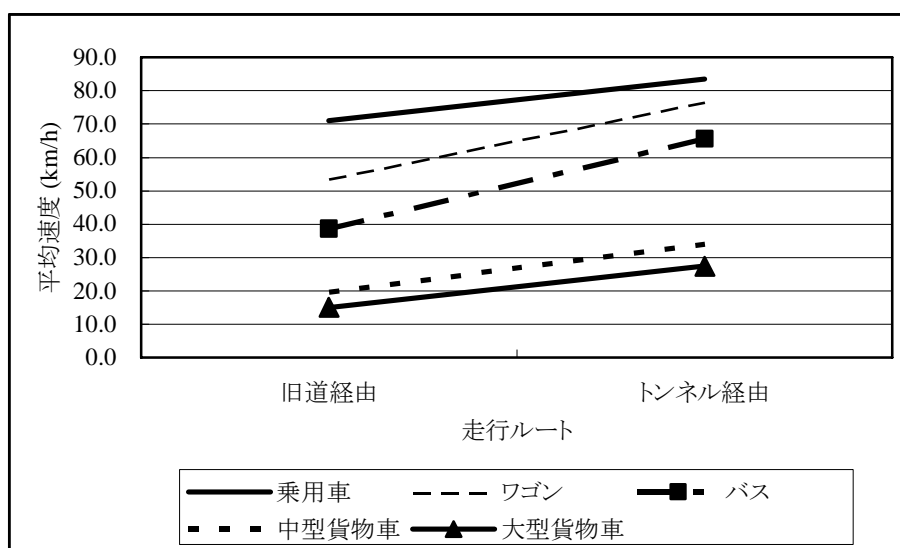
i) アクセシビリティの向上

既存のコハットトンネルによって実現されたアクセシビリティの向上実績を表 16-5 および下図に示す。貨物車の大幅な走行速度上昇が観測されており、15-20 km/時ほどであった速度がトンネル経由では約 30 km/時へ変化した。貨物車の節約時間は概ね 50-70 分である。(表 16-6 参照)

既存の 2 車線トンネル/2 車線アクセス道路の走行速度は将来交通量の増加に伴って低下していくであろう。第 2 コハットトンネルと 4 車線アクセス道路は高いサービスレベルを維持し、道路利用者に円滑なルートを提供することが出来る。

表 16-5 走行速度の上昇

車種	ルート別平均走行速度 (Km/h)		速度上昇率 (%)
	旧道 (N-55) 経由	トンネル/アクセス道路経由	
乗用車	71.0 km/h	83.5 km/h	17.6 %
ワゴン	53.3 km/h	76.5 km/h	43.5 %
バス	38.7 km/h	65.6 km/h	69.5 %
中型貨物車	19.7 km/h	34.0 km/h	72.6 %
大型貨物車	15.1 km/h	27.4 km/h	81.5 %



出典：事後評価報告書、JBIC, 2005

表 16-6 走行時間の節約

車種	ルート別走行時間		時間節約率(%)	節約時間(分)
	旧道 (N-55) 経由	トンネル/アクセス道路経由		
乗用車	30	22	26.7 %	8
ワゴン	40	24	40.0 %	16
バス	55	28	49.1 %	27
中型貨物車	108	54	50.0 %	54
大型貨物車	141	67	52.5 %	74

出典：事後評価報告書, JBIC, 2005

ii) 広域的な既存コハットトンネルの影響圏

ドライバーへのインタビュー調査 (105 サンプル)によれば、トンネルを利用している車輛の殆ど全て (99%) の走行目的は業務/商用目的である。さらに、そのうち約 40%がコハット～ペシャワール間、44%が他の州との間のトリップである。従って、トンネルのインパクトはペシャワールのみならず、NWFP の外まで及ぶ極めて広範囲に経済活動を促進していることになる。第2コハットトンネルと4車線アクセス道路による容量の拡張はこの効果を加速させるであろう。

iii) 雇用機会の拡大と所得の増大

NWFP とコハット県の 2002 年の失業率はそれぞれ 26.8% 及び 38.4% である (“Socio-economic Indicators at District Level NWFP, Federal Bureau of Statistics, 2002 より)。このような状況では NWFP とコハット県における雇用機会の増加は切実である。上記のトンネルを利用しているドライバーへのインタビュー調査結果では、62%のドライバーがトンネルの影響によって所得が増加した (これは燃費の節約とトリップ回数の増加によるものと思われる)。さらに、限定的な効果ではあるが、既存トンネルの維持作業では、70%以上の作業員が地元のコハット県から雇用されており、トンネルは継続的な雇用機会の提供に貢献している。第2コハットトンネルと4車線アクセス道路はより多くの維持作業を必要とするため、地元からの若干の追加雇用が必要となろう。

vi) 貨物の荷痛み減少効果 (果物及び野菜)

現在、ペシャワールの青果市場では一日当たり約 500 台の貨物車が操業し、貨物を扱っている。そのうち約 50%の貨物車はコハットトンネル経由での発着である。現在のトンネルが開通以来、貨物の到着に遅れがなくなり、質・量ともに増加した (青果市場の責任者からの情報)。これは痛みやすい果物や野菜を作っている地域の農家の所得向上に繋がっている。第2コハットトンネルは道路状況を高いサービスレベルに維持し、改善することによってこの種の便益を強めることになる。

b) 公共交通の改善

第2コハットトンネルの建設によって、信頼のおけるスケジュールと頻度の高い運行回数のもとでトンネル経由の新規のバスサービスが提供される可能性が高まる。その場合、自家用車を持たない地元住民は日々の通勤、通学の活動をペシャワールや他の地域へ拡大させることが可能となる。

