

### 第3章 社会、経済、土地利用の将来予測

#### 3.1 人口その他の予測

##### (1) 人口予測

過去のジョルダンの人口の自然増は表3.1のように推定されている。

将来教育水準の向上と共に出生率は徐々に低下していくであろう。医学の向上と共に死亡率も減少をたどるであろう。その結果として将来の自然増を表3.2のように仮定することができよう。

Governorate別の一家族当たり収入はアンマンが最も多く平均以上であり、次がイルビッドで平均をやや下まわり、最後が残りとなっている。従ってアンマンGovernorateは2000年まで0.3%程度の社会増が続くものと想定される。

イルビッドGovernorateでは0.1%程度の社会減が続くものと想定される。これより各Governorateの将来人口が求まる。

イルビッドGovernorateの中でイルビッドDistrictとその他のDistrictの間には過去の成長率に1.1%の差がある。この差が将来も続くものと想定するとイルビッドDistrictの将来人口が表3.4のように求まる。イルビッドDistrictの中でイルビッドExpandedを除いた残りの部分がイルビッドGovernorateの平均と同じ成長率を示すと想定すると、イルビッドExpandedの将来人口が表3.5のように求まる。イルビッド地域計画チームによる人口予測は表3.6の通りであり、1979年のセセンサスの結果が得られる前なのでやや大きめに予測されているように思われる。

イルビッドExpandedで人口の伸びは1980年から2000年で2.3倍になる予定である。

##### (2) 労働人口予測

1975年、East Bankでは全人口の19.2%が、イルビッドGovernorateでは18.9%が労働に参加している。

工業団地計画チームでは紀元2000年での労働参加人口を30%と見込んでいる。婦人の参加が今から徐々に増えるであろうからその値は妥当であろう。イルビッドGovernorateとイルビッドExpandedにおいても2000年の就業率を30%と見込むことにする。イルビッドExpandedでのセクター別の就業者数の割合は不明である。East BankとイルビッドGovernorateでの割合及びイルビッドGovernorateの労働局でのヒヤリングを基に次のように想定する。

	1980	2000
Sector I	40%	25%
Sector II	15%	25%
Sector III	45%	50%

Table 3.1 Estimated Crude Birth and Death Rates  
(Medium Variant)

Period	Av. Crude Birth Rate	Avg. Crude Death Rate	Avg. Natural Growth Rate
1950-55	4.53	2.10	2.43
1955-60	4.68	2.11	2.57
1960-65	4.90	1.83	3.07
1965-70	4.91	1.60	3.31
1970-75	4.82	1.37	3.45

Source : Hanna Rizk, Trends in Family Size, Attitudes and Practice of Family Planning in Jordan, 1972

Table 3.2 Forecast Natural Growth Rate

	Birth Rate (%)	Death Rate (%)	Natural Growth Rate (%)
1975-80	4.7	1.3	3.4
1980-85	4.6	1.2	3.4
1985-90	4.4	1.1	3.3
1990-95	4.2	1.0	3.2
1995-2000	4.0	0.9	3.1

Source: Study Team

FIG. 3.1 NATURAL GROWTH RATE OF POPULATION IN JORDAN

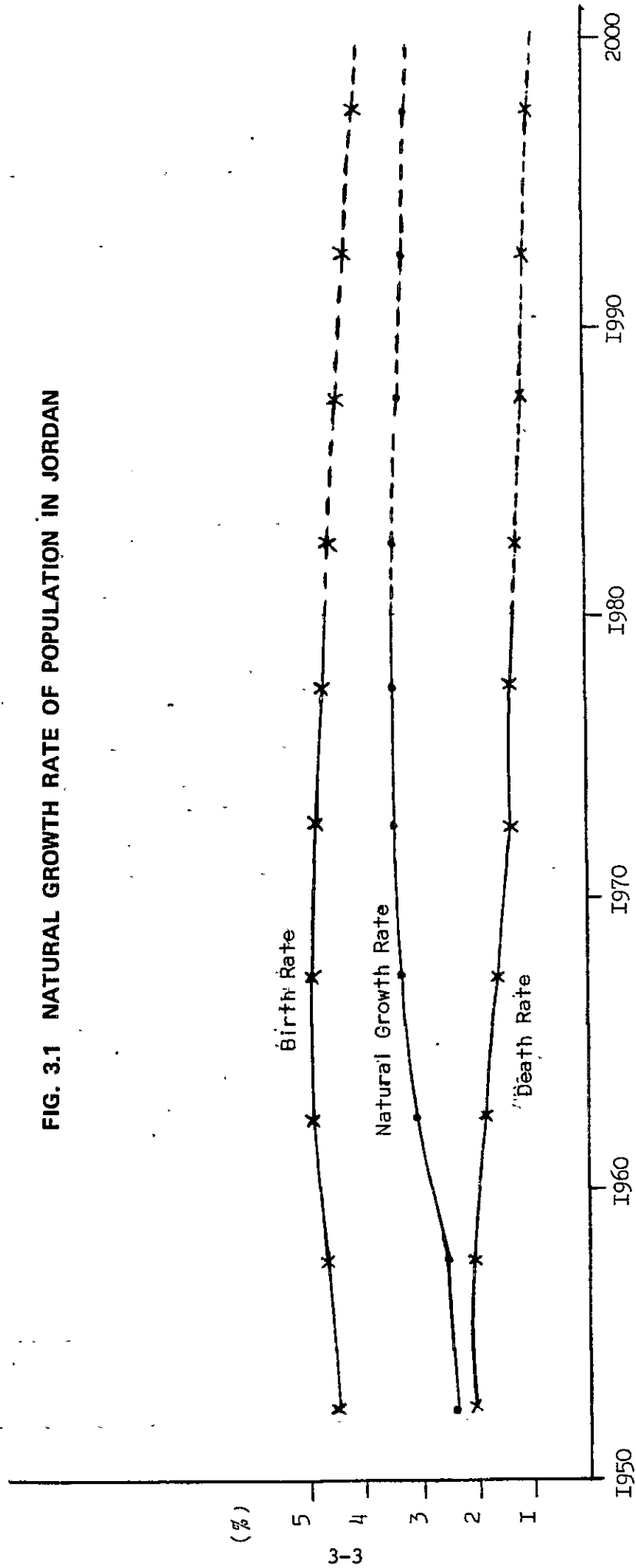


Table 3.3 Forecast Population of East Bank and Governorates

(1000 persons)

Year	East Bank		Ammon Governorate		Irbid Governorate		Others	
	Population	Average Annual Growth Rate (%)	Population	Average Annual Growth Rate (%)	Population	Average Annual Growth Rate (%)	Population	Average Annual Growth Rate (%)
1961	901	5.0	434	5.6	274	4.6	193	3.4
1979	2132	3.4	1188	3.4+0.3 =3.7	612	3.4-0.1 =3.3	352	3.4-0.8 =2.6
1980	2225	3.4	1232	3.4+0.3 =3.7	632	3.4-0.1 =3.3	361	3.4-0.8 =2.6
1985	2630	3.3	1477	3.3+0.3 =3.6	743	3.3-0.1 =3.2	410	3.3-0-9 +2.4
1990	3094	3.2	1763	3.2+0.3 =3.5	870	3.2-0.1 =3.1	461	3.2-1.0 =2.2
1995	3622	3.1	2094	3.1+0.3 =3.4	1013	3.1-0.1 =3.0	515	3.1-1.0 =2.1
2000	4219	.	2475		1174		570	

Source : Study Team

FIG. 3.2 FORECAST POPULATION OF EAST BANK AND GOVERNORATES

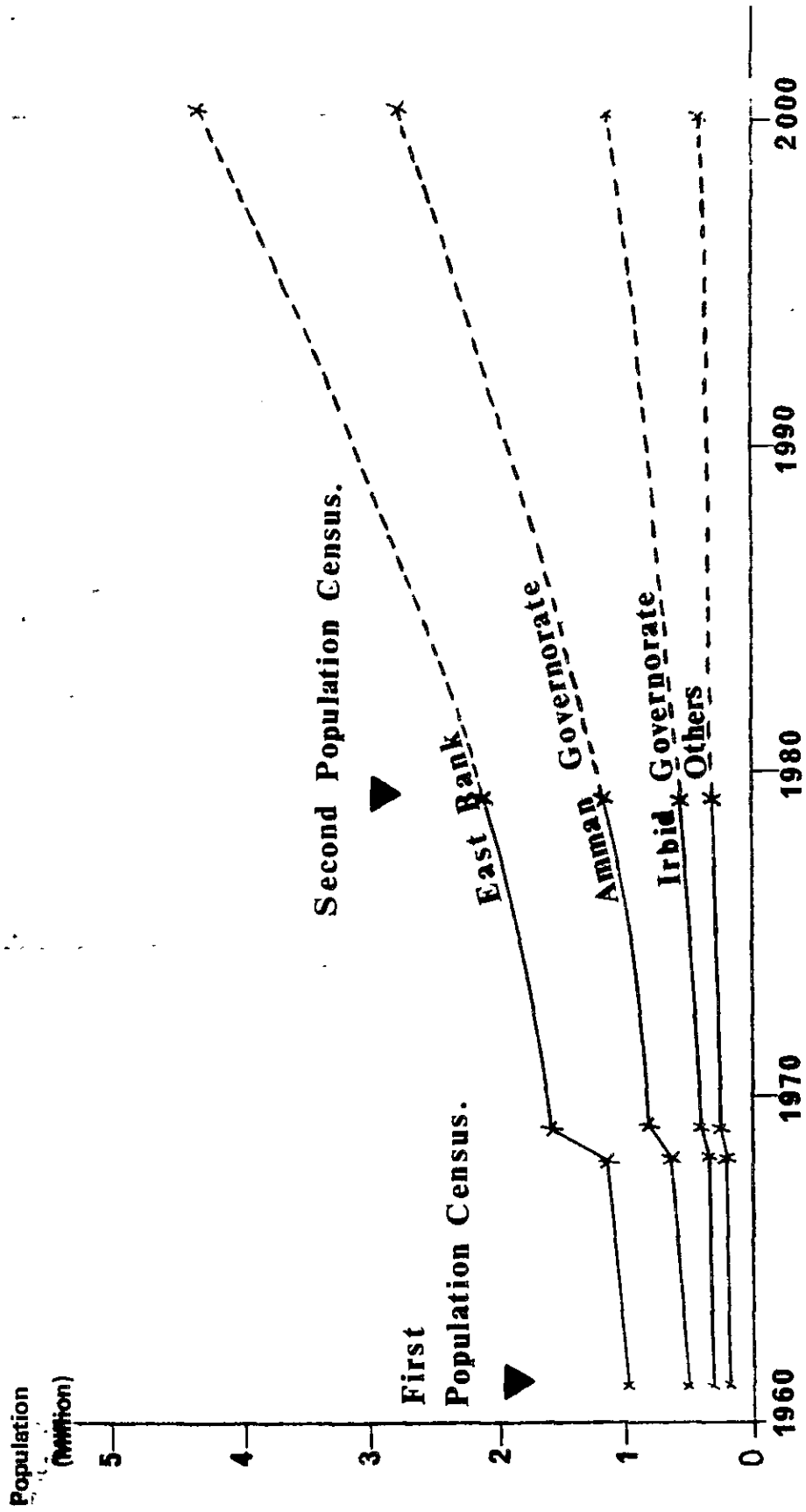


Table 3.4 Forecast Population of Irbid Governorate

(1000 persons)

Year	Irbid Governorate		Irbid District		Other Districts	
	Population	Average Annual Growth Rate (%)	Population	Average Annual Growth Rate (%)	Population	Average Annual Growth Rate (%)
1961	274	4.6	132	5.1	142	4.0
1979	612	3.3	324	3.4+0.4 =3.8	288	3.4-0.5 =2.9
1980	632	3.3	336	3.4+0.4 =3.8	296	2.7
1985	743	3.2	405	3.3+0.4 =3.7	339	2.6
1990	870	3.1	486	3.2+0.4 =3.6	384	2.5
1995	1013	3.0	580	3.1+0.4 =3.5	433	2.4
2000	1174		689		485	

Source : Study Team

Table 3.5 Forecast Population of Irbid Expanded

(1000 persons)

Year	Irbid District		Irbid Expanded		Other Areas	
	Population	Average Annual Growth Rate (%)	Population	Average Annual Growth Rate (%)	Population	Average Annual Growth Rate (%)
1961	132	5.1	52	5.4	80	4.9
1979	324	3.8	133	3.4+1.1 = 4.5	191	3.4-0.1 = 3.3
1980	336	3.8	139	4.5	197	3.3
1985	405	3.7	173	4.3	232	3.2
1990	486	3.6	214	4.2	272	3.1
1995	580	3.5	263	4.1	317	3.0
2000	689		322		367	

Source: Study Team

Table 3.6 Population Forecast by Japanese Regional Planning Team

(1000 persons)

	1985	1990	2000
East Bank	2.470	3.239	4.395
Amman Governorate	1.689	2.006	2.827
Irbid Governorate	732	848	1.140
Others	319	385	428
Irbid Expanded	206	N/A	369

## 3.2 経済の予測

### (1) GDPとNDIの予測

1975～1980年の5ケ年計画ではGDPの実質年間成長率12%を目標とし、11%達成された。

次の1981～1985年の5ケ年計画ではGDPの実質年間成長率を10.4%と見込んでいる。

日本チームのフェーズⅡスタデディーではGDPの年間成長率を1985年まで10%それ以後を8%と仮定している。

以上を参考にして、1985～2000年までの成長率を10～8%と仮定すると、GDP・Per Capitaは表3.7のように予測される。

GDPとNDIの比率は過去において1.4～1.7に増加している。しかし、将来GDPが大きくなるにつれ、この比は小さくなると考えられる。従って、その比率を2000年では1.3になるものとする、NDIは表3.7のように予測される。

### (2) セクター別GDPの予測

1980年から1985年までのセクター別GDPは新しい経済5ケ年計画で表3.8のように予測されている。

過去のセクター別の比率は表1.4の通りであり、これと表3.8の予測を基にさらに2000年までを予測すると表3.9のようになる。

この比率を用いて、将来のセクター別GDPが表3.10のように予測される。

物流量に関係の深いセクターⅠとセクターⅡによるGDPの伸びは1980年から2000年までで7.7倍となる予定である。



Table 3.7 Projected GDP Per Capita and NDI Per Capita  
(East Bank)

Year	GDP at Factor Cost (at 1975 constant Price) (mil.JD)	Average Annual Growth Rate (%)	NDI / GDP	NDI (at 1975 Price) (mil.JD)	Average Annual Growth Rate (%)	Population (thousand persons)	GDP per Capita (at 1975 constant Price) (JD)	Average Annual Growth Rate (%)	NDI per Capita (at 1975 Price) (JD)	Average Annual Growth Rate (%)
1970	258.7	) 0.8	1.42	367.9	) 5.2	1601	161.6	) -2.4	230	) 1.8
1975	269.4	) 6.7	1.76	473.3	) 6.5	1883	143.1	) 2.4	251	) 3.0
1979	347.4	) 10.0	1.75	607.9	) 10.0	2152	161.4	) 6.4	282	) 6.7
1980	382.1	) 10.0	1.75	668.7	) 8.0	2225	171.7	) 6.4	301	) 4.4
1985	615.4	) 9.0	1.60	984.5	) 7.6	2630	234.0	) 5.5	374	) 4.2
1990	946.9	) 9.0	1.50	1420.4	) 7.5	3094	306.0	) 5.6	459	) 4.2
1995	1456.9	) 8.0	1.40	2039.7	) 6.4	3622	402.2	) 4.8	563	) 3.2
2000	2140.7		1.30	2782.9		4219	507.4		660	

Source: Study Team

Table 3.8 G.D.P by sector (East Bank)  
(1980 price mil. JD)

	1980 G.D.P (mil JD)	Percent (%)	1985 G.D.P (mil JD)	Percent (%)	Annual growth rate (%)
Sector I	60	8.5	85	7.3	7.0
Sector II	206	29.2	416	36.0	15.1
Sector III	439	62.3	656	56.7	8.4
Total	705	100	1156	100	10.4

Table 3.9 Share of G.D.P by sector (East Bank)

(Unit: %)

	Sector I	Sector II	Sector III
1975	9.0	23.3	67.0
1980	8.5	29.2	62.3
1985	7.3	36.0	56.7
1990	6	40	54
1995	5	44	51
2000	4	47	49

Table 3.10 Forecast of G.D.P by sector (East Bank)  
(1980 price mil. JD)

	Sector I		Sector II		Sector III		Total	
	G.D.P	Annual Growth Rate (%)	G.D.P	Annual Growth Rate (%)	G.D.P	Annual Growth Rate (%)	G.D.P	Annual Growth Rate (%)
1980	60	7.0	206	15.1	439	8.4	705	10.4
1985	84	5.0	416	11.3	656	7.9	1156	9.0
1990	107	5.1	712	11.1	960	7.8	1779	9.0
1995	137	3.3	1204	9.4	1396	7.1	2737	8.0
2000	161		1890		1971		4022	

### 3.3 自動車保有台数予測

世界的にみて人口1人当りNDI(x)と自動車保有率(y)の間には顕著な関係がある。両対数方眼紙上に各国の値をプロットするとlog xとlog yの間に直線関係が得られる、すなわち $y = a \cdot x^b$ の関係が存在する。

ヨルダンの過去の傾向をこの図面上にプロットすると現在国際的な標準よりかなり高い保有率を有していることが明らかである。

ヨルダンの将来の保有率の伸びの傾向が国際的な標準の伸び率に等しいと仮定すると、将来の1人当りNDI(x)の予測値より将来の自動車保有率(y)が $y = x^{1.241}/82.12$ で求まる。

表3.13は各Governorateに振り分けた予測値を示したものである。

イルビッドGovernorateの自動車保有台数は1980年から2000年で5.5倍になると予測される。

Table 3.11 NDI per Capita and Rate of Car Ownership in many countries (1975)