上記事後評価調査によれば、ペシャワールにバスターミナルを持つあるバス会社は2005年9月からトンネル経由の新規バスサービスを開始した(一日5往復)。第2コハットトンネルと4車線アクセス道路の建設はバス会社にトンネル経由のバスサービスを拡張する一層の動機を与えることになるであろう。

c) 医療施設および他の公共施設へのアクセシビリティの向上

現在、コハット県には7箇所の病院しか無いが(2002年)、第2コハットトンネルの建設によって緊急患者はペシャワールのより質の高い、より施設の整った病院へより早く搬送することが可能となる。

最後に、強調されるべきは、第2コハットトンネルが建設されなければ、国道55号線の機能は維持されず、上記で説明された地域/国家経済への期待されたプラスのインパクトは減少するか、又は失われるであろう。

(3) インパクト分析に必要なベースラインデータ

既存のコハットトンネルのインパクト分析は地域住民/トンネル利用者へのインタビューから得られた極めて限られたベースラインデータに基づいている。この基礎となった事後評価で得られたデータを他のソースのデータとも合わせて表16-7に要約する。

表 16-7 インパクト分析に必要なベースラインデータ

項目	データ/情報	(注)
1) 交通量	5,463 台/日 (2004)、6,149 台/日(2005)	実績
2) 走行時間	22 分 (乗用車)、67 分(大型貨物車)	起点-終点間
3) 走行経費単価(VOC)	トンネル部 : 3.25 ルピー/km (乗用車) 13.0 ルピー/km (大型貨物車) 旧道部 (N-55) : 4.75 ルピー/km (乗用車) 26.50 ルピー/km (大型貨物車)	2005 年価格
4) 年間交通事故件数	(2004 年) (2005 年) トンネル部 : 0 件 0 件 アクセス道路 : 24 件 42 件	NHA データ
5) 社会経済データ		Federal Bureau of Statistics
-人口	NWFP: 17,744,000, Kohat 県: 563,000	
-失業率	NWFP: 26.8%, Kohat 県: 38.4%	
-病院数	NWFP: 123, Kohat 県: 7	

出展 : 事後評価報告書、JBIC、2005 及び NHA、パキスタン統計局



第2コハットトンネルの評価のため、追加的なデータ収集を継続していく必要がある。

## 16.6 結論

プロジェクトの実施は、経済内部収益率 EIRR が 16% - 17% であることから経済的にフィージブルである。感度分析の結果はプロジェクトのフィージビリティの頑健性を示している。二つのシナリオについて分析がなされ、シナリオ 2 (南のアクセス道路の段階施工) がシナリオ 1 より若干高い EIRR となったが、二つのシナリオの間には大きな差は無い (シナリオ 1 の EIRR は 16.6%、シナリオ 2 では 17.3% である)。

財務分析の結果は 4.7% の極めて低い財務内部収益率 FIRR となり、将来の料金収入では投資費用を回収できないが、年々の維持管理運営費を十分賄うことが可能である。

十分な直接便益に加えて、第2コハットトンネルは国家レベル、地域レベルの双方に対して多大でポジティブなインパクト与えると同時に、パキスタンにおける道路セクターが抱える課題/問題の解決に貢献するであろう。従って、第2コハットトンネルの建設を推進していく必要がある。

## 17 実施計画

### (1) 事業実施機関

運輸省傘下の NHA が実施機関として、工事、運営・維持管理に責任を持つ。

### (2) 事業資金源

NHA の予算的な制約から、本プロジェクトも、パキスタンの他の道路網開発プロジェクトと同様に、外国援助機関からの資金協力を得て実施されるものと考えられる。第1コハットトンネル建設事業に融資した JBIC は、有力な資金源の一つである。

トンネル交通量が既存トンネルの容量に近づいており、本プロジェクトの緊急性を考慮すれば、パキスタン政府は、本フィージビリティ調査に基づき、資金源を特定して資金援助を要請するアクションを出来るだけ早く開始すべきである。

### (3) フェーズ分け

第1コハットトンネルを含む北区間 (Kohat Link Road IC – Dara Adam Khel 間、15.2km) の交通量は、この区間の容量に近づいており、2車線の追加が急がれる。一方、南区間 (Kohat Toi – Kohat Link Road IC 間、15.0km) の交通量は、現在容量を下回っている。

一方、本プロジェクトを高い優先順位で実施するという決定がパキスタン政府により早急になされた場合でも、第2コハットトンネルの開通は早くても 2013 年の初めとなる。その時期の南区間のサービスレベルは、レベル C と予測される。しかし、第2コハットトンネル完成後、南区間の北部 (N-80 – Kohat Link Road IC) は直ちに、また南部 (Kohat

Toi - N-80) も 4-5 年のうちにレベル D になると予測されることから、南区間の建設を遅らせて段階施工を行う積極的な理由は無い。

このため、第 2 コハットトンネルを含む Kohat Toi - Dara Adam Khel 間全線の建設を同時に実施することを推奨する。

二度の入札を回避出来る利点があるに加えて、エンジニアリング費用や NHA の管理・運営費用の節約も期待される。

#### (4) 実施工程

外国援助機関の決定に 12 ヶ月間、コンサルタントの調達に 6 ヶ月間、設計および入札図書の作成に 9 ヶ月間、建設業者の調達に 10 ヶ月間かかると想定すると、図 17-1 に示すように、工事の開始は 2010 年の初め、完成は 2012 年末となる。

摘要	期間 (月)	2006		2007				2008				2009				2010				2011				2012				2013		
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3				
フィージビリティ調査(本調査)	—	■																												
パキスタン政府内のプロジェクト選考プロセス	2		■																											
外国資金援助要請	—			▽																										
外国資金援助の決定	12			■	■	■																								
コンサルタントの調達	6					■	■																							
詳細設計および入札図書の作成	9						■	■	■																					
建設業者の調達	10								■	■	■	■																		
事前審査	3									■	■	■																		
入札	7										■	■	■	■																
建設工事	36												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
第2コハットトンネルの供用開始																										▽				
Close-out	2																										■			

図 17-1 実施工程

この実施工程を可能とするためには、本フィージビリティ調査の完成後、出来るだけ早い時期に、NHA が本プロジェクトをパキスタン政府内のプロジェクトの選考プロセスに上げ、資金援助の要請手続きを開始することが必要である。

## 18 結論と勧告

### 18.1 既設のトンネルとアクセス道路の状況

既設のトンネル（第 1 コハットトンネル）とその両側のアクセス道路は 2003 年 6 月に完成し、供用が開始された。これまで、NHA の管理・運営による厳しい運行規制の結果、トンネル内での交通事故は発生していない。トンネル交通量は 2004 年から 2005 年にかけて 12.4% の増加を、1 月から 5 月までの交通量で比較した 2005 年から 2006 年の

交通量は 21.8% の増加をみている。

既設のトンネルは 2 車線幅員で、トンネル内では追越し禁止となっている。トンネルは、北に向かって 2.2% の上り勾配を持っている。トンネル内の走行速度は 40km/時に規制(設計速度は 60km/時) されているが、実際の走行速度は、これを下回っている。北に向かう交通は、低速のトラックの後ろに車が連なり、走行速度は平均 16.7km/時で、トンネルを抜けるのに 7-8 分かかっている。一方、南に向かう交通の走行速度は、平均 30.9km/時で、下り勾配にもかかわらず、規制速度より低いものとなっている。

上記の状況から、第 2 コハットトンネルの建設計画が、その緊急性および技術的な多様性から、また第 1 コハットトンネルがパキスタン・日本友好トンネルと呼ばれていることから、JICA が実施するフィージビリティ調査の対象プロジェクトとして最も適当な優先プロジェクトとして選定された。

フィージビリティ調査は 2006 年 4 月下旬に開始された。調査の主な結論と勧告を以下に述べる。

## 18.2 交通解析

現在のコハットトンネルの通過交通量は 7,370 台/日で、高率で増加し続けている。将来交通量は、PTPS (パキスタン全国総合交通網計画調査) の交通調査の結果、NHA の料金徴収データ、および今回のフィージビリティ調査で実施された補足交通調査の結果に基づいて予測された。将来交通量は 2015 年に 14,050 台/日に、2025 年に 24,340 台/日に達すると予測される。

Highway Capacity Manual (Transportation Research Board, National Research Council, USA) に基づいて行った交通容量の検討結果は、既設のコハットトンネルのサービスレベルはピーク時には既にレベル D に達しており、2-3 年後にはレベル E となることを示している。

トンネルの 4.6 km 南 (全体プロジェクトの、ほぼ中間点) に位置する Kohat Link Road IC の南では、アクセス道路の交通量はトンネル交通量の約 80% で、サービスレベルがレベル D に達するのは 2013 年と見られる。

## 18.3 概略設計

### (1) アクセス道路

2 車線の 신설部分は、既存の 2 車線のアクセス道路の横に、既に確保されている用地内に建設される。延長は、トンネルの北区間が 7,780m、南区間が 20,607m である。

南区間の設計には、平面線形に緩和曲線を用いている。4 つの交差点改良と、10 橋梁の建設が計画されている。

## (2) トンネル

南坑口の位置は、既存トンネルの詳細設計段階で提案された原計画から、経済的、技術的理由で、西に約 40m 移動させた。両トンネルの間隔は中心線間隔で 30m である。北坑口の位置は、原計画と変わりはない。技術的な理由から、北坑口の標高を下げることを提案している。その結果、第 2 トンネルの勾配は 2.4% となり、既存トンネルより 0.2% 急なものとなるが、第 2 トンネルは下り勾配で南に向かう交通に用いられるため、この勾配は、交通の流れや安全を妨げるものではない。第 2 コハットトンネルには第 1 コハットトンネルと同じ断面が用いられる。

## (3) トンネル施設

換気、照明、電力供給および非常施設等のトンネル施設は、経済的であり、維持管理が容易であることから、既存トンネルで用いられたものと同じシステムを採用する。

トンネルの南坑口は、既設のトンネル制御室 (control room) の裏に位置することから、トンネル制御室および変電所をトンネル掘削に先立って移設する必要がある。

2 本のトンネルを結ぶ連絡トンネルは、トンネル内の事故時にトンネル利用者の避難路として用いられる。

## 18.4 環境社会配慮

初期環境評価 (IEE) の結果、問題となるような環境インパクトは見られない。また、第 2 コハットトンネルおよびアクセス道路の建設に必要な用地は NHA が既に収用しているため、住民移転の問題は発生しない。パキスタンの環境保護法によれば、本プロジェクトは、全面的な環境影響評価 (EIA) の実施を求められる可能性がある。しかし、本件が拡幅プロジェクトと同じ性格のプロジェクトであることに鑑み、NHA は、北西辺境州 (NWFP) の環境保護局 (EPA) と、EIA 必要性について協議すべきである。

## 18.5 施工計画および維持・管理計画

トンネル建設が全体建設工程の中でクリティカル・パスにあることから、トンネル掘削を両坑口から行う計画とする。NATM 工法がトンネルの掘削に用いられる。アクセス道路の切土拡幅部では、既存のアクセス道路上の交通を確保しながら行う硬岩掘削の施工方法を検討した。制御発破と油圧ブレーカの組合せによる掘削が推奨される。

建設工期は 3 年とすることが現実的で合理的である。本プロジェクトの技術的な難しさから、建設工事は能力ある外国建設業者が行う必要がある。

NHA は、2003 年 6 月の開通当初から、第 1 コハットトンネルおよびアクセス道路の運営・管理を私企業に委託し (Maintenance Contractor & Operator: MC&O として働く)、自身の監督下でこれを行っている。現在の運営・管理システムが問題なく機能していることから、第 2 コハットトンネルの完成後は、現行のシステムを踏襲し、MC&O の業務の

対象を両トンネルに拡大することになる。

## 18.6 概算事業費の算定

概略設計の結果算定された工事数量と、別途設定した工事単価に基づき、概算事業費を、約 6,332 百万ルピーと算定した。この事業費は国際競争入札を前提とし、2006 年価格で見積もったものである。また、将来の維持管理費を、既設のトンネルの維持管理記録に基づいて算定した。