Country	1/ NDI per Capita (x) (US\$)	2/ Population (1,000 Persons)	3/ Number of Cars (1,000 Cars)	Number of Cars/1,000 Persons (Y)
Egypt	347	37,233	274	7.4
Kenya	217	13,399	166	12.4
Morocco	426	17,305	447	25.8
South Africa	1,177	25,501	2,917	114
Canada	6,317	22,727	10,869	478
U.S.A.	6,265	213,559	130,917	613
Chile	628	10,253	424	41.5
Colombia	509	23,542	465	19.8
Ecuador	570	6,733	129	19.2
Mexico	1,206	60,145	3,289	54.7
Peru	520	15,615	129	8.3
Venezuela	2,115	11,993	1,325	110
Iraq	1,118	11,124	173	15.6
India	137	600,763	1,338	2.2
Japan	3,855	111,573	27,551	247
Korea	525	35,281	189	5.4
Philippines	339	42,071	657	15.6
Thailand	325	41,869	533	12.7
Belgium	5,830	9,801	2,906	297
Denmark	6,775	5,060	1,539	304
France	5,197	52,705	17,434	331
Germany	5,898	61,832	19,239	311
Italy	2,807	55,830	16,673	299
United Kingdom	3,618	55,890	15,826	283
Austria	4,370	7,520	2,166	288
Norway	5,956	4,007	1,100	275
Sweden	7,488	8,193	2,918	356
Switzerland	7,721	6,403	1,946	304
Greece	2,284	9,047	650	72.0
Spain	2,677	35,596	5,847	164
Australia	6,245	13,771	6,213	451
New Zealand	4,027	3,087	1,355	439

Source 1/ UN Statistical Yearbook

2/ UN Demographic Yearbook

N.D.I = National Disposable Income

FIG. 3.3 CORRELATION BETWEEN NDI PER CAPITA AND RATE OF CAR OWNERSHIP

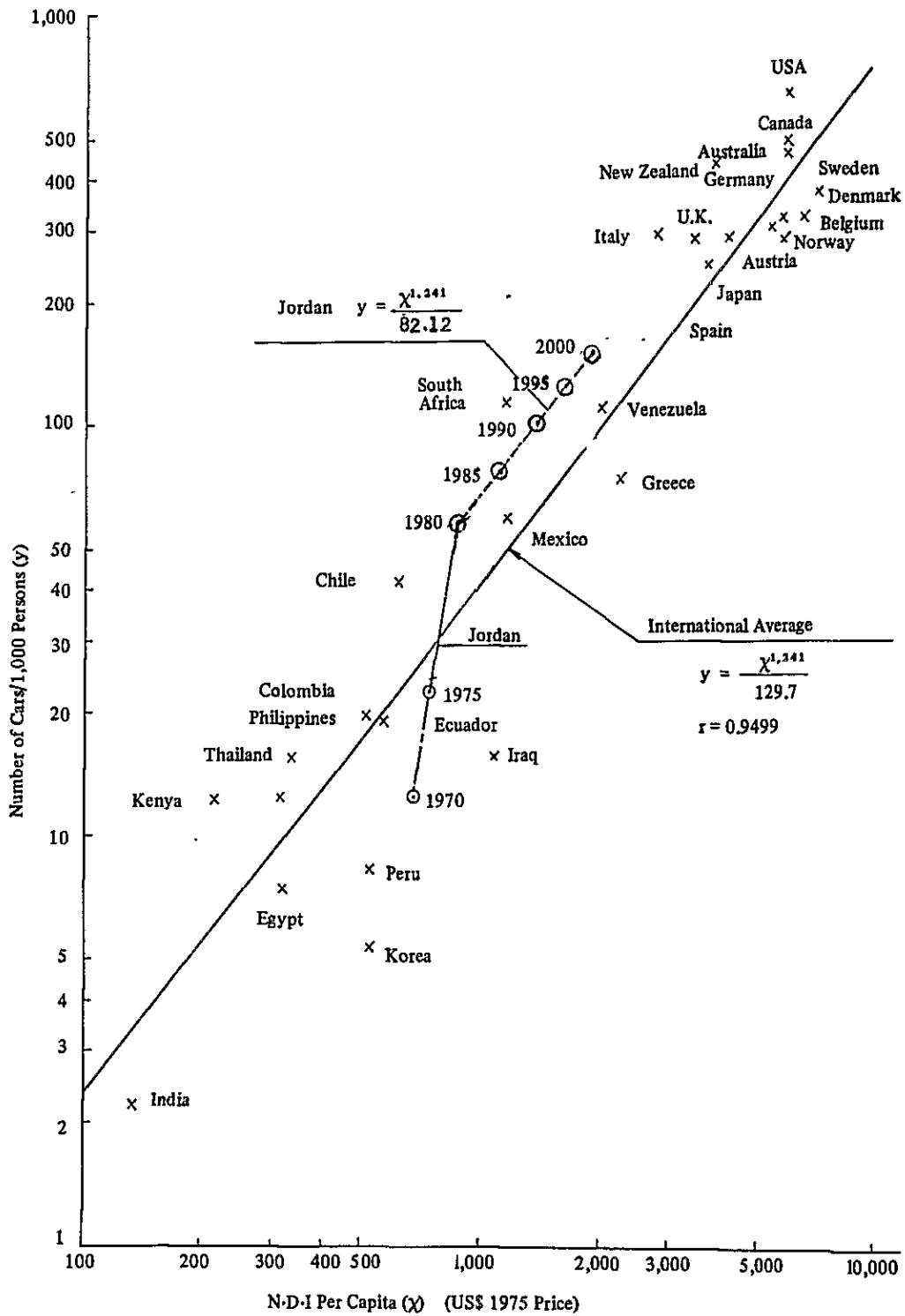


Table 3.12 Future Number of Cars (East Bank)

Year	NDI per Capita (1975 Price)		Number of Cars/(1,000 Persons	Population (1,000 Persons)	Number of Cars (1,000 Cars)
	JD	US\$			
1980	304	903	56.7	2,225	126.1
1985	374	1,122	74.2	2,630	195.1
1990	459	1,377	95.7	3,094	296.1
1995	563	1,684	123.3	3,622	446.6
2000	660	1,980	150.2	4,219	633.7

Note: <sup>1/</sup> The value is obtained from the graph in Fig. 3.3.

Tractors, motorcycles and construction vehicles are not included.

Table 3.13 Forecast Number of Cars by Governorate

Year	East Bank		Amman Governorate		Irbid Governorate		Others	
	Number of Cars (1,000 Cars)	Annual Growth Ratio (%)	Number of Cars (1,000 Cars)	Annual Growth Ratio (%)	Number of Cars (1,000 Cars)	Annual Growth Ratio (%)	Number of Cars (1,000 Cars)	Annual Growth Ratio (%)
1970	19.9		18.3		1.7		-	
1975	44.2	17.3	40.5	17.3	3.7	16.8	-	39.5
1980	126.1	23.3	110.2	22.2	14.4	31.2	1.5	32.0
1985	195.1	9.1	166.3	8.5	22.8		6.0	18.8
1990	296.1	8.7	246.6	8.2	35.3	9.1	14.2	15.7
1995	446.6	8.6	362.8	8.0	54.4	9.0	29.4	12.1
2000	633.7	7.2	502.7	6.7	78.9	7.7	52.1	

Note: Tractors, motorcycles and construction vehicles are not included.

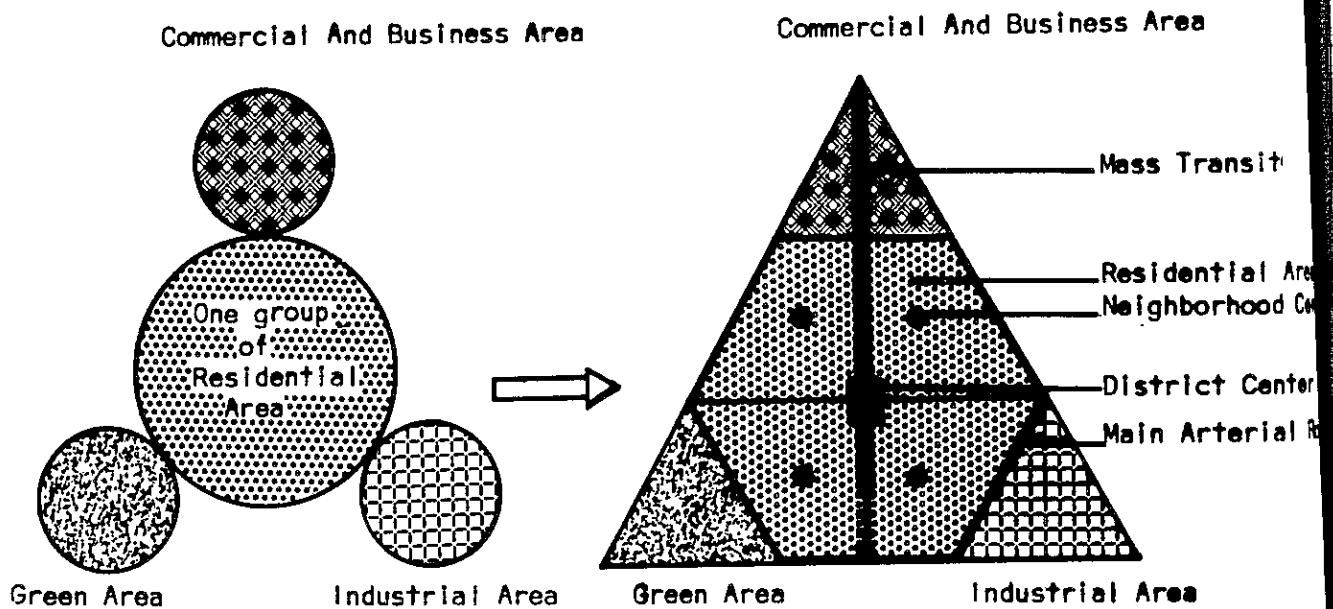
### 3.4 土地利用と交通のあり方

#### (1) 都市計画の理想

人間定住の基本ユニットとしては1グループの住宅地のまわりに商業業務地、工業地、大型緑地が配置されていけばよい。職住近接、レク住近接が図られ、最小の交通で生活できる。これが都市計画の理想である。

1グループの住宅地としては1小学校区である近隣住区が4つ程度集まった地区をとるのが最も妥当である。そうすると子供が中学からさらに高等学校を卒業するまでその地区で生活が完結する。主婦の毎日の買物は近隣センターで、週ごとの買物は地区センターで行われ、一週間の生活が完結する。近隣住区の標準は人口8千人~1万人が適当なので1地区の人口は3~4万人となる。近隣住区の大きさは育児に最適な低層住宅を基本とすれば、約1km×1kmの大きさとなるので、地区の大きさは概略1.8×1.8~2km×2kmとなる。フィジカルプランとして示すと図3.4のようになる。

FIG. 3.4 HUMAN SETTLEMENT UNIT



人間定住の基本ユニットで人々の集まる商業業務地を集中させることによって都市ユニットが構成される。商業業務地と工業地に都市人口の2割程度が住むとすれば、都市ユニットの人口は25~30万人、直径6km程度となる(図3.5)。

ここで、住宅地は住宅に純化し、低層住宅を主に配置する。商業業務地は商業業務ビルと中層、高層住宅を混在させ多様性に富んだエリアとする、工業地には環境を悪化させない都市型工業のみ立地を認め、供給処理施設、物流施設もその中に配置する、大型緑地には総合公園、運動公園、都市林、遊園地、墓苑、大学等を配置する。

この都市ユニットで土地利用の比率は住宅地：商業業務地：工業地：大型緑地＝

6 : 1 : 1 : 1 となっている。この妥当性は土地利用の標準的な原単位から確かめられている。

さらに都市ユニットを組合せることによって理想的多核心都市が形成される(図 3.6)。

都市ユニット、多核心都市になっても職住近接、レク住近接がはかられ、最小の交通で生活できる。都市の理想が保たれている。

人口が 30 万人以上に増大する都市では多核心型に移行すべきものである。

FIG. 3.5 URBAN UNIT

( Population 250-300,000 )

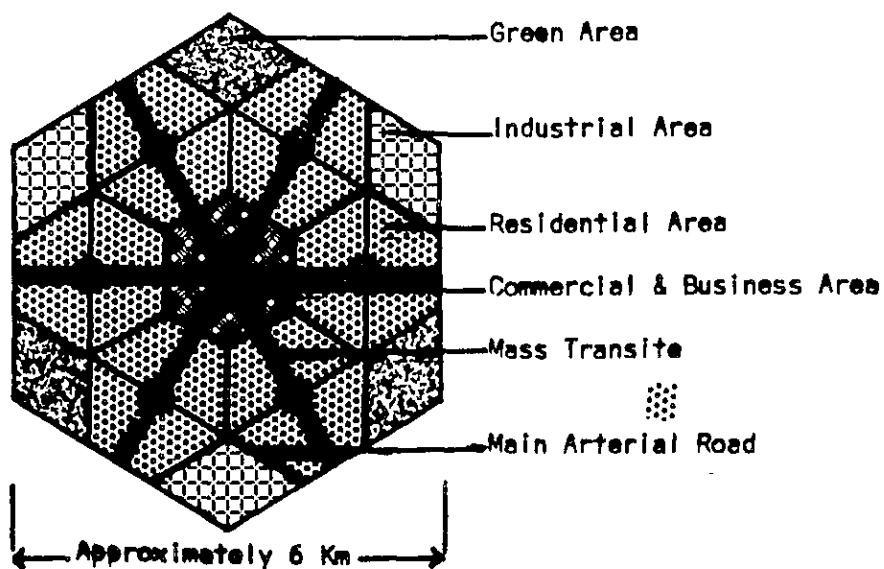
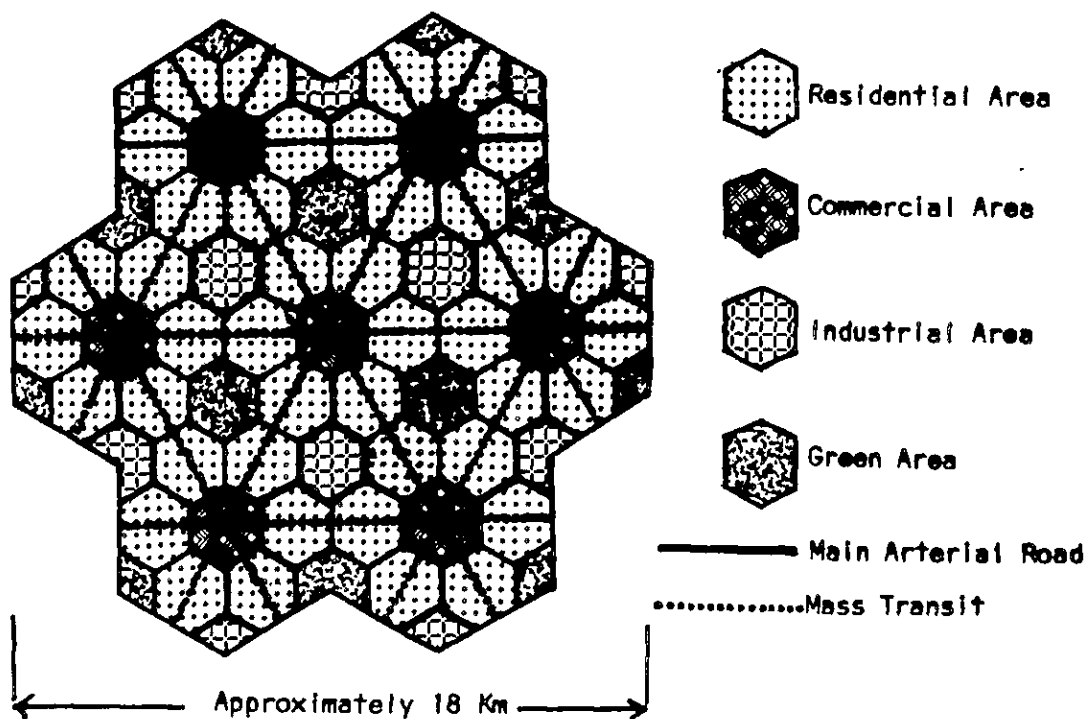


FIG. 3.6 IDEAL MULTI-CORE TYPE CITY

(Example: Population 2 million)



Source: "Planning of Comfortable housing"  
 H. SAKAI, Ohme Co., Ltd.  
 (Fig. 3.4 ~ Fig. 3.6)



## (2) イルビッド市土地利用のあり方

この都市計画の理想にてらして、イルビッド市の地形、発展の状況を考慮してイルビッド市の土地利用計画を考えると次のようになる。

市の中心部の商業地は商業業務地として整備する。中心商業業務地を除いて内環状道路に囲まれた部分は商業地（主に路線に沿った商業地）と住宅地の混合地として整備する。

一年を通じて西風が吹くので、市の周辺に大きく工業地を設けるのは妥当である。市街地への悪影響は避けられる。この地点には工業団地計画チームによって工業団地が計画されている。ここにセクターⅡのための流通セクターを設けるのが妥当である。工業地を1ヶ所だけに大きく集中させるとそれだけ交通が集中することになる。簡単な家内工業的なサービス工業は市の周辺の北西部 Fouara st. 沿いと南東部現在変電所のある周辺に配置することが望ましい。南東部は小規模なものとする。現在中央青果市場のある部分はバレスチナ道路とバグダード道路を結ぶ内環状道路沿いにある。この周辺を工業地として整備しセクターⅠの物流センターとする。

大型緑地（レクリエーション地区）は市の周辺の北部と東部に大きく設けることが望ましい。レクリエーション地区は市街地の拡大と共に、又、所得水準の上昇と共にその重要性が増すものであるから計画的に配置しておくことが重要である。市の中心部の丘の部分は公園として整備を図ることが望ましい。

その他の部分に住宅地が配置される、住宅地は地区単位に設け、その中心、境界環状道路沿いに地区センターを大きく設ける。この地区センター（商業地）を整備することはイルビッド市にとって特に重要であり、中心商業地への交通の集中を抑制する働きをする。

住宅地の基本ユニットである近隣住区の大きさは約  $0.9 \times 0.9 \sim 1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$  が望ましいので、内環状道路の周りに約  $0.9 \sim 1 \text{ km}$  のピッチで境界環状道路と外環状道路を配置するのが最も望ましい。この事は都市ユニットの図（図 3.5）からも明らかである。

市の西側は Wadi Elghafar によって市街地の発展がはばまれている。従って、土地利用上から環状道路を西側にも通す意義は低い。しかし、将来通過交通を内環状道路だけでは処理できなくなった時には、境界環状道路が必要になる。

以上から、イルビッド市の将来の望ましい土地利用と道路網の概念図は図 3.8 のようになる。

図 3.8 での環状道路網は理想的な場合であり、現実にはすでに人家が建っている所もあり、局所的な地形の制約もあり、又、土地利用規制図（図 1.15）のもとで区画

整理の手續きが進行している所もあり、環状道路のルートを第7章で検討するように一部修正せざるをえないのはいたし方ない。

市の中心部分の現在の交通混雑を解決するには、内環状道路をスムーズなリングにすることが特に重要である。内環状道路が整備されたら、通過交通を内環状道路で囲まれた中心部に入れない交通規制が必要である。