## 18.7 プロジェクト評価

経済評価は、通常行われる割引キャッシュフロー法 (Discounted Cash Flow Method) によった。プロジェクトの経済的内部収益率は 16.6% と算定された。算定可能な経済便益として、自動車走行経費の節約と走行時間費用の節約を考慮している。感度分析は、ファイジビリティの頑健性を検証している。

財務評価は、料金収入を既設のトンネルの料金水準を用いて計算して行った。財務的内部収益率は 4.7% である。将来の料金収入は、これで投資費用を回収することは出来ないが、毎年の運営・維持管理費を賄うには十分なものである。

評価結果は、プロジェクトがファイジブルであり、持続可能であることを証明している。

## 18.8 実施計画

インダスハイウェイ (N-55) を 4 車線化する必要性は、国家貿易回廊 (National Trade Corridor) 計画の下で、さらに高まっている。プロジェクトの段階施工 (Kohat Link Road IC の南の区間の建設を遅らせる) の可能性を、より高い経済的内部収益率を得るという観点から検討したが、増加分は微々たるものである (0.7% のみ)。

このため、第 2 コハットトンネルとアクセス道路の建設は、Kohat Toi (始点) - Dara Adam (終点) Khel 間、30.2km 全線を一度に実施することを推奨する。

実施工程は、本プロジェクトが外国資金援助を得て実施されることを前提に検討した。第 2 コハットトンネルの開通は早くても 2013 年初頭となろう。

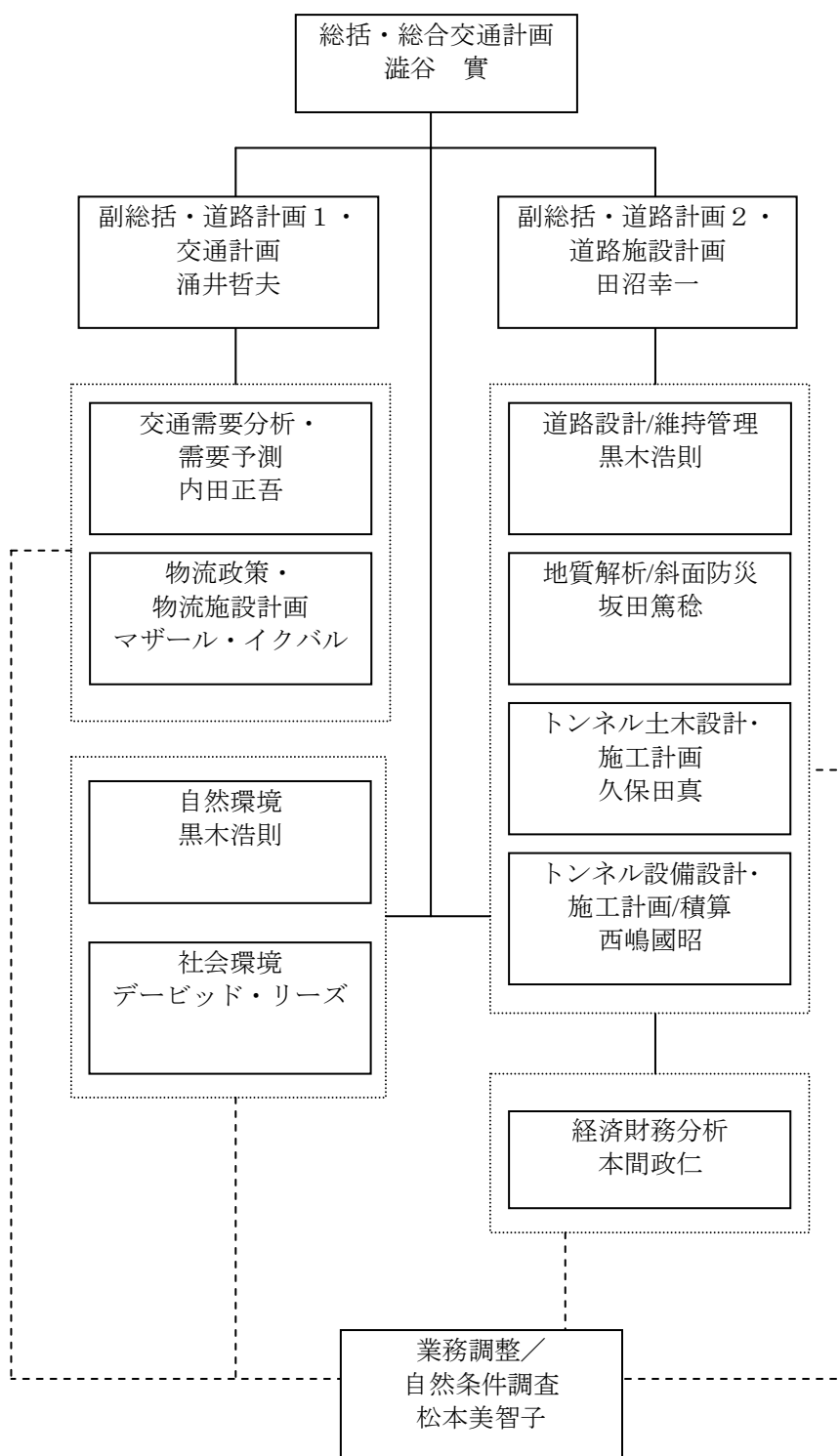
## 18.9 提言

- (1) 第 2 コハットトンネルの建設は、マクロ経済的な観点から、実現可能性の高いプロジェクトである。プロジェクトは、地域経済、ひいては国家経済の発展に貢献し、国家貿易回廊の一部を整備するという大きな意味を持つものである。一方、早くても 2013 年の初頭と算定される第 2 コハットトンネルの開通時には、第 1 コハットトンネルは既に容量に達していると予測される。従って、本プロジェクトの緊急性は高く、この建設の早期実施に向けたアクションを取るべきである。
- (2) プロジェクト実施の次の段階に入る前に、NHA は EIA を実施し、NWFP-EPA の承

認を得ねばならない。NHA/MOC は、フィージビリティ調査の完了後、本プロジェクトを、政府の審査プロセスに送り、適切な外国援助機関への要請を早める必要がある。第1コハットトンネル建設事業に融資したJBICは、有力な資金源の一つであろう。

- (3) 幸いなことに、これまでコハットトンネルでは、開通以来、大きな事故は発生していないが、パキスタン政府は、円滑で安全なトンネルの運営を行うために、トラックの過積載を無くすための制御システムを強化し、運転手がマナーを守って安全運転を行うよう教育するシステムを確立するといった、継続的な取り組みが必要である。

# 実施体制



## 関係者リスト

### カウンターパート

#### NHA (National Highway Authority)

Mr. Raja Nowsherwan	Member Planning
Mr. S.A.Latif	General Manager, Planning Contact Person (NHA Head Office)
Mr. Muhammed Naseem Khattak	Chief Operation Officer Contact Person (NHA Kohat Tunnel O & M Office)
Mr. Asim Amin	General Manager (Design) Highway design
Mr .Jehanzeb Niazi	Assistant Director (Planning) Highway planning
Mr. Sjjad Medhi	Director (Materials) Geologist / Slope disaster prevention planning
Mr.Jhangir Larik	Assistant Director (Design) Tunnel engineer / Construction planning (including bridges)
Mr. Shabir	Cost Estimate Specialist Tunnel facility engineer / Cost estimate specialist

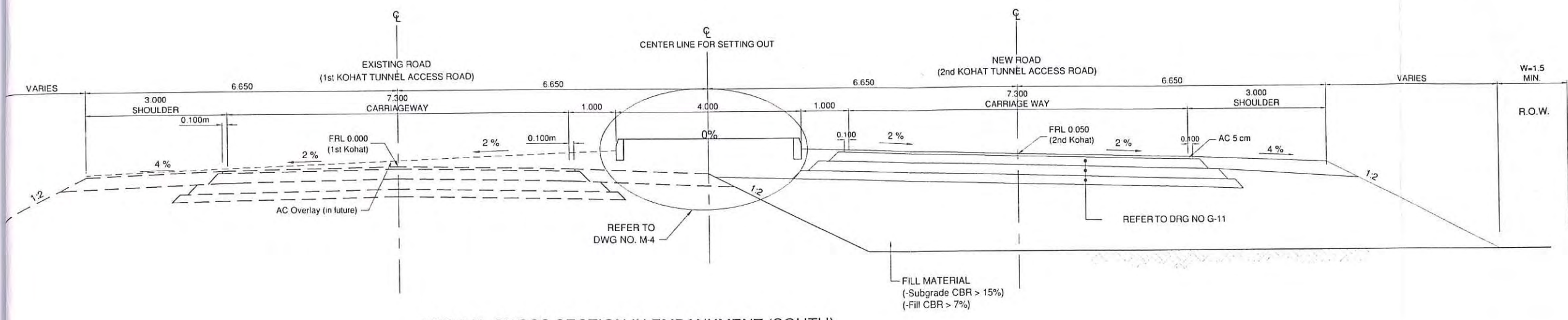
#### NTRC (National Transport Research Center)

Mr. Muhammad Kazim Idris	Chief of NTRC
Mr. Bashir Ahmed	Deputy Chief of NTRC PTPS FS Coordinator (NTRC)
Mr. Muhammad Naeem	Deputy Chief of NTRC PTPS FS Deputy Coordinator (NTRC)
Mr. Khizer Javed	Research Officer Traffic demand analysis / Traffic demand forecast
Mr. Masoud Bakht	Assistant Chief Economic / Financial analysis
Mr. Shahbaz Latif Mirza	Research Officer Social / Natural environmental specialist