人口が25万人を越す頃から副都心を育成し多核心都市化すべきである。副都心の第一候補としてバグダード通り上でイルビッドの都心から約6kmの地点が考えられる(図3.7)。

FIG. 3.7 THE POSITION OF SUB CENTER

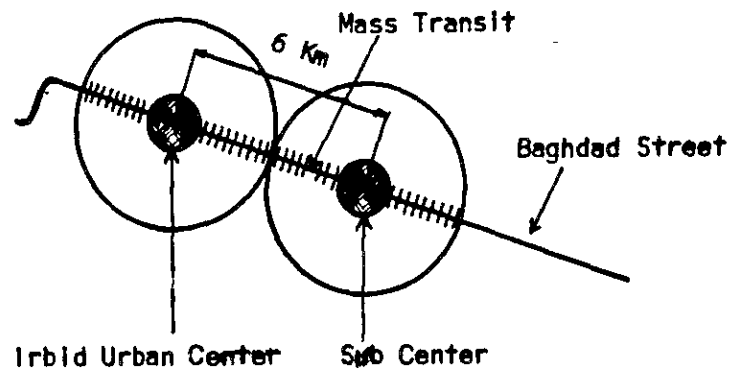
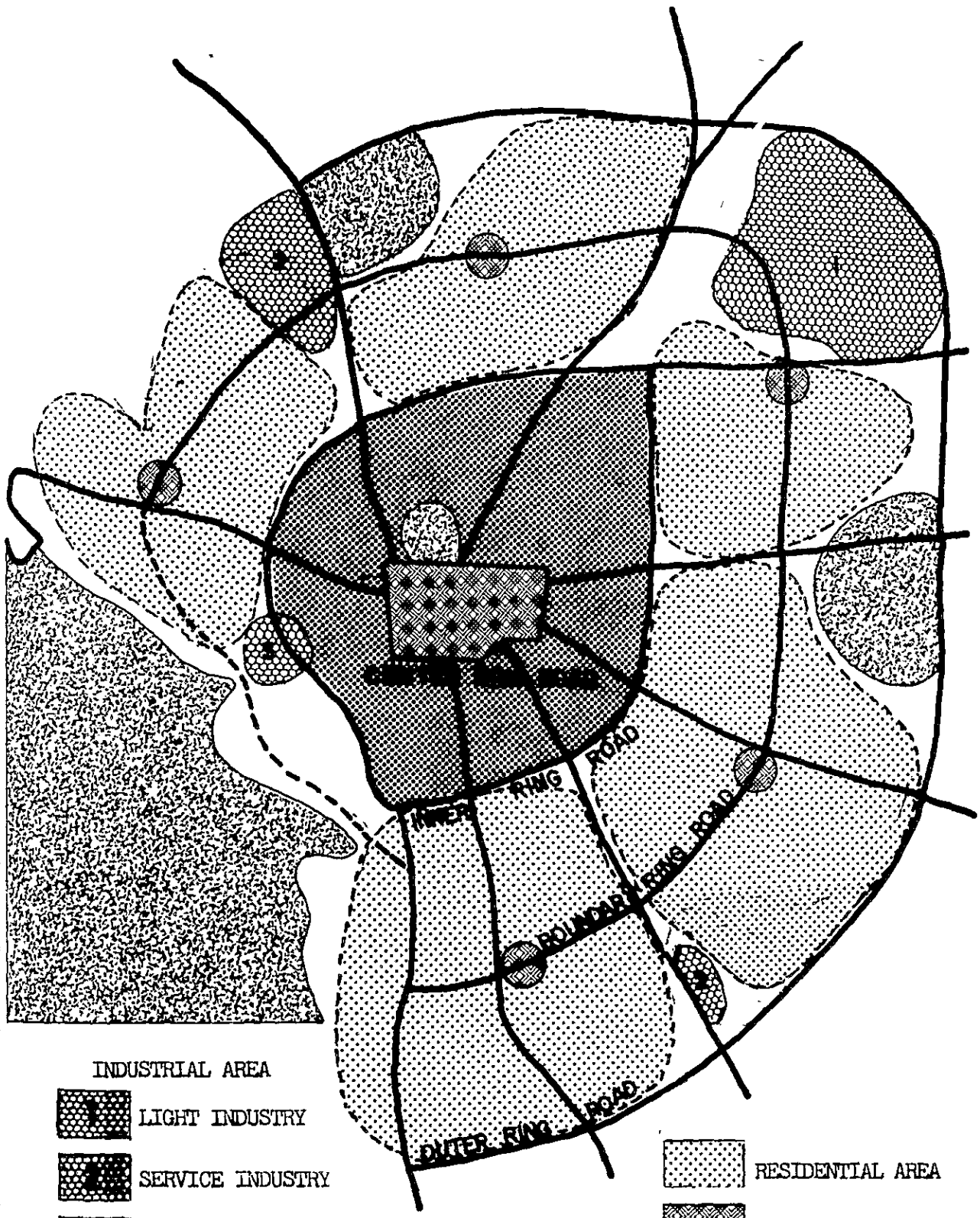












FIG. 3.8 CONCEPT OF LAND USE AND RING ROAD PLAN IN IRBID EXPANDED



- |   |                                       |  |                                    |
|---|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| INDUSTRIAL AREA   |                                       |  | RESIDENTIAL AREA                   |
|  | LIGHT INDUSTRY                        |  |                                    |
|  | SERVICE INDUSTRY                      |  | COMMERCIAL AREA                    |
|  | DISTRIBUTION CENTER<br>(FOR SECTOR I) |  | COMMERCIAL AND<br>RESIDENTIAL AREA |
|  | ARTERIAL ROAD                         |  | INDUSTRIAL AREA                    |
|  | DISTRICT CENTER                       |  | GREEN AREA                         |

### (3) イルビッド市都市交通のあり方

都市交通の基本は歩くことにある。イルビッド市では快適に歩ける歩道が少ない。歩道、歩行者専用道を整備し、歩行者道のネットワークを市内に張りめぐらせることが重要である。

都心部を快適なものにするには、内環状道路の内側に商業業務地を囲んでもう一つの中心環状道路を既存の道路を組み合わせで整備し、その内側にトラフィックセルシステムを採用することが考えられる。中心環状道路の内側にあるバグダード道路(16号線)とジュラシ道路(11号線)を歩行者専用道(トランジットモールにしてバス、タクシーのみ通す)にして、その歩行者専用道によって内部を4つのトラフィックセルに分割することが考えられる。1つのセルから他のセルへの車の交通を禁止する。車は1つのセルにはいったら用事をすまして、同じセルからでる。

イルビッド市では現在ほとんど自転車は使われていない。しかし、イルビッド市は地形が平坦であるので、無公害の自転車の利用が推奨される。自転車の増加と共に徐々に自転車レーンもふやしていくことが望ましい。

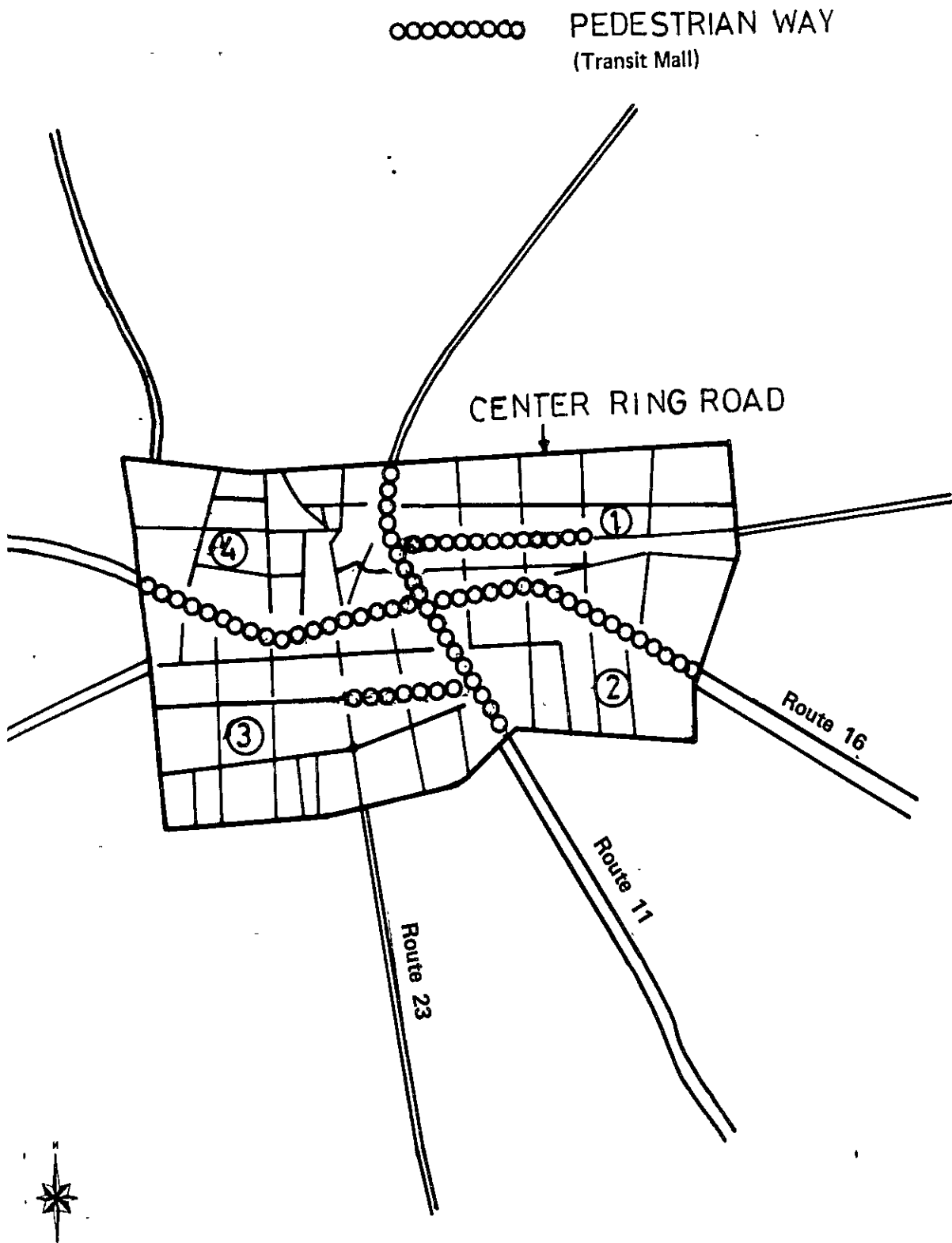
都市空間のうち交通に使える空間は限られている。限られた空間のもとで、マイカー交通は都市交通の主役にはなりえない。将来はマイカーを抑制し、パブリックカーを振興することである。マイカーには騒音、排気ガス、道路占有等の社会的費用にみあう高率の税金をかける。又、都心部に駐車禁止区域をふやし、マイカーを使いにくくすることである。

一方、タクシー、相乗りタクシー(サービスタクシー)、ミニバス、バスのネットワークを整備し、都市内のあらゆる所へ低料金で行けるようにすることが重要である。

現在イルビッド市で軌道交通機関は用いられていない。将来人口30万人位まではパブリックカーのみで交通処理は可能であると考えられる。

将来、人口が30万を越え多核心化したら、その副都心と現在の都心を結び軌道交通機関を適用することが考えられる。

FIG. 3.9 TRAFFIC CELL SYSTEM



### 3.5 イルビッド Expanded 土地利用将来フレームの設定

#### (1) イルビッド Expanded

住宅地の密度は育児に適した低層住宅を基本にしてグロス80～130人/haの間、標準100人/haが望ましい。従って、紀元2000年での密度が100人/haになるように、又、都市人口の80%が住宅地に住み、残りの20%が商業業務地、工業地内に住むものと想定し、住宅地の必要面積を算出した。

商業業務地は都市人口1人当りネットで10m<sup>2</sup>が標準的に必要とされている。(アメリカの例でも日本の例でも約10m<sup>2</sup>となっている。)道路、その他の公共用地を含めたグロスで2000年に都市人口1人当り13m<sup>2</sup>となるように商業業務地の大きさを定めた。

工業地の就業者1人当りの必要面積はイルビッド工業団地計画チームのスターゲ-によると次のように見積られている。

	(m <sup>2</sup> /person)		
	1985	1986 ~ 1990	1991 ~ 2000
Net land demand	70	77	84
Gross land demand	100	110	120

これより工業地の就業者の密度がグロスで2000年に85人/haとなるように工業地の大きさを定めた。

都市内の大型緑地は都市人口1人当りネットで最小限10m<sup>2</sup>必要とされる。紀元2000年に都市人口1人当りグロスで11m<sup>2</sup>となるように大型緑地の大きさを定めた。

この条件で将来の市街化面積を算出すると表3.11のようになる。

イルビッド市の地形、都市計画及び開発の将来計画を考慮し将来の市街地の分布図を描くと図3.10のようになる。

図3.11は紀元2000年での土地利用と環状道路網の予定図を描いたものである。

Table 3.14 Estimated Framework of Future Land-Use in Irbid Expanded

	1980	1985	2000
Population (1,000 persons)	139	173	322
Population in Residential Area (1,000 persons)	111	138	258
Employed Population (1,000 persons)	27.8 (20%)	38.9 (22.5%)	96.6 (30%)
Sector II Population (1,000 persons)	4.2 (15%)	7.0 (18%)	24.2 (25%)
Residential Area (ha) Gross Density	967 (115 persons/ha)	1,247 (111 persons/ha)	2,576 (100 persons/ha)
Commercial & Business Area (ha) Gross	139 (10 m <sup>2</sup> /person)	190 (11 m <sup>2</sup> /person)	419 (13 m <sup>2</sup> /person)
Industrial Area (ha) Gross Density of Workers	42 (100 persons/ha)	73 (96 persons/ha)	284 (85 persons/ha)
Large-scale Green (ha) Gross Area Required	69 (5.0 m <sup>2</sup> /person)	111 (6.4 m <sup>2</sup> /person)	354 (11 m <sup>2</sup> /person)
Urban Area (ha) Density (person/ha)	1,217 114	1,654 106	3,637 89

Table 3.15 Forecast Urban Area in Irbid Expanded

	1979	1985	2000
Irbid City	882.7	1,245	2,385
Beit Ras	48.5	101	250
Hakama	39.4	56	125
Bishra	56.3	73	275
Hawara	46.9	69	165
Aidun	79.7	110	437
Irbid Expanded	1,153.5	1,654	3,637

FIG. 3.10 FUTURE URBAN AREA IN IRBID EXPANDED

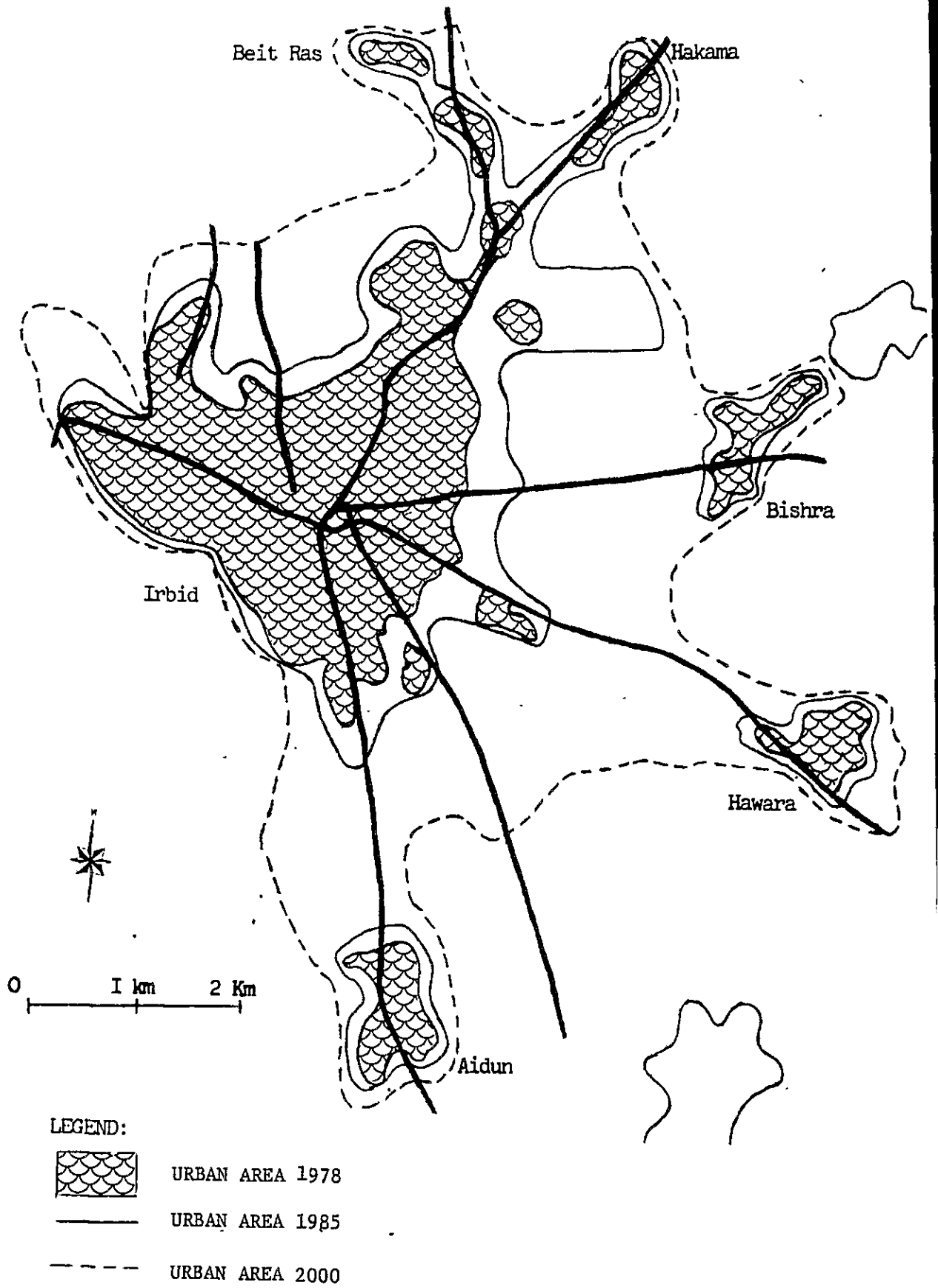
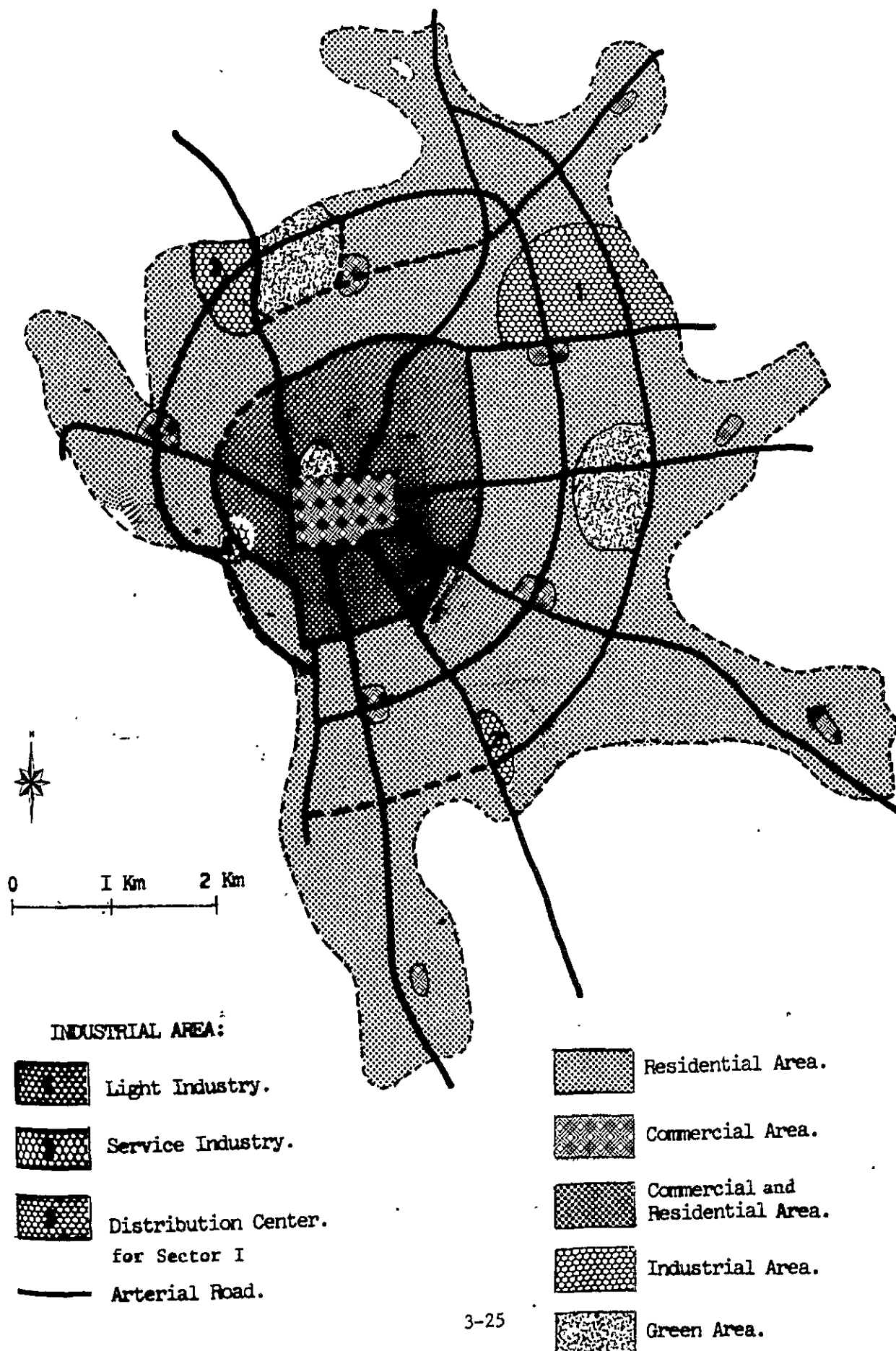