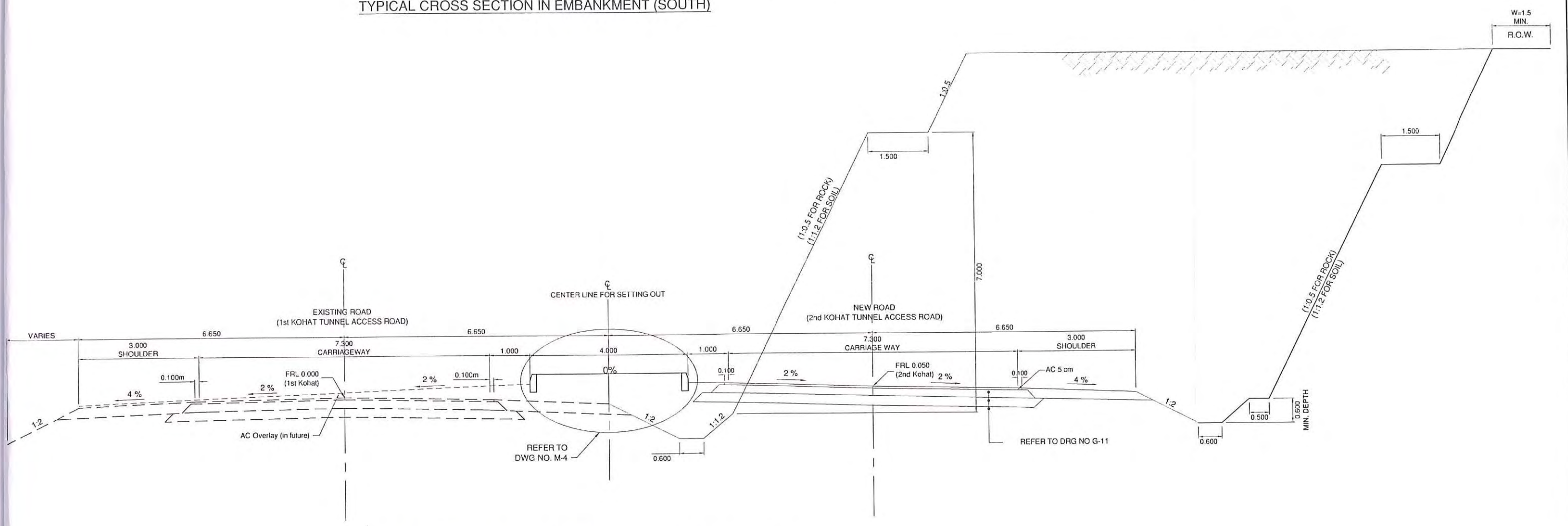
### JICA 調査団

澁谷 實	総括／総合交通計画
田沼 幸一	副総括／道路計画（道路施設計画）
内田 正吾	交通需要分析・需要予測
坂田 篤稔	地質解析／斜面防災
近田 茂	道路設計／維持管理
久保田 真	トンネル土木設計・施工計画
西嶋 國昭	トンネル設備設計・施工計画／積算
本間 政仁	経済財務分析
David Gordon Lees	社会環境
黒木 浩則	自然環境
松本 美智子	自然条件調査/業務調整




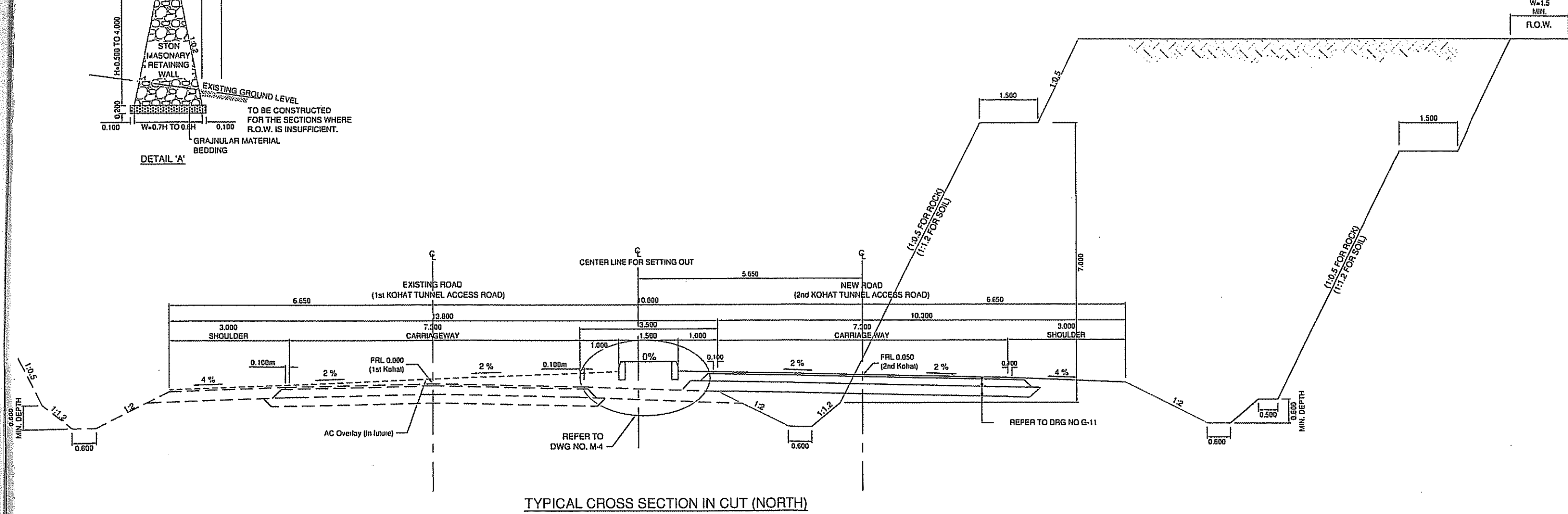
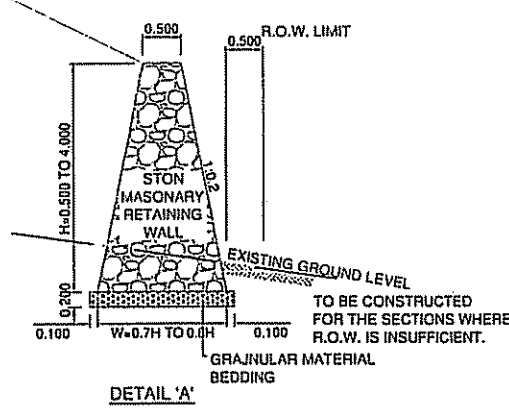
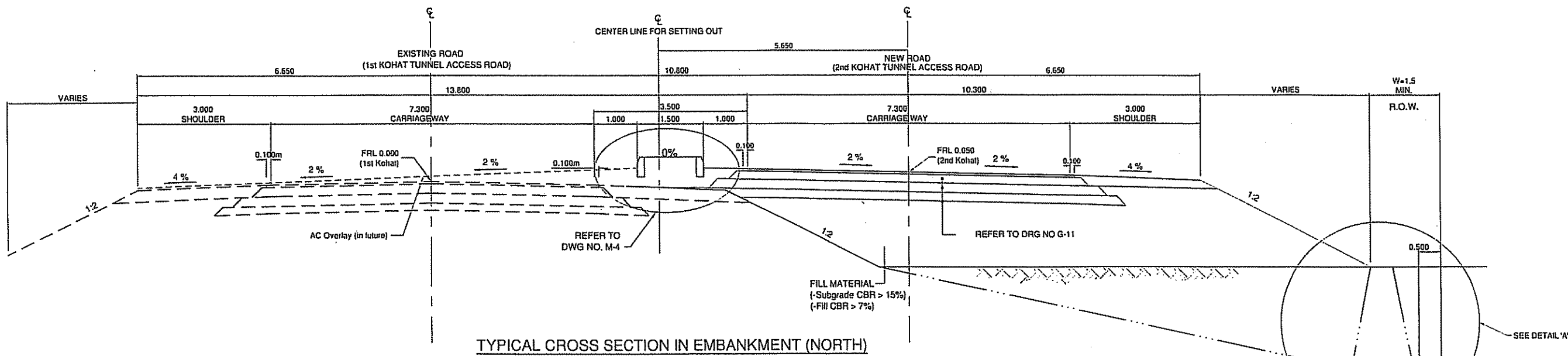