FIG. 3.11 LAND USE PLAN IN IRBID EXPANDED (in 2000)

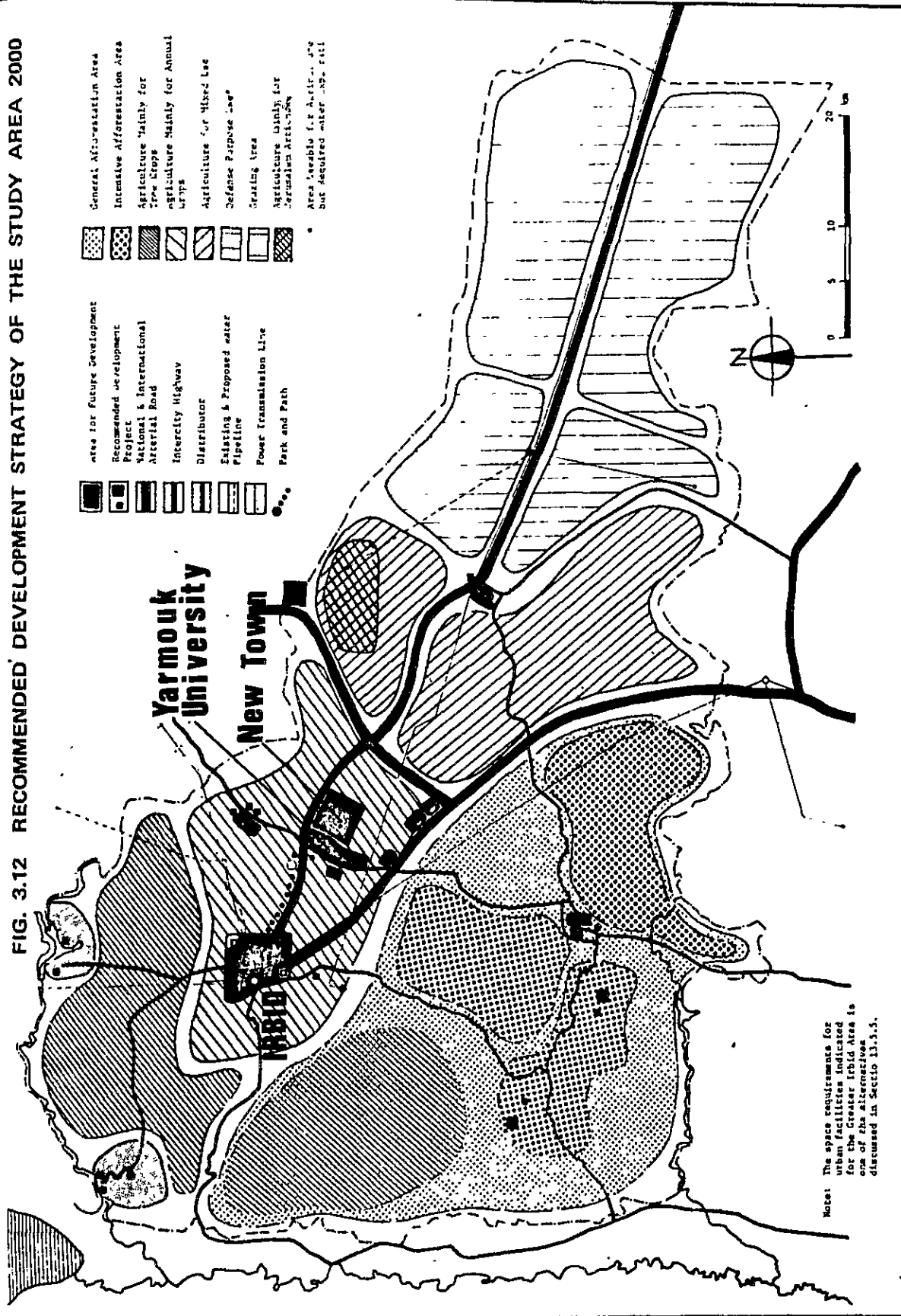


(2) Irbid Region

Irbid Region の開発計画は地域計画チームにより図 3.12 のように提案されている。ヤルムク大学の新しいサイトの横にニュータウン(学園都市)を予定している。

ヤルムク大学は、1985年位から新しいサイトに学生が徐々に移りはじめ、それから約10年位で完成し、その時の学生数は約2万人、大学関係者は総数約1,600人になると予定されている。

FIG. 3.12 RECOMMENDED DEVELOPMENT STRATEGY OF THE STUDY AREA 2000



Source : Integrated Regional Development Study of Northern Jordan, Final Report, Volume 2

### 3.6 ゾーン別指標

将来交通量予測のためのゾーン別指標は次の通りである。

#### (1) ゾーン別土地利用面積 (Irbid Expanded 内)

将来の市街化区域の想定図 ( Fig 3.10 ) を基にゾーン別の市街地面積を算出した。次に将来の土地利用の想定図よりゾーン別の土地利用の内訳、即ち住宅地、商業業務地、工業地、大型緑地の面積を求めた。この値はゾーン別の傾向を示す大まかな値である。

#### (2) ゾーン別夜間人口

ゾーン別の1979年人口は人口センサスから得られる。将来のゾーン別夜間人口は次のようにして求めた。

1) Irbid Expanded 内はゾーン別の現況の人口密度を基に、ゾーン別の将来土地利用の状況を考慮し、将来のゾーン別人口密度を予測した。ゾーン別の将来の市街化面積にその人口密度を掛け将来の夜間人口を求めた。

2) ジョルダン内のその他の地域は人口の対前年増加率を3.1節の人口予測を考慮して、表3.18に示すように想定して求めた。ヤルムク大学の新しいサイトに1985年から学生が移転するので、ニュータウンの人口がそれ以降に増加する。2000年に3万人のニュータウンになるものと想定した。

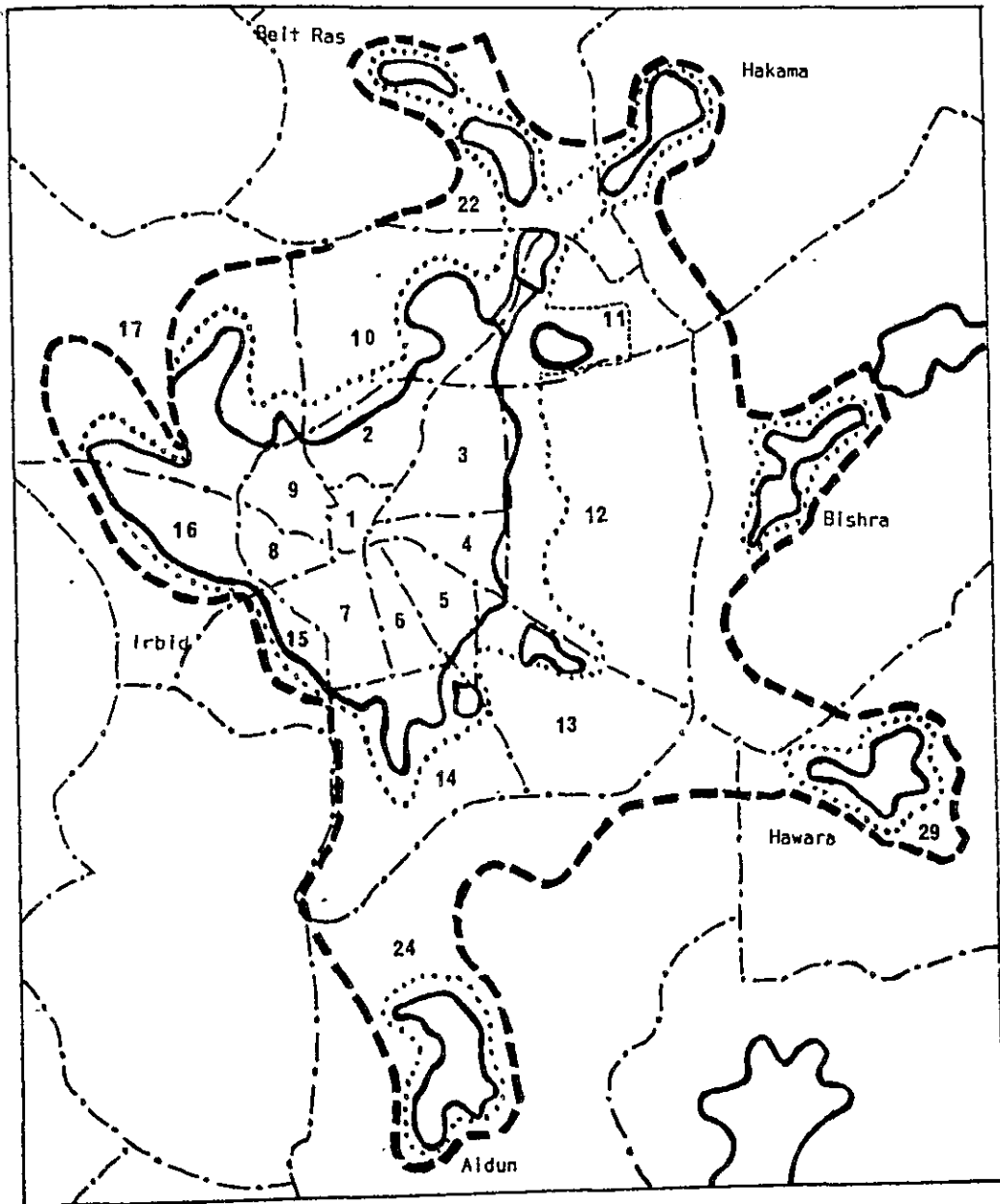
3) 周辺国は過去の人口の対前年増加率の傾向から将来のその傾向を想定し、それから将来人口を求めた。

#### (3) ゾーン別、従業地ベース、セクターⅡ、セクターⅡ就業者数 (Irbid Expanded 内)

ゾーン別の商業業務地及び工業地の面積に就業者密度を想定してゾーン別のセクターⅡ、セクターⅡの就業者数を求めた。この値もゾーン別の傾向を示す大まかな値である。

将来総トリップエンド数の推計は総トリップエンド数の伸び

FIG. 3.13 FUTURE URBAN AREA IN IRBID EXPANDED



- ZONE
- URBAN AREA 1978
- ..... URBAN AREA 1985
- URBAN AREA 2000

Table 3.16 Land-Use Area by Zone (ha) in Irbid Expanded

Zone	1979					1985					2000				
	R	C	I	G	T	R	C	I	G	T	R	C	I	G	T
1	8	14	0	2	24	6	15	0	4	25	2	17	0	6	25
2	63	0	0	4	67	70	1	0	4	75	64	10	0	1	75
3	67	22	4	6	99	69	27	7	5	108	40	50	15	33	108
4	30	13	1	3	47	35	17	1	3	56	25	27	3	1	56
5	22	12	1	8	43	27	15	1	7	50	18	25	3	4	50
6	36	10	1	1	48	32	14	1	1	48	21	23	3	1	48
7	42	18	5	2	67	46	20	6	2	75	38	25	10	2	75
8	20	4	3	2	29	29	6	4	2	41	21	10	8	1	40
9	36	5	3	1	45	39	7	4	1	51	28	15	7	1	51
10	75	3	1	4	83	97	5	2	10	114	164	25	5	90	284
11	20	2	16	4	42	37	3	28	7	75	54	7	100	10	171
12	23	0	0	10	33	58	10	0	20	88	291	50	2	120	463
13	16	0	3	3	22	35	0	5	10	50	181	7	10	30	228
14	38	2	0	4	44	91	5	0	7	103	214	25	2	15	256
15	31	0	0	3	34	30	0	1	3	34	30	3	5	2	40
16	61	0	1	2	64	104	0	2	2	108	112	5	6	2	125
17	80	5	3	3	91	122	10	9	3	144	216	25	29	20	290
Sub-total (Irbid City)	688	110	42	62	882	928	155	71	91	1245	519	349	208	309	2385
22	43	5	0	1	49	90	7	1	3	101	204	15	22	9	250
Bishra	50	5	0	1	56	62	7	0	4	73	299	15	2	9	275
24	73	6	0	1	80	94	9	0	7	110	394	20	10	13	437
Hakama	33	5	0	1	39	46	6	1	3	56	68	10	40	7	125
29	42	4	0	1	47	60	6	0	3	69	146	10	2	7	165
Total (Irbid Expanded)	909	135	42	67	1153	1280	190	73	111	1654	2580	419	284	354	3637

Notes : R : Residential Area      C : Commercial & business Area  
I : Industrial Area      G : Large Scale Green Area  
T : Total Area

Table 3.17 Population by Zone in Irbid Expanded

Zone	1979			1985			2000		
	Urban Area (ha)	Density (Persons/ha)	Population (Persons)	Urban Area (ha)	Density (Persons/ha)	Population (Persons)	Urban Area (ha)	Density (Persons/ha)	Population (Persons)
1	24	124.3	3,021	25	120	3,000	25	110	2,800
2	67	365.5	24,597	75	350	26,200	75	210	15,700
3	99	142.2	14,017	108	140	15,100	108	130	14,000
4	47	55.6	2,630	56	60	3,400	56	95	5,300
5	43	40.5	1,753	50	45	2,300	50	85	4,200
6	48	75.4	3,651	48	75	3,700	48	85	4,200
7	67	200.6	13,340	75	190	14,300	75	160	12,000
8	29	198.1	5,724	41	190	7,600	40	160	6,400
9	45	292.4	10,813	51	230	11,800	51	180	9,200
10	83	99.6	7,986	114	90	10,200	284	60	17,100
11	42	97.2	1,992	75	45	3,400	171	40	6,800
12	33	19.4	637	88	25	2,200	463	60	27,200
13	22	34.6	775	50	40	2,000	228	70	16,000
14	44	46.7	2,060	103	50	5,100	257	80	20,800
15	34	40.4	1,352	34	45	1,500	40	100	4,000
16	64	149.4	9,564	108	142	15,400	125	125	16,200
17	91	102.0	9,057	144	100	14,400	290	120	34,800
Sub-total (Irbid city)	882.3	128.0	112,969	1,245	113.8	141,600	2,385	90.8	216,700
22	49	95.5	4,630	101	90	9,200	250	88	22,000
Bishra	56	70.9	3,992	73	71	5,200	275	85	23,400
24	80	58.9	4,697	110	60	6,700	437	80	35,000
Hakama	39	56.0	2,208	56	60	3,400	125	80	10,000
29	47	107.5	5,043	69	100	6,900	165	90	14,900
Total (Irbid Expanded)	1,153	115.8	133,539	1,654	104.6	173,000	3,637	88.5	322,000