TYPICAL CROSS SECTION IN EMBANKMENT (SOUTH)



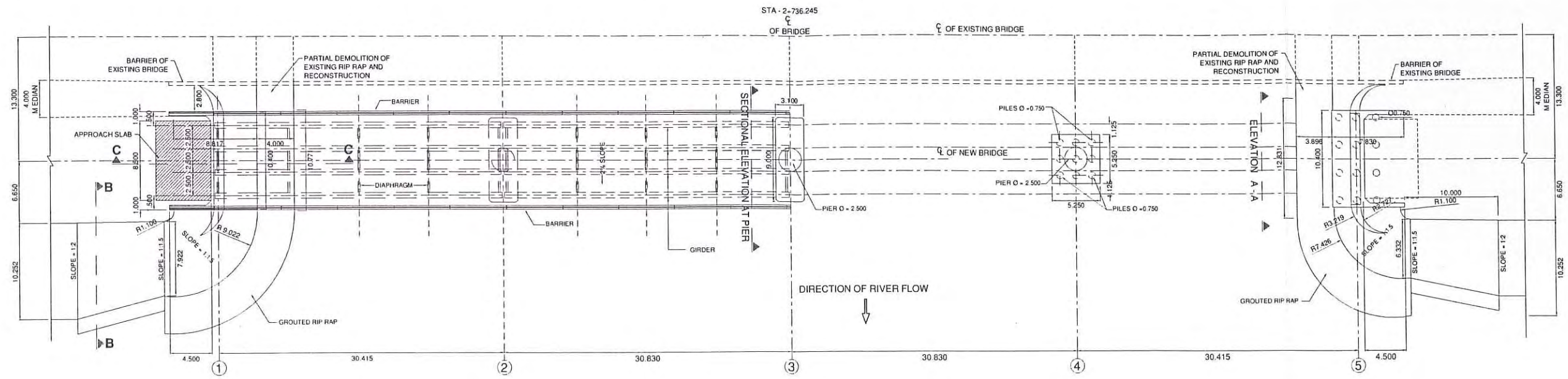
TYPICAL CROSS SECTION IN EMBANKMENT AND CUT (SOUTH)

PROJECT NAME	CLIENTS		CONSULTANTS	DRAWING TITLE	SCALE	DWG NO
FEASIBILITY STUDY ON THE 2ND KOHAT TUNNEL AND ACCESS ROADS PROJECT	 GOVERNMENT OF PAKISTAN MINISTRY OF COMMUNICATIONS NATIONAL HIGHWAY AUTHORITY	 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	NIPPON KOEI CO., LTD AND ALMEC CORPORATION	TYPICAL CROSS SECTION (SOUTH SECTION)	1:100	G-9

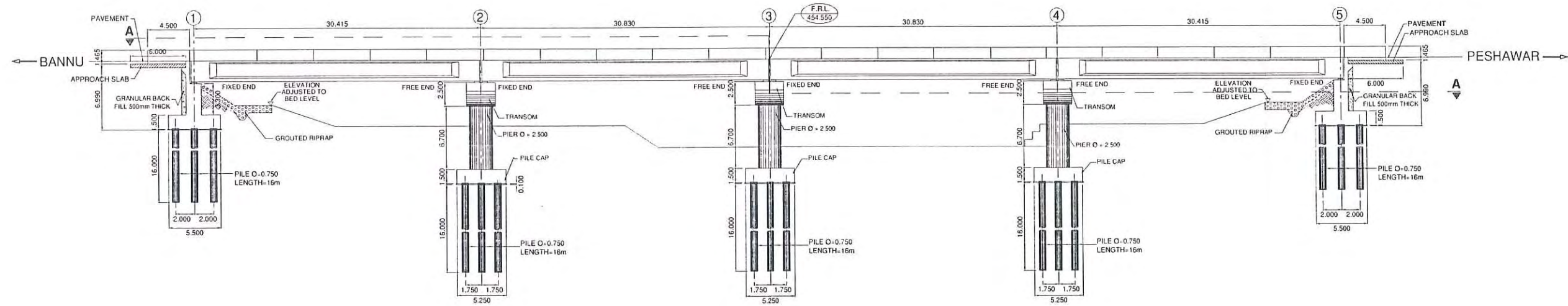


PROJECT NAME	CLIENTS	CONSULTANTS	DRAWING TITLE	SCALE	DWG NO	
FEASIBILITY STUDY ON THE 2ND KOHAT TUNNEL AND ACCESS ROADS PROJECT	 GOVERNMENT OF PAKISTAN MINISTRY OF COMMUNICATIONS NATIONAL HIGHWAY AUTHORITY	 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	NIPPON KOEI CO., LTD AND ALMEC CORPORATION	TYPICAL CROSS SECTION (NORTH SECTION)	1:100	G-10