Table 3.18 Population by Zone in Irbid Governorate

Zone	1979 Population (Persons)	Annual Growth Rate (%)	1985 Population (Persons)	Annual Growth Rate (%)	2000 Population (Persons)
Irbid City	112,960	-	141,600	-	216,700
22	4,630	-	9,200	-	22,000
24	4,697	-	6,700	-	35,000
29	5,043	-	6,900	-	14,900
Bishra	3,992	-	5,200	-	23,400
23 Others	3,256	3.7	4,000	3.1	6,300
Total	7,248	-	9,200	-	29,700
25	1,552	3.7	5,200	3.1	3,000
26	4,158	3.7	5,200	3.1	8,200
27	6,560	3.7	8,200	3.1	13,000
-					
Hakama	2,208	-	3,400	-	10,000
28 Others	15,169	3.7	18,900	3.1	29,900
Total	17,377	-	22,300	-	39,800
30	35,790	3.7	44,500	3.1	70,300
31	16,108	3.7	20,000	3.1	31,600
32	10,196	3.7	12,700	3.1	20,100
33	39,106	2.8	46,200	2.3	65,000
34	29,775	2.8	34,100	2.3	49,900
New Town	0	-	0	-	30,000
35 Others	47,980	2.8	56,600	2.3	79,600
Total	47,980	-	56,500	-	109,600
36	73,241	2.8	86,300	2.3	121,400
37	66,835	2.8	78,900	2.3	111,000
38	75,291	2.8	88,000	2.3	125,000
39	53,100	2.8	62,700	2.3	88,200
Irbid Governorate	611,658	3.3	743,000	3.1	1,174,000



Table 3.19 Zone 40 (Jordan Excluding Irbid Governorate)

Year	<u>1979</u>	<u>1985</u>	<u>2000</u>
Population (1,000 Persons)	1,540	1,887	1,3045

Table 3.20 Annual Population Growth Rate in Neighbouring Countries

	<u>Syria</u>	<u>Iraq</u>	<u>Saudi Arabia</u>	<u>Egypt</u>	<u>East Bank</u>	
1/ Actual	1950-55	2.4	2.7	1.9	2.3	
	1955-60	2.8	2.9	2.7	2.4	
	1960-65	3.2	3.1	2.4	2.5	
	1965-70	3.2	3.4	2.7	2.3	1.9
	1970-75	3.4	3.4	3.3	2.2	1.9
	1975-79	3.4	3.4	6.1	2.7	1.2
Estimate	1980-85	3.4	3.4	3.4	2.6	1.1
	1985-90	3.3	3.3	3.8	2.5	1.1
	1990-95	3.2	3.3	3.7	2.4	1.0
	1995-2000	3.1	3.2	3.6	2.3	1.0

Note : 1/ Source U N . Population Census

Table 3.21 Forecast Population of Neighbouring Countries (1,000 Persons) (Aveg. Annual Growth Rate)

Zone Year	41 Syria	42 Iraw	43 Saudi Arabia	44 Egypt	45 West Bank
1979	8,506 3.4	12,908 3.4	9,292 3.8	40,993 2.6	729 1.2
1980	8,795 3.4	13,347 3.8	9,645 3.8	42,059 2.6	738 1.1
1985	10,395 3.3	15,776 3.3	11,622 3.8	47,818 2.5	779 1.1
1990	12,227 3.2	18,557 3.3	14,005 3.7	54,102 2.4	823 1.0
1995	14,312 3.1	21,828 3.1	16,795 3.6	60,913 2.3	865 1.0
2000	16,671	25,551	20,044	68,248	909

Table 3.22 Work Place of Sector II and Sector III by Zone in Irbid Expanded

Zone	Sector II			Sector III		
	1979 Workers (Persons)	1985 Workers (Persons)	2000 Workers (Persons)	1979 Workers (Persons)	1985 Workers (Persons)	2000 Workers (Persons)
1				1,400	1,570	2,210
2					110	1,300
3	470	810	1,650	2,200	2,830	6,500
4	120	120	330	1,300	1,790	3,510
5	120	120	330	1,200	1,570	3,250
6	120	120	330	1,000	1,470	2,990
7	580	690	1,100	1,800	2,100	3,250
8	350	460	880	400	630	1,300
9	350	460	770	500	730	1,950
10	90	170	400	200	380	2,540
11	1,390	2,410	8,000	120	220	710
12			160		750	5,080
13	260	420	800			710
14			160	130	370	2,540
15		90	410			300
16	90	170	480			500
17	260	770	2,320	340	750	2,540
Total (Irbid City)	4,200	6,820	18,120	10,600	15,270	41,180
22		90	1,760	340	530	1,520
Bishra			160	340	530	1,520
24			800	410	670	2,030
Hakama		90	3,200	340	450	1,020
29			160	270	450	1,020
Total (Irbid Expanded)	4,200	7,000	24,200	12,300	17,900	48,290

## 第4章 将来交通需要予測

### 4.1 概 要

#### 4.1.1 はじめに

現在イルビッドは北部地域における行政的な中心都市であるばかりでなく、経済社会活動や教育活動における中心的な都市である。それ故、種々の社会・経済活動の反映である交通動態の予測には、種々の予測モデルの作成、検討を必要とする。

将来予測のために必要な基本的社会経済指標は第3章で述べられている。社会経済指標の全ては、国勢調査、全国5ケ年計画及び関連資料によりチェックされているか、あるいは検討考慮されている。

提案されている環状道路の将来交通需要予測に用いた基礎データ、及び仮定は次の通りである。

- a) 人口に関しては第3章に述べられている本調査団の分析結果を用いる。
- b) 調査対象地域は4.1の予測用ゾーンに区分されている。それらは、環状道路の周辺地域を中心市街地部分は小さなゾーンに区分され、郊外地域、市周辺地域になるに従い大きく統合されている。イルビッド市域は17のゾーンに区分されている。このゾーニングは人口センサスのゾーンに対応している。

イルビッド市域を除くIrbid-Region、すなわち、Beit Ras, Bishra, Adjun等の調査対象地域外のIrbid Regionは12ゾーンに区分されている。

Ramtha, Jarash, Ammanや南部地域などのIrbid Region以外の他方は7ゾーンに区分されている。更に、隣接した外国は5ゾーンにまとめられている。これらのゾーン統合は全て、道路網及び交通流の方向性等にもとづいてなされた。

- c) 目標年次は、1985年及び2000年である。

#### 4.1.2 計画ゾーンとセクター

本調査では、市域と17の計画ゾーンに区分し、域外地域は合計24の計画ゾーンにまとめられている。計画ゾーンの内容は第2章のゾーンコードに示される通りである。

交通解析の過程及び表示内容の分かり易さのために、本文中の図では域外地域を交通の方向性によって5つのセクターに統合しており図4.1に示されている。

Table 4.1 Composition of Traffic Sectors

Sector	Zones Included					
R1	22,	27,	28,	34		
R2	23,	29,	35,	41,	42,	43
R3	24,	30,	36,	37,	40,	44
R4	25,	31,	38			
R5	26,	32,	33,	39,	45	

#### 4.1.3 目標年次

予測の目標年次は、1985年と2000年とした。1985年までには、環状道路の建設が大部分終り、供用開始しているであろう。1985年は道路計画を含む現在の5ケ年計画の最終年次である。

2000年は、長期的な観点での将来交通状況を表わすものと言え、一般的に、約20年間が将来交通状況の変化の1つの指標となっている。

#### 4.1.4 車種区分

将来交通需要予測を単純化して行うために、車種を次の2つのグループに統合している。“乗用車類”で、これは、(1)乗用車、(2)バン及びピックアップ、(3)バス、(4)タクシーからなっている。他の1つは“貨物車類”で、(1)小型貨物車、(2)普通貨物車、(3)その他車種(特殊車等)である。全ての予測過程、すなわち、発生集中交通量、分布交通量(OD表)、配分交通量はこの2つの区分によって行われた。

#### 4.2 予測手法の概略

イルビッド地域の将来交通需要予測は、数学的予測モデルを使用する3つの主要な部分から成っている。各ステップにおけるモデルは自動車の特定な利用状況を行動科学的に最も良く表現するよう関連付けられている。

これらの各予測過程の内容は、1981年の4月、イルビッドで実施された交通調査結果より得られた現況の自動車交通流動パターンの分析に依っている。交通需要予測モデルを用いたこの予測手法は既に、世界各地の主要都市で採用されている。本章では、この手法及びモデルについて詳述している。

本調査での数学的モデルを用いた交通量予測の基本的アプローチは、交通計画技法における最も典型的なやり方と言える。自動車交通需要は、土地利用と地域のポテ

ポテンシャルによって決定されると言え、利用道路の種別は、競合路線間の比較有為によって選ばれるものである。発生集中交通量に影響する社会経済指標については、既に第3章で触れている。

交通量予測のための主要ないくつかの指標、例えば、人口、就業者数、世帯数、学生数等々に対する分析がなされたが、結局、将来値としては人口を用いるのが最も適切であった。他の統計値は、特に自動車交通行動の特性、あるいは、将来予測の為の交通動態の要因等は、1981年4月イルピッドにおける交通調査から得られている。

交通予測の過程は以下に要約される。

#### (1) 発生交通量

各ゾーンの発生交通需要は回帰モデルから得られている。それらの回帰モデルは種々の相関関係のある要因から成っている。一般的にトリップ・エンドと各ゾーンの社会経済指標との関係は各ゾーンの現況データを用いた数種の関数を検討し、相関係数等による重相関関係によって決定される。関数型は直線タイプ・ログタイプ等である。

社会経済指標は通常、人口・工業出荷額・事業所数・就業者数・自動車保有台数・所得等が挙げられる。

しかし、本調査では人口を除いて正確なデータを得るのは非常に困難であった。

#### (2) 集中交通量

各ゾーンの集中交通量は、ゾーンのポテンシャルを反映している都市活動によって決定される。

自動車流動の特性として必ず出発地にもどる為、ゾーンとして見た場合、必ず一台の自動車の動きは二つのトリップを持つ。すなわち、発生交通量は集中交通量に等しい。

それ故、本報告書では発生交通量と集中交通量は量的に同じ値をとるものとして扱っている。

具体的には集中交通量は発生・集中交通量として包括的に考えられている。

#### (3) 総発生・集中交通量

総トリップ・エンド数（発生・集中交通量の2倍にあたる）はゾーン別発生・集中交通量とは別途に推計されている。この総トリップ・エンド数は将来OD表のコントロール・トータルとして使われている。

この総トリップ・エンド数はジョルダン全国の道路基本計画の数値を考慮に入れている。

#### (4) 分布交通量

将来OD表はグラビティ・モデルを用いて作成されている。このグラビティ・モデ

ルは各ゾーンの交通ポテンシャルと  $i j$  ゾーン間の距離との関係から成っている。  
 $i j$  ゾーン間のOD交通量は  $i$  と  $j$  ゾーンのパテンシャルに比例し、 $i j$  ゾーン間の距離に反比例する。

本調査においては各ゾーンのポテンシャルは当該ゾーンのトリップ・エンド数が用いられている。

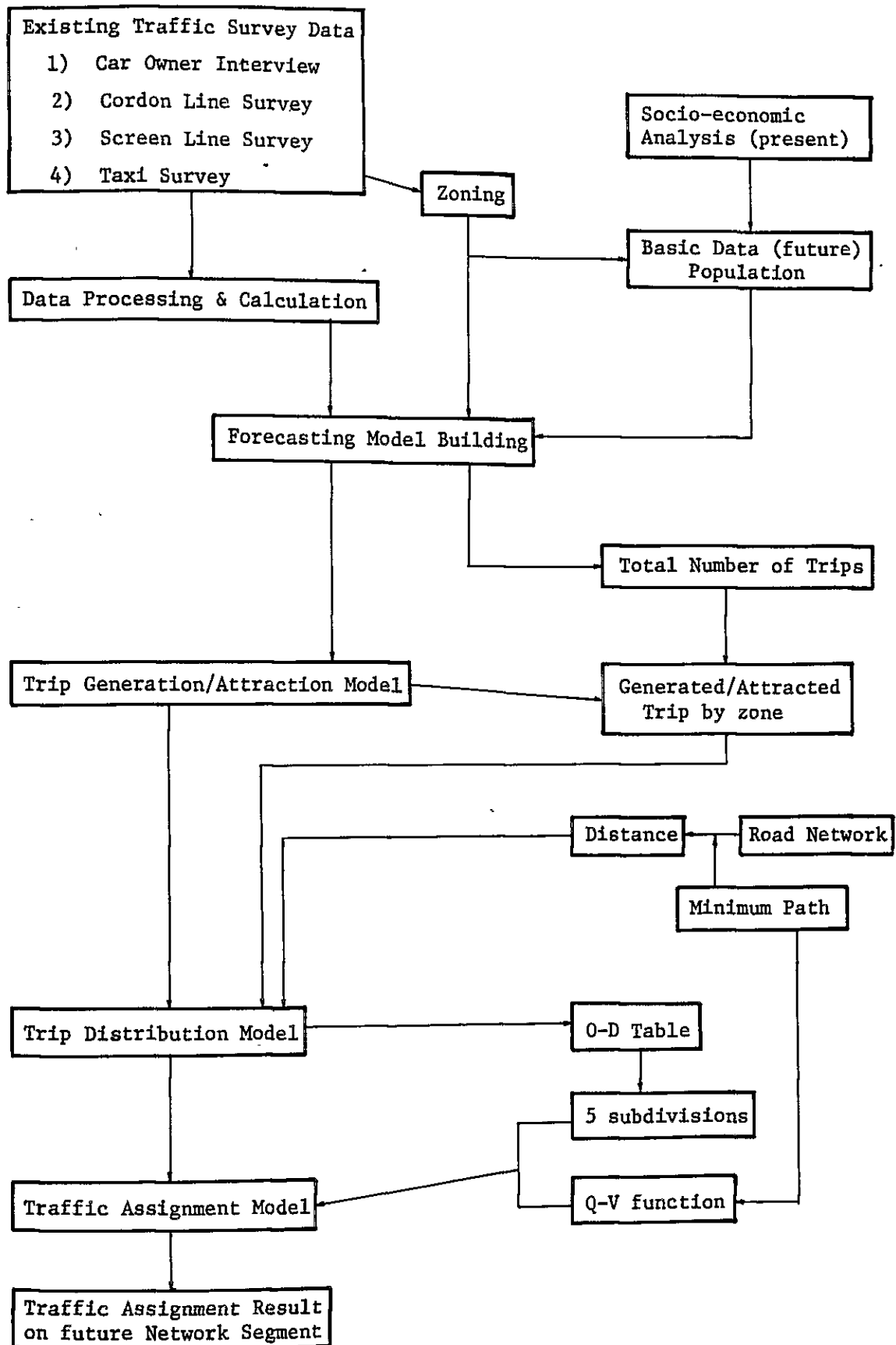
(5) 配分交通量

交通量配分は、ネット・ワークシュミレーションによっている。交通量は出発地から目的地までの最短時間径路に基づいて各道路区間に配分されている。配分に当たってはOD表を5分割し、各々の分割されたOD表を用いて5回にわたって配分計算を行っている。

各回の配分計算においては、各道路区間の自動車の走行速度は当該区間の交通量との関係から逐次計算される。

予測過程の概略は次表 4.1 に示されている。

Figure 4.1 Flow Chart of Forecasting Procedure



### 4.3 生成量（総交通需要量）

#### 4.3.1 考え方

この節では調査対象地域における総交通需要量を推計している。言い換えればOD表の総トリップ・エンド数を推計している。

OD表はイルピッド市内の市域内交通量とイルピッドと他都市との間の都市間交通量から成っている。それ故、これら2つの異なった交通流を考慮に入れねばならない。都市内交通は主としてイルピッド市内における都市活動の発展によっている。都市間交通は主として他の近隣都市の成長との関係が深い。

通常、自動車交通の発展過程において、(1)自動車保有率の増大、(2)1台当りトリップ数の減少、(3)1台当りトリップ長の増大が認められる。これらの傾向は多くの先進諸国における自動車交通の発展過程で明らかにされてきている。

これら3つの傾向は本交通量予測においても考慮されている。但し、これら各々の傾向を個々に予測することは、過去における交通データの欠落のため困難であり、それにかわって全国道路基本計画を用いている。全国道路基本計画においては、2000年の台キロおよびトリップ数が予測されている。しかしながら、この全国道路基本計画は、主として都市間交通を対象にしている。

総トリップ数の推計はこの全国道路基本計画の推計値を基礎にしており、特にイルピッド市域外ゾーンの交通量の伸び率作成に寄与している。

#### 4.3.2 予測方法

将来総トリップエンド数は、一般的には次の式で与えられる

$$\overline{T.E} = \left\{ \alpha \left( \frac{\sum_i k T I_i}{\sum_i k M_i} \right) \cdot \sum_i k \overline{M_i} \right\} \left\{ \frac{\sum_i (k T I_i + k T O_i)}{\sum_i k T I_i} \right\}$$

T E：総トリップエンド数

T I：調査地域内のゾーンのトリップエンド数

T O：調査地域外のゾーンのトリップエンド数

M i：iゾーンの保有台数

i：ゾーンi

k：車種

—：将来推計値

α：1台当りトリップ数の変化率

本調査では、この式をもう少し詳細に検討している。



将来総トリップエンド数の推計は総トリップエンド数の伸び率が得られれば良いと言える。このトリップエンドの伸び率は、自動車台・杆の伸びとトリップ長の伸びとに基づいて得ることができる。これを次に示すと、

$$\begin{aligned} \text{総トリップエンド数の} \\ \text{伸び率} &= (\text{台・杆の伸び率}) / (\text{トリップ長の伸び率}) \end{aligned}$$

$$= \frac{2000 \text{ 年の台杆}}{1981 \text{ 年の台杆}} / \frac{2000 \text{ 年の 1 台当りトリップ長}}{1981 \text{ 年の 1 台当りトリップ長}}$$

台杆の伸び率は、いくつかの要因が組合さっているが、次のようにも定義できる。

$$\text{台杆の} \begin{aligned} &= \frac{2000 \text{ 年の保有台数}}{1981 \text{ 年の保有台数}} \cdot \frac{2000 \text{ 年の台当りトリップ数}}{1981 \text{ 年の台当りトリップ数}} \cdot \frac{2000 \text{ 年の台当りトリップ長}}{1981 \text{ 年の台当りトリップ長}} \\ \text{伸び率} & \end{aligned}$$

トリップエンドの伸びは、台・杆の伸び率をトリップ長の伸びで割ったものとして得られる。

OD表は都市内及び都市間交通から成っているため、これらの異なった交通流の伸びと、イルピッド及び周辺他都市の活動量の伸びについて考察する必要があると言える。

$$GRT = (\text{台杆の伸び}) / (\text{トリップ長の伸び})$$

$$= \left( \frac{VF}{VP} \cdot \frac{TVF}{TVP} \cdot \frac{TLF}{TLP} \right) / \left( \frac{TLF}{TLP} \right)$$

$$= S_1 \left( \frac{CVF}{CVP} \cdot \frac{TVF1}{TVP1} \right) + S_2 \left( \frac{IVF}{IVP} \cdot \frac{TVF2}{TVP2} \right) \dots \dots \dots (4)$$

GTR：総トリップエンド数の伸び率

VF：将来総保有台数

OP：現在総保有台数

TOF：将来1台当りトリップ数

TOP：現在1台当りトリップ数

TLF：将来1台当りトリップ長

TLP：現在1台当りトリップ長

S<sub>1</sub>：都市間交通量のOD表に占める割合

S<sub>2</sub>：都市内交通量のOD表に占める割合

CVF：全国の将来保有台数

CVP：全国の現在保有台数

TVF1：将来の1台当り都市間交通量(トリップ数)

TVP1：現在の1台当り都市間交通量(トリップ数)

IVF：将来、イルピッド市保有台数

IVP：現在、イルピッド市保有台数

T V F 2 : 将来の1台当りイルピッド市内交通量

T V P 2 : 現在の1台当りイルピッド市内交通量

将来の全国にわたる地域間交通については、ウィルバー・スミスによる全国道路基本計画(1978~1982)において推計されている。全国道路基本計画においては、将来(2000年)の台数、平均トリップ長、乗用車1台当りのトリップ数等が表4.2に示すように載せられている

表中の数値は全国地域間交通流動での総台数を示しており、1981年から2000年までに約1.644倍になっている。特に自家用乗用車の伸びが大きく、この期間に2.1倍を示しており、小型、及び普通貨物車はこれに対し、約1.5倍となっている。

T L F : 全国地域間交通の平均トリップ長は約0.6%の増大である。また、自家用乗用車の平均トリップ長は0.1%減少している。普通トラックは1982年のトリップ長の約17%の増大をみせている。

T V F : 自家用乗用車の1台当りトリップ数は1982年の水準の40%と著しく減少している。全国道路基本計画の推計値は地域間交通の値である為、都市内交通に関する考察が必要となる。都市活動は都市化に伴いより複雑に発展するといえる。同時に、自動車流動も全体的に増大するが、登録台数の増加の方が更に上まわるものと考えられる。それ故、都市内における1台当りのトリップ数は幾分減少するといえる。しかしながら、その減少は地域間交通の減少に比べ小さな減少にとどまると考えられている。

1981年における乗用車1台当りのトリップ数は表4.3に示される。1981年から2000年にかけての都市間交通の乗用車1台当りトリップ数の減少は、道路基本計画においては0.33であった。本調査では、1981年から2000年にかけての都市間交通の乗用車1台当りトリップ数の減少を0.4と仮定している。

同様に、都市内交通の値は0.8と仮定した。

Table 4.2 The Estimated Trip Values in Master Road Plan

<u>Vehicle-kilometers (x 1000)</u>	<u>1982</u>	<u>2000</u>	<u>2000/1982</u>
Private passenger cars	1557.2	3255.1	2.090
Bus/Taxi	1249.2	1575.2	1.261
Light Trucks	638.6	934.5	1.465
Heavy Trucks	1472.7	2319.4	1.575
Total	4917.7	8084.2	1.644
<u>Average Trip Length (Km)</u>			
Private Passenger Cars	27.17	27.15	0.999
Bus/Taxi	30.93	31.77	1.027
Light Trucks	35.19	37.01	1.052
Heavy Trucks	76.35	89.13	1.167
Total	36.39	36.62	1.006
<u>No. of Trips Per Day</u>			
Private Passenger Cars	57,305	119,881	2.092
Bus/Taxi	40,384	49,582	1.228
Light Trucks	18,146	25,253	1.392
Heavy Trucks	19,288	26,023	1.349
Total	135,123	220,739	1.634
<u>No. of Trips per Passenger Car</u>	0.783	0.309	0.395

Source: Master Road Plan

$S_1, S_2$ : 都市内および都市間交通の割合は「ジョルダン王国北部地域総合地域開発調査報告書」から取っている。これは表 4.4 に示され、都市間交通のシェアは 30% と仮定された。それ故、都市内交通のシェアは総交通量の 70% である。(  $S_1=0.3, S_2=0.7$  )

Table 4.3 Decrease of Trips Per Car

Private Passenger Car	1976	2000	2000/1976	Annual Growth Rate (%)
Trips/day	38,014	119,881	3.15	4.9
No. of registered Cars	29,478	387,753	13.15	11.3
Trips per Car	1.29	0.31	0.24	
	1981	2000	2000/1981	
Trips/day	48,280	119,881	2.48	
No. of registered Cars	50,350	387,753	7.70	
Trips per Car	0.95	0.31	0.33	

Source: Master Road Plan (1978 - 1982)

Table 4.4 The Composition of Intra- and Inter-Regional Traffic

		1976	1985	2000
<u>Passenger Cars</u>	Inter	32	32	31
	Intra	68	68	69
Trucks	Inter	41	37	37
	Intra	59	63	63
Total Vehicles	Inter	35	33	33
	Intra	65	67	67

Source: Integrated Regional Development Study of Northern Jordan (Final Report, Volume 6, part 111)

CV F : ジョルダンにおける総自動車保有台数は、第3章で推計されており、次のようであった。

Table 4.5 Future Number of Vehicles

Year	East Bank (1000)	Irbid Governorate (1000)
1975	44.2	2.7
1980	126.1	14.4
1981	150.0	17.8
1985	195.0	22.8
1990	296.1	35.3
1995	446.6	54.4
2000	633.7	78.9

Source : Study Team

この推計値は全車種についてである。これを道路基本計画の車種構成比を用いて車種別の値とすると、表4.6に示される数値となる。

Table 4.6 Future Number of Vehicles (thousands)

Year	East Bank		Irbid Governorate	
	Car	Truck	Car	Truck
1981	105.0	45.0	12.5	5.3
1985	136.6	53.5	16.0	6.8
2000	473.5	158.4	59.2	19.7

Source : Study Team

GDT : 総トリップ数の伸び率は、前述(4)式を用いて推計される。推計結果は次のとおりである。

Table 4.7 Growth of Total Trip-Ends

	1985/1981	2000/1981
Car	1,300	3,196
Truck	1,280	2,504

#### 4.3.3 イルビッド工業団地関連交通量

イルビッド市における主要なプロジェクトの1つとして「ジョルダン王国北部地域総合開発調査」により提案計画されているイルビッド工業団地がある。このイルビッド工業団地(IIE)プロジェクトは「イルビッド工業団地フィージビリティ調査報告書」のレコメンデーションに基づいて実施されようとしており、工業団地の用地は既存の市の工業用地の東側隣接地域となっている。境界環状道路と外環状道路はこのプロジェクトと密接な関連をもっている。IIEプロジェクトは道路網の整備に大きく依存している。それ故、交通量予測においても、このIIEを考慮に入れねばならない。

IIEの日交通量は1,910台/日と予測され、内容は次の通りである。

Table 4.8 Estimated Daily Traffic Volume of IIE

Activities	Kind of Vehicle	Vehicle Volume	Passenger Volume (%)
Produce	Truck/5 ton	480	480 (8)
Business	Passenger Car	280	280 (5)
Administrative	Passenger Car	200	200 (4)
Commuting	Passenger Car	750	750 (13)
"	Bus	200	4,000 (70)
Total		1,910	5,710(100)

Source: "Feasibility Study of IIE"

表 4.8 に示されるように、70%の従業員がバス利用すると想定されている。

(20人/台/バス)

このIIE従業員のバス利用は妥当な想定であろう。交通量配分のためにはバスを乗用車換算した方がより望ましい。これは貨物車についても同様にいえることである。

それ故、バスを乗用車単位(PCU)に換算すると表 4.9 に示される結果となる。ここでは乗用車換算はバスだけにとどめて、OD表作成の過程に組み込んだ。

Table 4.9 Traffic Volume in PCU

Passenger Car	1230 (PCU) (80%)
Bus	300 (20%)
Total Passenger Cars Units	1530 (100%)

Note: PCU for bus is 1.5.

乗用車の主たる利用目的は通勤である。(全体の60%)。この乗用車の分布パターンは人口分布によるものとした。他方、乗用車の業務活動および管理的目的の利用は都市活動によるものと考え、これらの分布パターンも乗用車の流動パターン(OD表)と

対応すると仮定した。

貨物車のOD表は、IIEの生産活動、すなわち、原料および製品の搬出入等に基づかねばならない。しかし、報告書ではこれらの交通流動について詳しく記されていない為、これら貨物車のトリップの発着地および量は発生集中交通量の分布パターンに比例するものとした。

#### 4.4 発生・集中交通量

##### 4.4.1 概要

発生モデルは、発生・集中交通量に関連した社会経済指標を用い作成されている。各ゾーンにおいてトリップを発生させるポテンシャルには多くの要因が関与している。集中交通量も同様に都市地域の土地利用、経済的、社会的諸活動と関連している。

予測モデルはこれら各ゾーンの発生および集中交通量を基礎として構成される。

##### 4.4.2 モデルの検討

発生・集中度に関して考慮しなければならない多くの要因があるが、ゾーン毎の人口だけが確実な統計値として得られているため、ここにおける分析では人口だけが使われることとなった。

ゾーン毎のトリップ・エンド数と人口との関係に基づいて下記の様な予測式が検討された。

$$\text{Type 1 : } T_i = \alpha \times i + \beta$$

$$\text{Type 2 : } T_i = \alpha \times \frac{\beta}{i}$$

$$\text{Type 3 : } T_i = e^{\alpha x_i} + \beta$$

$$\text{Type 4 : } T_i = \alpha e^{B \times i^2 + r \times i}$$

$T_i$  :  $i$ ゾーンのトリップ・エンド

$x_i$  :  $i$ ゾーンの人口

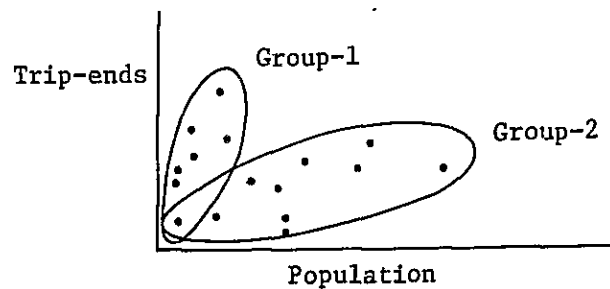
$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $r$  : パラメーター

後で述べる様に、ゾーンを2つのグループに分けて、それぞれにもっとも相関の良かった式を選んでいる。

どのタイプにおいてもゾーン毎のトリップ・エンド数と人口との関係はばらつきが大きく、重相関係数は非常に低かった。それ故、ゾーンを図4.2に示すごとく、2つのグループに分けている。一般的には、各ゾーンのばらつきについてその原因を言及できない場合、全体のデータを一つとして扱う方が望ましい。なぜならば、理由はなんであれ、将来の状況はそれらを反映することになるからである。

将来開発計画のある I I E のゾーンを除くとイルビッド市内の各ゾーンは、構造的な変化がないものと考えられる。イルビッド市の中心市街地は、将来においても同様に機能していると考えてよい。それ故、発生・集中モデルは、この2つのグループ毎に適用された。

Figure 4.2 ZONES divided into two groups



回帰計算の結果は表 4.1 0 および表 4.1 1 に示される。回帰式のタイプはすでに述べた 4 つのタイプであり、説明変数によって次に述べられる様なケースに分けられている。

ケース 1 : 説明変数は、人口を用いている。

ゾーン毎のトリップ・エンド数と人口のデータ数はすべてのゾーンを用いている。

ケース 2 : 説明変数は人口を用いている。

ゾーン別のトリップ・エンドと人口のデータは 2 つのグループに分けられた内の Group -1 (図 4.2 参照) を用いており、ゾーン 1・4・5・11・12・13・14・15 に適用している。

ケース 3 : 説明変数は人口を用いている。

ゾーン別のトリップ・エンド数および人口は、Group-2 (図 4.2 参照) を用いており、適用ゾーンはゾーン 2・3・6・7・8・9・10・11・15・16・17 である。

ケース 4 : 説明変数はゾーン別人口と (商業 + 工業用地) / ゾーン別市街地面積を用いている。このケースは全ゾーンに対して適用している。

ケース 5 : 説明変数はゾーン別人口とゾーン別就業者数を用いている。

このケースも全ゾーンに対して適用している。



Table 4.10 Results of Regression Analysis (Cars)

Type <u>1/</u>	Parameters			Correlation Coefficient
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
CASE-1 $T_i = e^{\alpha x_i + \beta}$	0.000026	7.7326	-	0.2075
CASE-2				
1. $T_i = \alpha x_i + \beta$	2.8995	-1429.31	-	0.9130
2. $T_i = \alpha x_i^\beta$	1.7466	5.0351	-	0.8898
3. $T_i = e^{\alpha x_i + \beta}$	0.00115	5.7722	-	0.8827
4. $T_i = \alpha e^{\beta x_i^2 + \gamma x_i}$	4.8789	0.3401 E-6	0.00240	0.9046
CASE-3				
1. $T_i = \alpha x_i + \beta$	0.13254	1479.84	-	0.5544
2. $T_i = \alpha x_i^\beta$	0.53602	3.0320	-	0.8078
3. $T_i = e^{\alpha x_i + \beta}$	0.000073	7.0087	-	0.6364
4. $T_i = \alpha e^{\beta x_i^2 + \gamma x_i}$	6.4903	0.6572 E-8	0.000222	0.8048
CASE-4 <u>2/</u>				
$T_i = \alpha x_i + \beta N_i + \gamma$	0.05430	8350.88	1530.51	0.6865
CASE-5 <u>2/</u>				
$T_i = \alpha x_i + \beta M_i + \gamma$	0.01138	1.38321	2334.33	0.5620

Notes: 1/ CASE-1 All zones

CASE-2 ZONES 1,4,5,11,12,13,14 and 15

CASE-3 ZONES 2,3,6,7,8,9,10,12,13,15,16 and 17

CASE-4 All zones

CASE-5 All zones

2/ CASE 4  $X_i = \text{Population}, N_i = \frac{(\text{Commercial} + \text{Industrial area})}{\text{Urban Area}}$

CASE-5  $X_i = \text{Population}, M_i = \text{Employees}$

Table 4.11 Results of Regression Analysis (Trucks)

Type <sup>1/</sup>	Parameters			Correlation Coefficient
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
CASE-1 $T_i = e^{\alpha x_i + \beta}$	0.0000579	4.8948	-	0.3553
CASE 2				
1. $T_i = \alpha x_i + \beta$	0.23142	129.6	-	0.7808
2. $T_i = \alpha x_i \beta$	9.9068	2.0265	-	0.7904
3. $T_i = e^{\alpha x_i + \beta}$	0.00136	2.5955	-	0.7962
4. $T_i = \alpha e^{\beta x_i^2 + \gamma x_i}$	1.71113	0.3466 E-6	0.00259	0.8102
CASE-3				
1. $T_i = \alpha x_i + \beta$	1.59687	81.914	-	0.7326
2. $T_i = \alpha x_i \beta$	1.69309	0.7796	-	0.8491
3. $T_i = e^{\alpha x_i + \beta}$	0.000113	4.0336	-	0.7130
4. $T_i = \alpha e^{\beta x_i^2 + \gamma x_i}$	3.43515	0.7704 E-8	0.000288	0.8261
<sup>2/</sup> CASE-4				
$T_i = \alpha x_i + \beta N_i + \gamma$	0.00905	611.983	103.964	0.5885
<sup>2/</sup> CASE-5				
$T_i = \alpha x_i + \beta M_i + \gamma$	0.00505	0.05199	200.49	0.3091

- Notes: <sup>1/</sup> CASE-1 All zones  
CASE-2 ZONES 1,4,5,11,12,13,14 and 15  
CASE-3 ZONES 2,3,6,7,8,9,10,12,13,15,16 and 17  
CASE-4 All zones  
CASE-5 All zones
- <sup>2/</sup> CASE-4  $X_i = \text{Population}, N_i = \frac{(\text{Commercial} + \text{Industrial Area})}{\text{Urban Area}}$   
CASE-5  $X_i = \text{Population}, M_i = \text{Employees}$

#### 4.4.3 予測モデル式

回帰結果の詳細な検討を経て次の様な予測値を使用するものとした。

Table 4.12 Forecasting Model

##### Cars

Group-1 (ZONES 1, 4, 5 and 14)

$$T_i = 2.89954 X_i - 1429.31$$

Where  $X_i$  : Population by  $i$  zone

Multiple corr. coefficient	:	0.9130
Coefficient of Determination	:	0.8336
Standard Error of Regression	:	1.29651
F value	:	30.056
T value	:	2.2364
Durbin - Watson Ratio	:	2.058

Group-2 (ZONES 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16 and 17)

$$T_i = 0.53602 X_i^{3.0230}$$

Where  $X_i$  : Population by  $i$  zone

Multiple corr. coefficient	:	0.8078
Coefficient of Determination	:	0.6526
Standard Error of Regression	:	0.2098
F value	:	18.783
T value	:	2.5545
Durbin - Watson Ratio	:	0.795

##### Trucks

Group-1 (ZONES 1, 4, 5, 11 and 14)

$$T_i = 0.23142 X_i - 129.608$$

Where  $X_i$  : Population by  $i$  zone

Multiple corr. coefficient	:	0.7808
Coefficient of Determination	:	0.6097
Standard Error of Regression	:	0.1210
F value	:	9.372
T value	:	1.9126
Durbin - Watson Ratio	:	2.186

Table 4.12 (Continued)

Group-2 (ZONES 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16 and 17)

$$T_i = 1.6930 X_i^{0.77963}$$

Where  $X_i$  : Population by  $i$  zone

Multiple corr. coefficient	:	0.8491
Coefficient of Determination	:	0.7209
Standard Error of Regression	:	0.29037
F value	:	25.851
T value	:	2.68498
Durbin - Watson Ratio	:	1.380

これらモデルはゾーン別発生・集中交通量、すなわち、ゾーン別の将来自動車交通流動量を求めるものである。しかし幾つかのゾーンは推計交通量は他の推計モデル式で得られた結果により、補正されている。その理由は、

予測値を土地利用あるいは社会経済的發展から見た場合、大きすぎたり小さすぎたりしているからである。その場合主体的にはケース4の土地利用要因を用いた回帰式により修正されている。

#### 4.4.4 ゾーン別トリップ・エンド数

各ゾーン別の最終的に予測されたトリップ・エンド数は表4.13および表4.14に示される。これら予測値はすでに、4.3で得られたコントロール・トータルによって調整されている。この結果は、また、イルビッド工業団地(IIE)の推計交通量をも含んでいる。