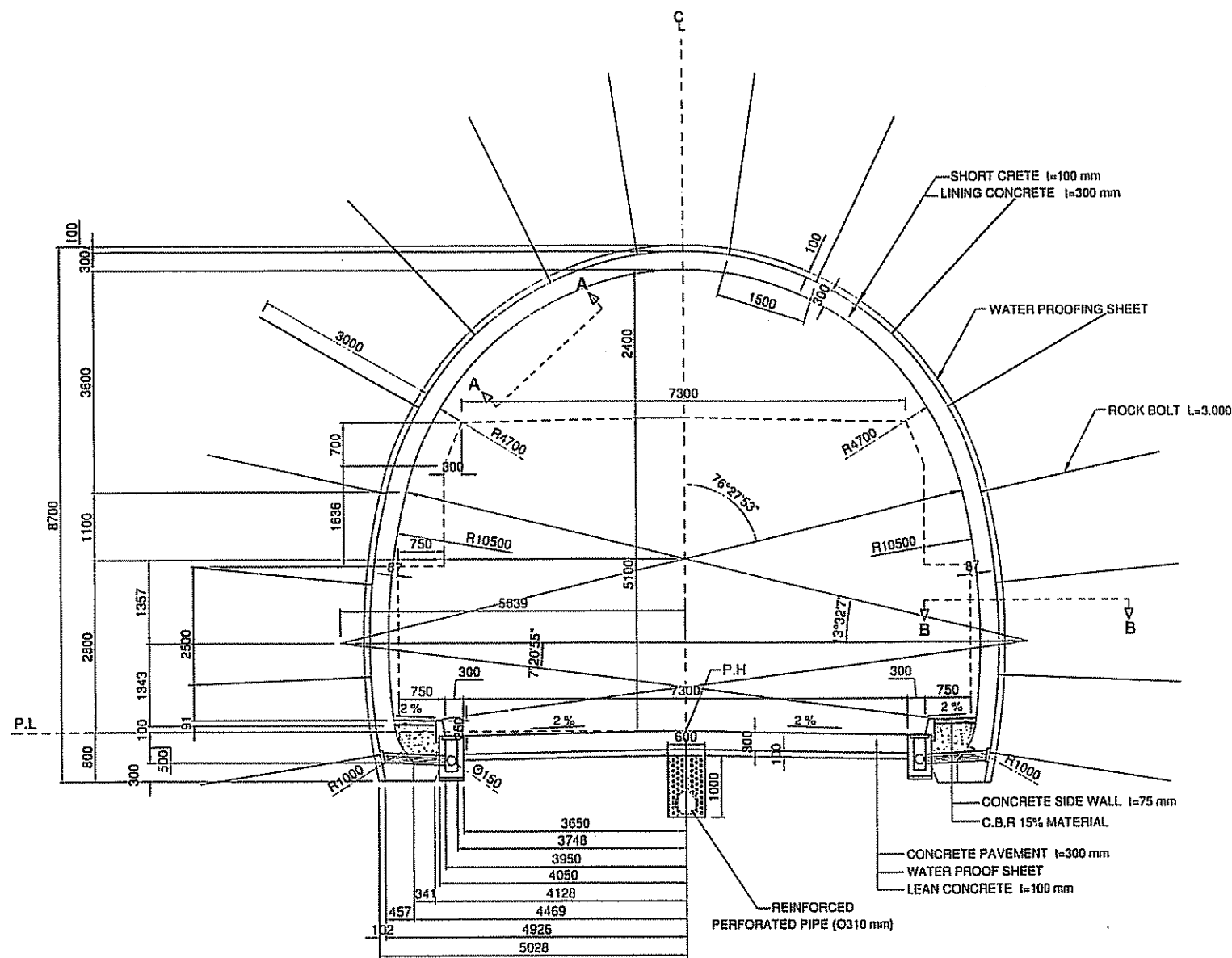
SECTIONAL PLAN A-A



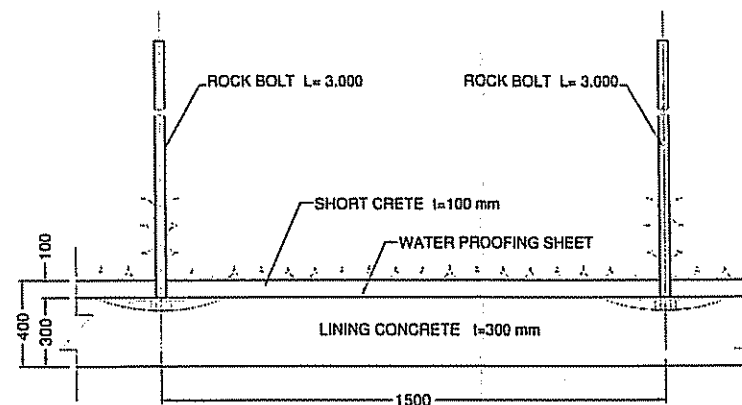
ELEVATION

GENERAL ARRANGEMENT OF BRIDGE NO.1 R

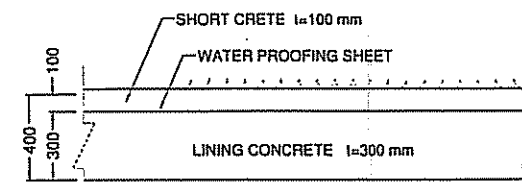
PROJECT NAME	CLIENTS		CONSULTANTS	DRAWING TITLE	SCALE	DWG NO
FEASIBILITY STUDY ON THE 2ND KOHAT TUNNEL AND ACCESS ROADS PROJECT	 GOVERNMENT OF PAKISTAN MINISTRY OF COMMUNICATIONS NATIONAL HIGHWAY AUTHORITY	 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	NIPPON KOEI CO., LTD AND ALMEC CORPORATION	GENERAL ARRANGEMENT OF BRIDGE NO.1 R	1:500	BR1-1



TYPICAL CROSS SECTION PATTERN TYPE - C I



SECTION A - A  
Scale = 1:30



SECTION B - B  
Scale = 1:30

PROJECT NAME	CLIENTS	CONSULTANTS	DRAWING TITLE	SCALE	DWG NO
FEASIBILITY STUDY ON THE 2ND KOHAT TUNNEL AND ACCESS ROADS PROJECT	GOVERNMENT OF PAKISTAN MINISTRY OF COMMUNICATIONS NATIONAL HIGHWAY AUTHORITY	JICA JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	TYPICAL CROSS SECTION PATTERN TYPE - C I	1:100	T-4