Table 4.13 Forecast Trip-ends in 1985 and 2000

ZONE	1985		2000	
	CARS	TRUCKS	CARS	TRUCKS
1	7696	635	12065	620
2	3517	575	5727	598
3	5718	374	11995	1376
4	9676	372	22845	574
5	6016	360	18093	581
6	1930	125	2834	139
7	5975	358	9968	596
8	4570	362	9237	523
9	4563	385	9225	539
10	3420	316	10165	456
11	5928	738	11681	1727
12	1460	84	7352	1411
13	1388	75	6677	483
14	5111	590	33752	2939
15	1189	62	2822	141
16	4144	380	6079	421
17	4017	364	14567	769
22	2101	309	4727	518
23	1139	153	2563	257
24	3158	212	7106	356
25	98	33	218	55
26	627	270	1411	454
27	596	127	1341	214
28	3519	478	7918	903
29	2453	294	5520	493
30	5168	1664	11634	2793
31	731	111	1646	187
32	338	53	759	90
33	1507	206	3409	346
34	2575	410	5796	690
35	2724	373	6576	671
36	2141	329	5166	590
37	719	139	1532	233
38	2770	503	5907	843
39	1201	200	3047	335
40	3406	739	7320	1185
41	65	111	144	180
42	18	27	38	41
43	11	9	20	11
44	1	7	3	8
45	6	2	10	2
<b>Total</b>	<b>113,390</b>	<b>12,914</b>	<b>283,734</b>	<b>26,193</b>

Table 4.14 Growth Rate of Trip Ends

ZONE	1985/1981		2000/1981		2000/1985	
	CAR	TRUCK	CAR	TRUCK	CAR	TRUCK
1	1.153	1.000	1.808	0.976	1.568	0.976
2	1.157	1.359	1.885	1.414	1.628	1.040
3	1.159	1.090	2.432	4.012	2.098	3.679
4	1.473	1.617	3.477	2.496	2.361	1.543
5	1.071	1.513	3.222	2.441	3.007	1.614
6	1.024	1.042	1.504	1.158	1.468	1.112
7	1.556	1.764	2.595	2.936	1.668	1.665
8	0.998	1.058	2.017	1.529	2.021	1.445
9	0.974	1.013	1.969	1.418	2.022	1.400
10	1.046	0.829	3.110	1.197	2.972	1.433
11	1.560	1.304	3.074	3.051	1.970	2.340
12	1.653	1.235	8.326	20.750	5.036	16.798
13	2.874	4.688	13.824	30.188	4.811	6.440
14	1.022	1.242	6.752	6.187	6.604	4.981
15	1.536	2.385	3.646	5.423	2.373	2.274
16	2.772	1.939	4.066	2.148	1.467	1.108
17	2.978	3.434	10.798	7.255	3.626	2.113
22	1.293	1.266	2.909	2.123	2.250	1.676
23	1.293	1.264	2.909	2.124	2.250	1.680
24	1.348	1.262	3.033	2.119	2.250	1.679
25	1.307	1.269	2.970	2.115	2.224	1.667
26	1.293	1.262	2.909	2.121	2.250	1.681
27	1.293	1.257	2.909	2.119	2.250	1.685
28	1.293	1.265	2.909	2.389	2.250	1.889
29	1.292	1.262	2.908	2.124	2.250	1.684
30	1.292	1.264	2.909	2.122	2.251	1.678
31	1.292	1.261	2.908	2.125	2.252	1.685
32	1.295	1.262	2.908	2.143	2.246	1.698
33	1.301	1.280	2.944	2.149	2.262	1.680
34	1.293	1.262	2.910	2.123	2.251	1.683
35	1.327	1.300	3.203	2.338	2.414	1.799
36	1.327	1.300	3.203	2.332	2.413	1.793
37	1.367	1.264	2.913	2.118	2.131	1.676
38	1.366	1.267	2.913	2.123	2.132	1.676
39	1.366	1.266	3.466	2.120	2.537	1.675
40	1.277	1.248	2.744	2.002	2.149	1.604
41	1.275	1.261	2.824	2.045	2.215	1.622
42	1.200	1.227	2.533	1.864	2.111	1.519
43	1.222	1.286	2.222	1.571	1.818	1.222
44	1.000	1.400	3.000	1.600	3.000	1.143
45	1.200	1.000	2.000	1.000	1.667	1.000

## 4.5 分布交通量

### 4.5.1 概要

この節では自動車流動における出発地 (Origin) と目的地 (Destination) とを空間的につなぐ将来パターンを決定する。

通常この予測の為に重力モデル、あるいはオポチュニティ、モデルを用いている。

交通量の分布パターンを決定するには、一般的に重力モデルが最も実用的な方法と考えられている。それ故、本調査においても、ゾーン間交通流動パターンを決定する分布モデルとして重力モデルを採用している。

推計フローの概略は、次図 4.3 に示される。

### 4.5.2 重力モデル

基本的な重力モデル式は次の通りである。

$$T_{ij} = K \frac{GT_i \cdot AT_j}{D_{ij}^2} \quad (5)$$

$T_{ij}$  : ゾーン  $i$  からゾーン  $j$  へのトリップ

$GT_i$  :  $i$  ゾーンの発生交通量

$AT_j$  :  $j$  ゾーンの集中交通量

$D_{ij}$  : ゾーン  $i$  とゾーン  $j$  との間の距離 (時間距離)

$K, \alpha$  : 定数あるいはパラメーター

この式ではゾーン  $i$  から  $j$  へのトリップはゾーン  $i$  と  $j$  の自動車トリップ数に比例し、 $i \cdot j$  ゾーン間の距離に反比例することを意味している。距離の関数型であるためにトリップ数の増大はトリップ長の減少に比例的であり、同時にゾーン  $i$  と  $j$  のポテンシャルによってトリップ・エンド数がウエイトづけられている。

重力モデルは次の2つの特性をもつ。

- (1) ゾーン  $i$  から  $j$  へのトリップ数は、各ゾーンのポテンシャルによって決まる。
- (2) トリップの分布パターンは、各ゾーン間の距離の関数として得られる。

この調査では分布交通量の為の重力モデルは次式を用いている。

$$T_{ij} = \frac{K \cdot GT_i^B \cdot AT_j^r}{D_{ij}^\alpha} \quad (6)$$

$T_{ij}$  : ゾーン  $i$  から  $j$  へのトリップ

$GT_i$  : ゾーン  $i$  の発生交通量

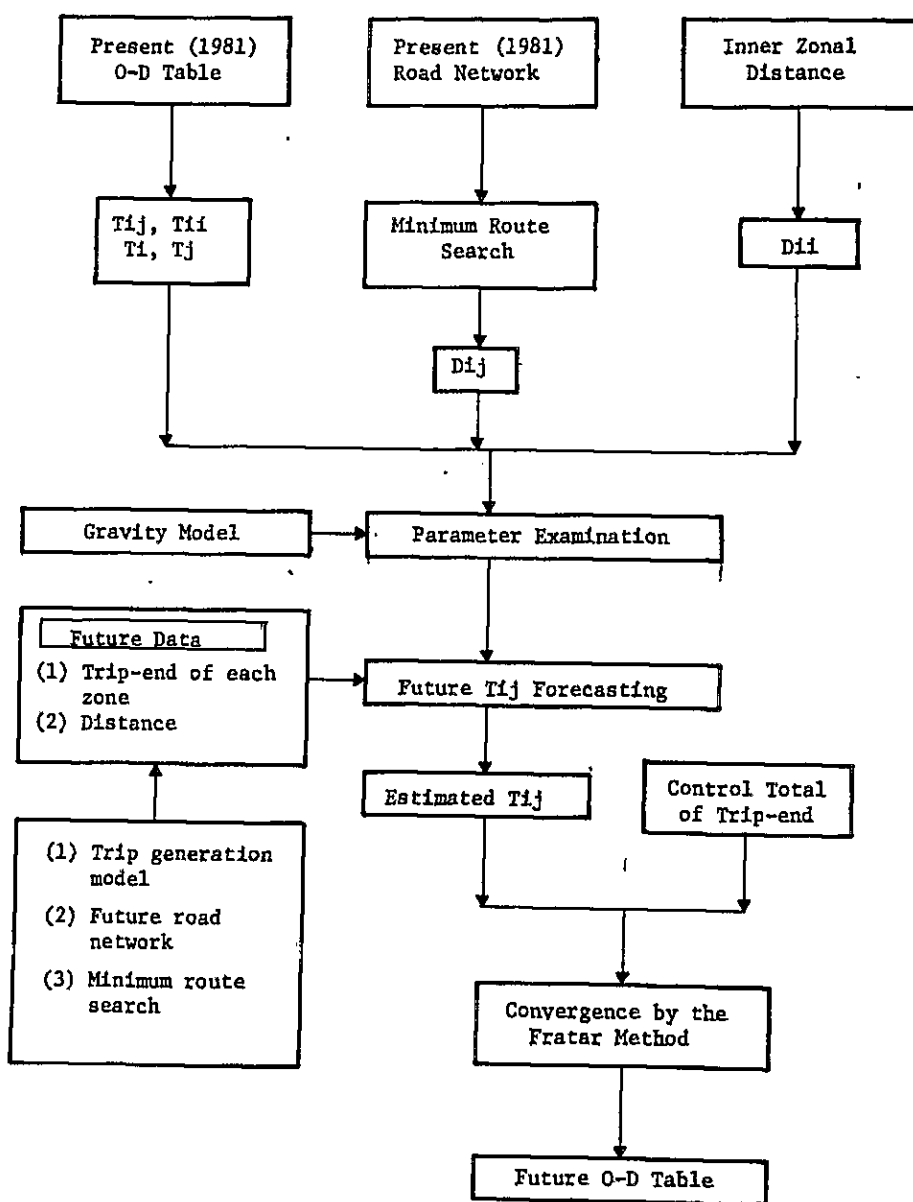
$AT_j$  : ゾーン  $j$  の集中交通量

$D_{ij}$  : ゾーン  $i$  と  $j$  との間の距離 (時間距離)

$K, \alpha, \gamma$  : パラメーター

最初に将来予測値を求める為には、現在 O-D 表を用いてパラメーターの推計をする。この過程においてはパラメーターの推計に最小二乗法が用いられる。ゾーン  $i$  と  $j$  間の距離は現況道路網を用いた最短経路の探索によって得られ、最小二乗法のインプット・データとして用いられる。同時にゾーン  $i$  の内での動きであるゾーン内交通の距離は当該ゾーンが、同一の大きさの円であると仮定したときの半径として作成されている。

Fig. 4.3 Trip Distribution Procedure



The results of the parameter estimation by the least square method are as follows:



最小二乗法によって得られたパラメーターの推計結果は次の通りである。

Table 4.15 Parameters of the Gravity Model

$$\text{Equation : } T_{ij} = \frac{k \cdot GT^\beta \cdot A_i^\gamma}{D_{ij}^\alpha}$$

where

	<u>Cars</u>	<u>Trucks</u>
$\alpha$ :	0.83971	0.01357
$\beta$ :	0.86615	0.52660
$\gamma$ :	0.71688	0.52752
$k$ :	0.0002595	0.2451

Multiple Correlation

Coefficient :           0.7942       0.5819

Coefficient of

Determination:       0.6308       0.3386

グラビティ・モデルによって推計されたゾーン間交通量は、発生・集中モデルで得られているゾーン毎の総トリップ数に等しくはならず、かつ、全ゾーンの総合計トリップ数とコントロール・トータルとが一致していない。それ故、グラビティ・モデルで推計されたトリップ数は、すでに与件とされている各ゾーンのトリップ・エンドおよびコントロール・トータルに一致するように補正をしなければならない。

このような場合、フレーター法が適用される。フレーター法はグラビティ・モデルで推計された各ゾーンのトリップ・エンド数とコントロール・トータルが等しくなるまで繰り返し、収束計算を行い、補正をする手法である。

第1回補正：

$$\widehat{T}_{ij}^{(1)} = t_{ij} \cdot \frac{T_i^* \cdot T_j^* \cdot \sum_{j=1}^n T_{ij}}{T_i \cdot T_{ij} \cdot \sum_{j=1}^n \left( \frac{T_i^*}{T_j} \right) T_{ij}}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^n T_{ij}$$

$$T_j = \sum_{i=1}^n T_{ij}$$

$T_i^*$  : iゾーンのコントロール・トータル

$T_j^*$  : jゾーンのコントロール・トータル

$T_{ij}$  : グラビティ・モデルで推計されたトリップ

第m回補正：

$$\widehat{T}_{ij}^{(m)} = \widehat{T}_{ij}^{(m-1)} \cdot \frac{T_i^* \cdot \sum_{j=1}^n T_{ij}^{(m-1)}}{\widehat{T}_i^{(m-1)} \cdot \sum_{j=1}^n (T_{\cdot j}^{(m-1)}) \widehat{T}_{ij}^{(m-1)}}$$

$$\widehat{T}_i^{(m-1)} = \sum_{j=1}^n \widehat{T}_{ij}^{(m-1)}$$

$$\widehat{T}_j^{(m-1)} = \sum_{i=1}^n \widehat{T}_{ij}^{(m-1)}$$

計算は次の様な結果を得られた時補正を終了する。

$$\sum_{j=1}^n T_{ij}^{(n)} \doteq T_i^*$$

$$\sum_{i=1}^n T_{ij}^{(n)} \doteq T_j^*$$

#### 4.5.3 将来OD表

この4.5で述べられた過程を踏んだ後、将来OD表が得られる。  
これを示すと次の表の如くである。









**FIG. 4.4 DESIRE LINE ( CARS ) 1985**

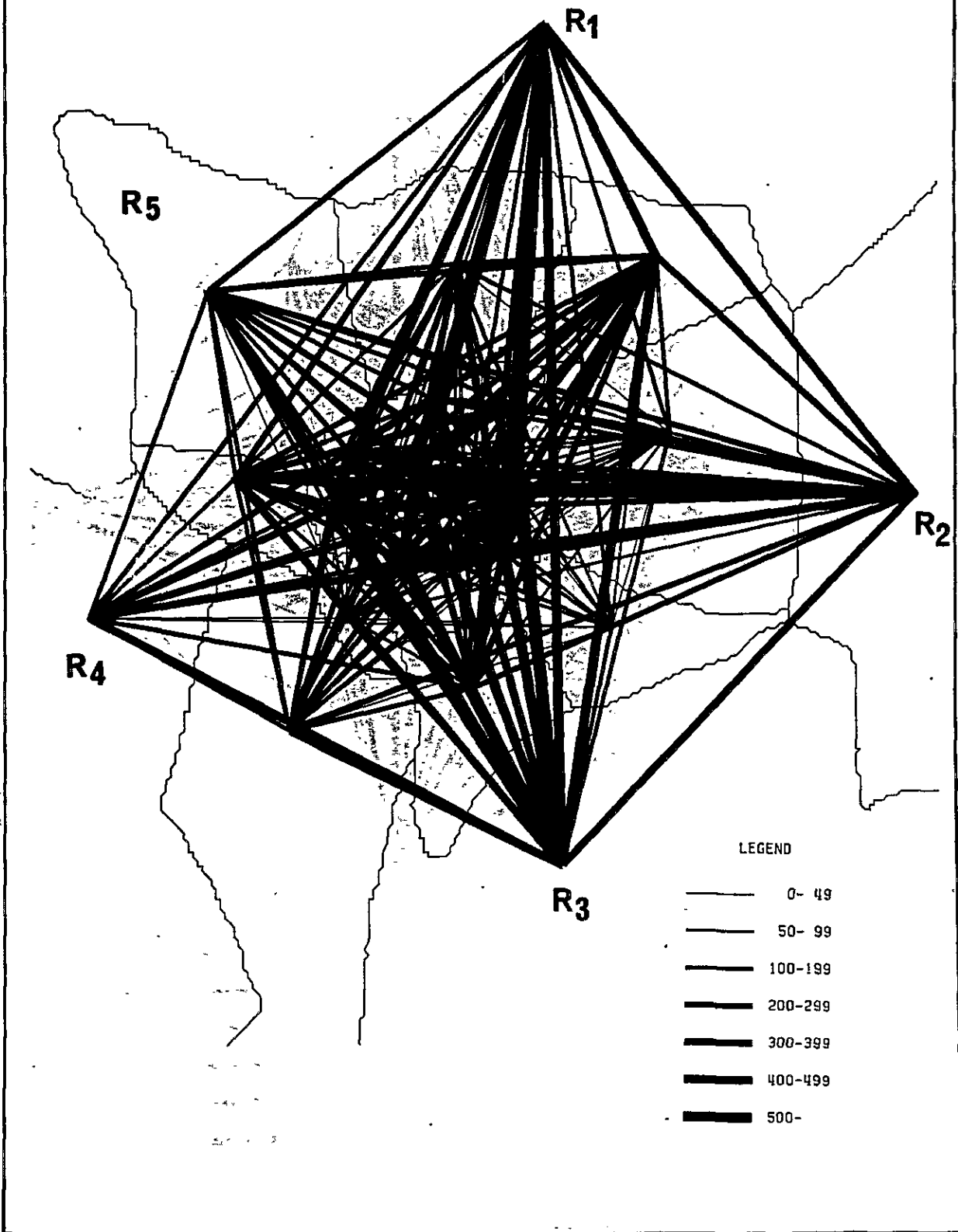


FIG.4.5 DESIRE LINE ( TRUCKS ) 1985

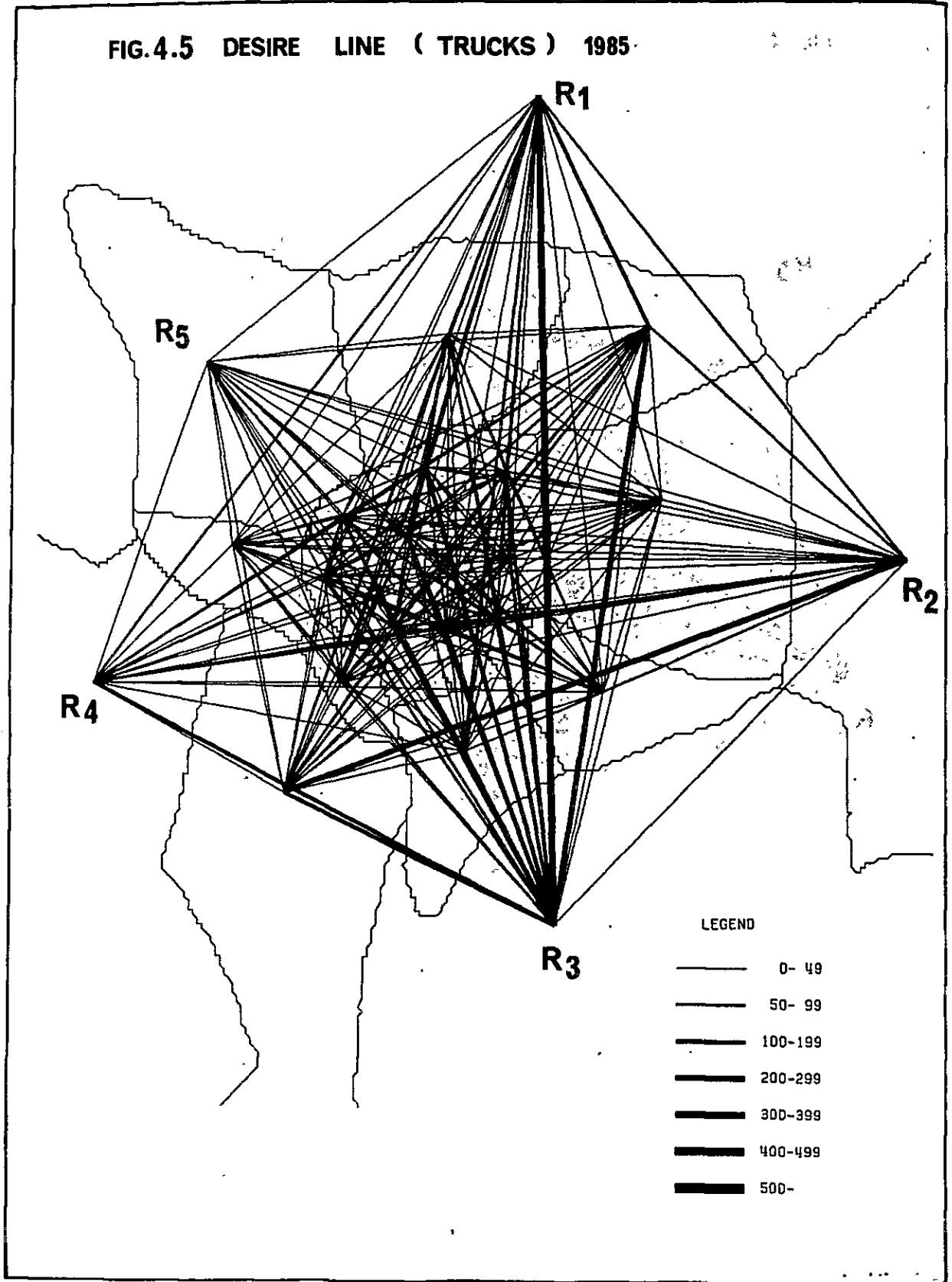




FIG. 4.6 DESIRE LINE (TOTAL) 1985

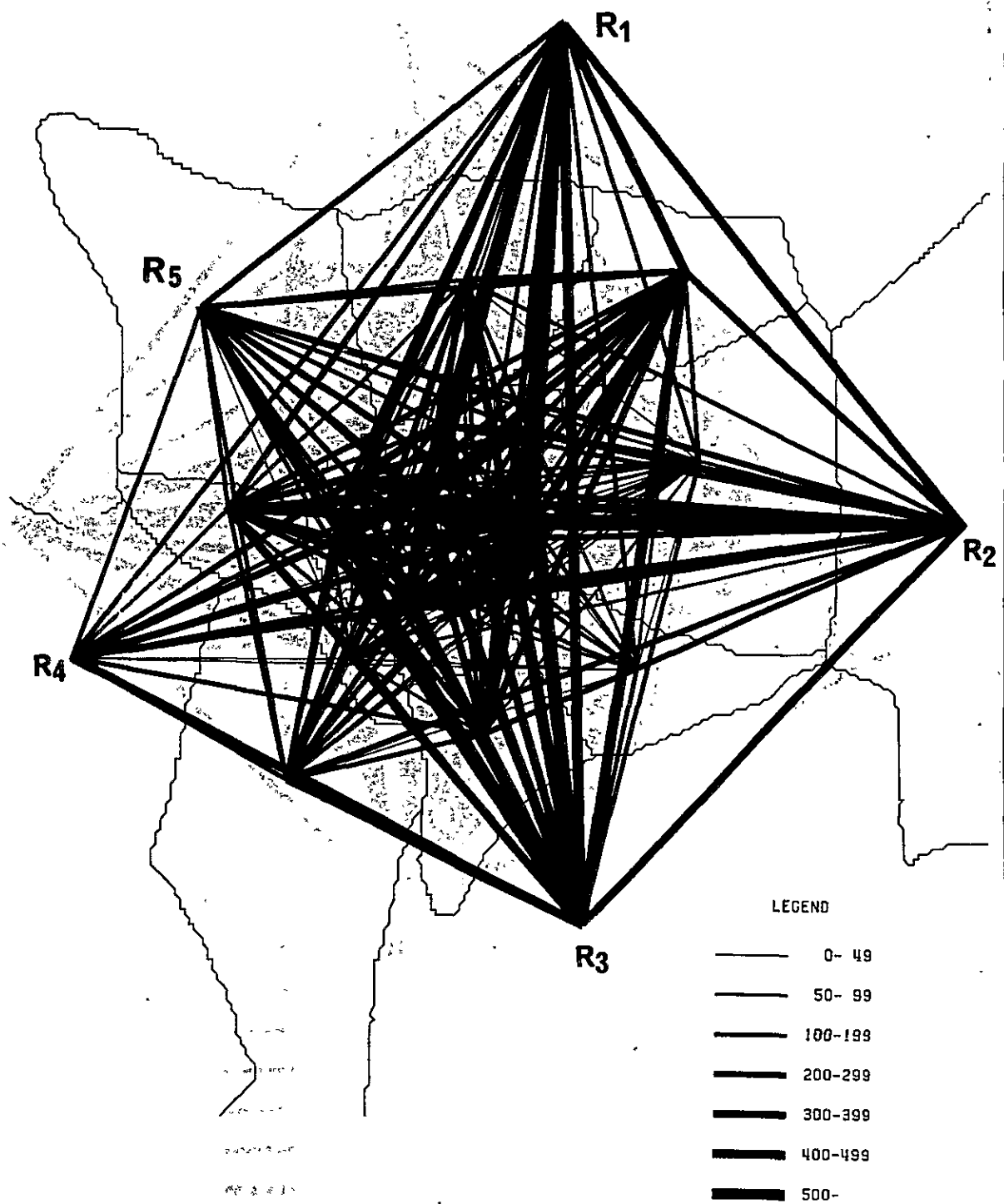


FIG.4.7 DESIRE LINE ( CARS ) 2000 49285 8 3.314

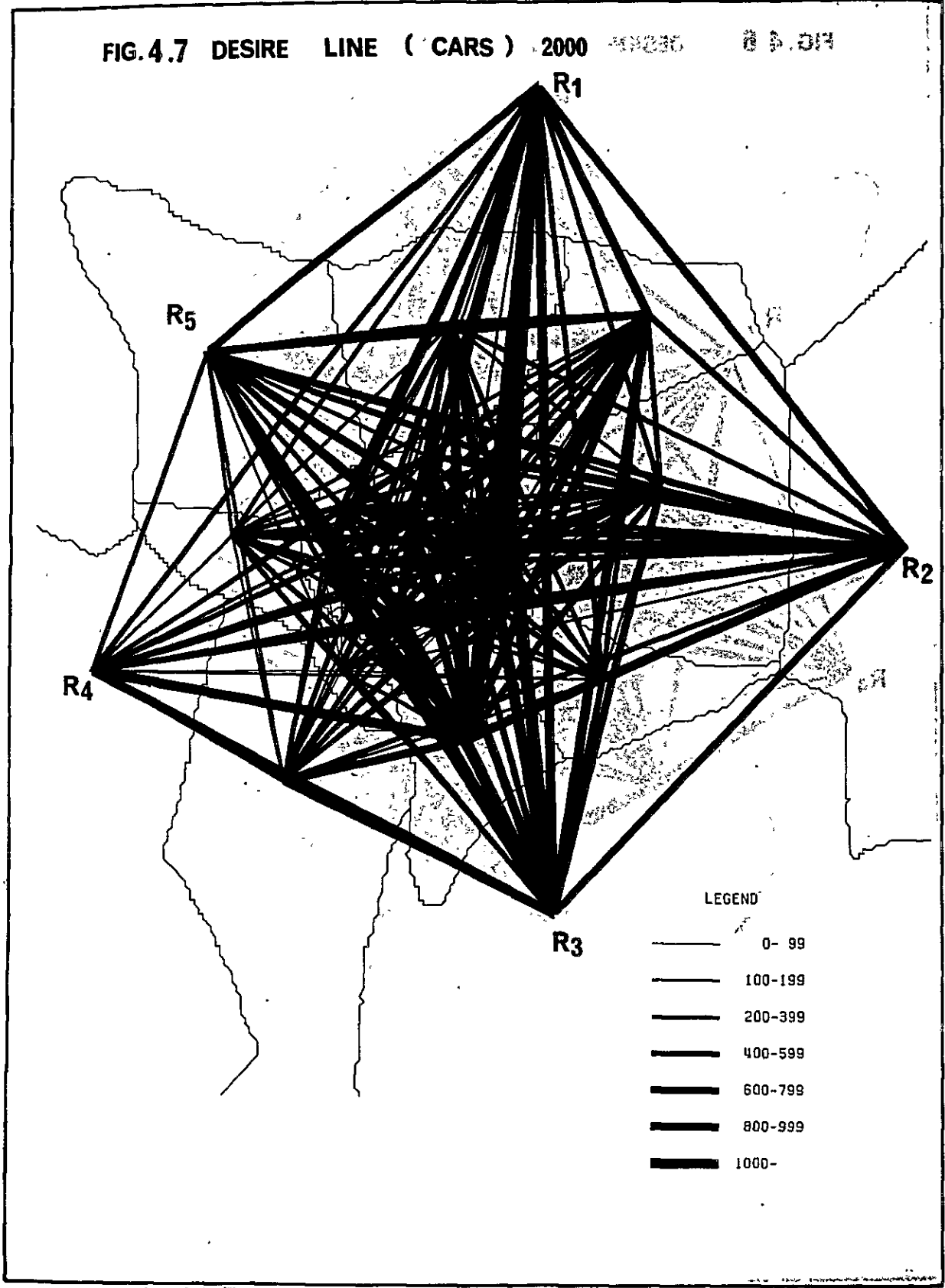


FIG.4.8 DESIRE LINE ( TRUCKS ) 2000

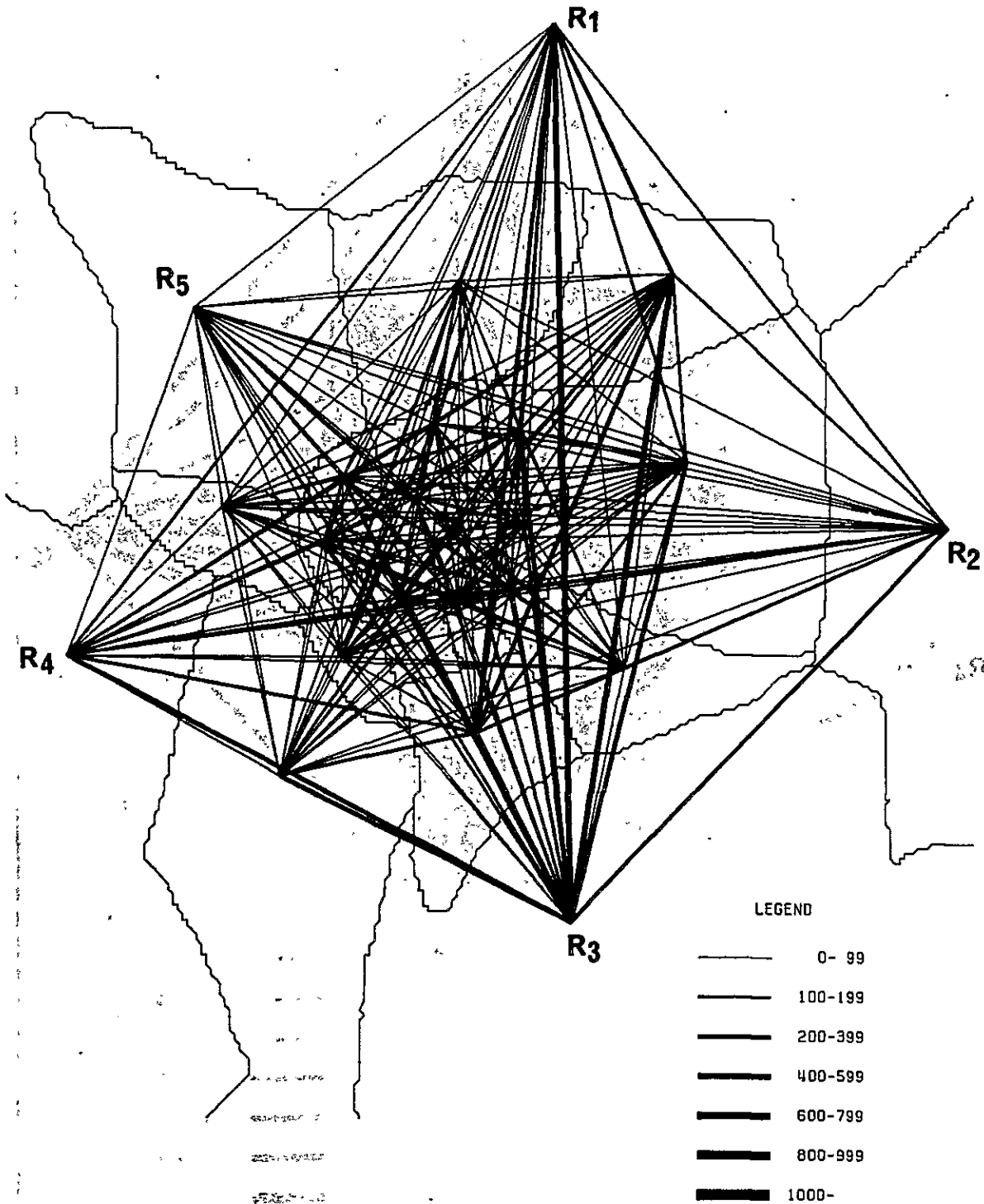
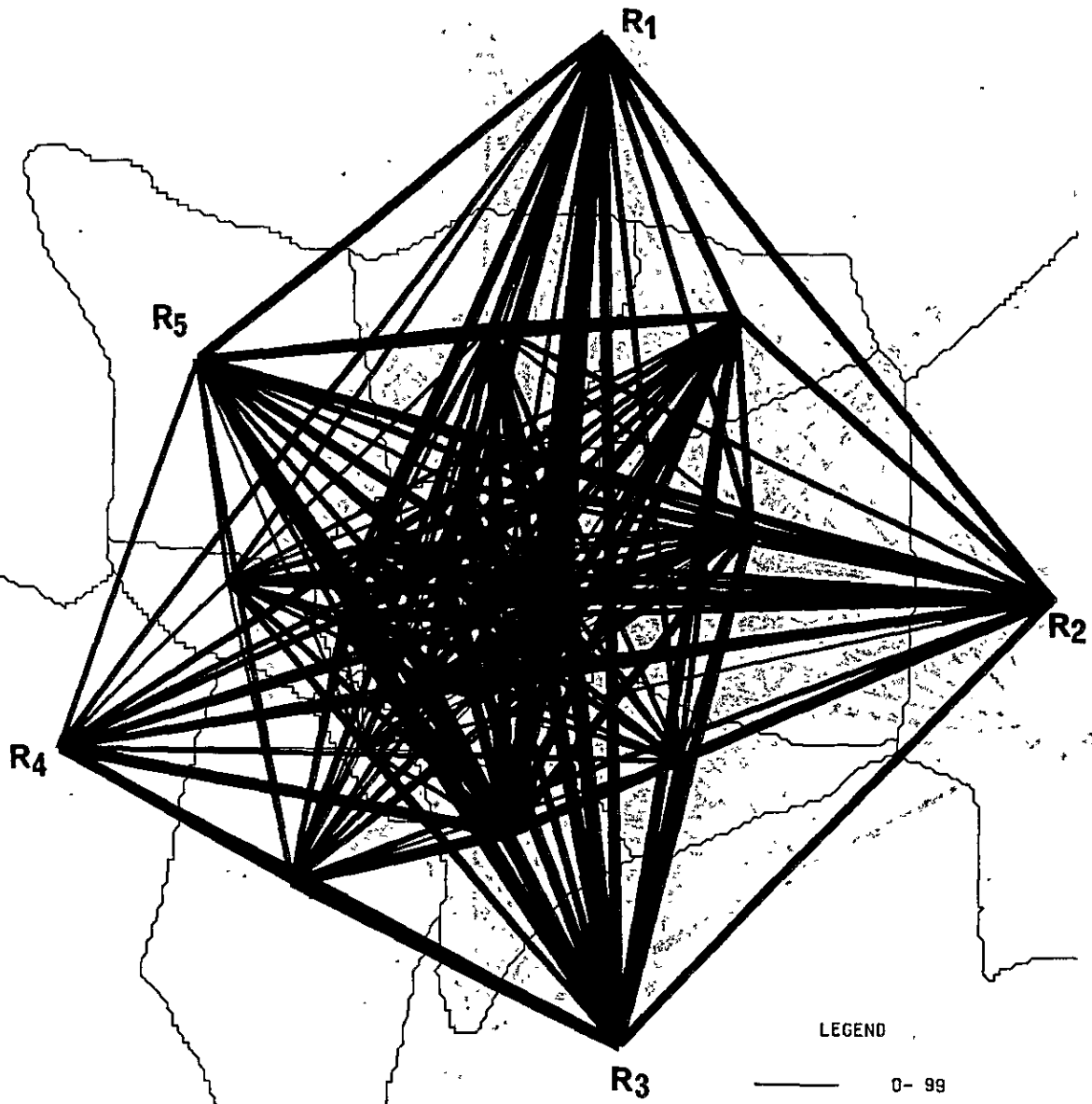


FIG.4.9 DESIRE LINE : ( TOTAL ) 2000 ...



LEGEND

- 0- 99
- 100-199
- 200-399
- 400-599
- 600-799
- 800-999
- 1000-

## 4.6 交通量配分

### 4.6.1 概 略

交通量配分の目的は、ゾーン間の交通需要を、将来道路網の各道路区間の需要量として表わすことである。

交通量配分手法は、容量制限方式のネットワークシミュレーションと呼ばれる。交通混雑の影響が効果的に現れ、かつ、混雑区間を避けるような、自動車運転者の選択を可能にしている方法である。

容量制限方式の配分計算では、ゾーン間交通需要を表わすOD表を5分割し、分割されたOD表をそれぞれ5回にわたって道路網に配分している。

交通量配分過程を概略フローとして示すと図4.10となる。

### 4.6.2 容量制限配分手法

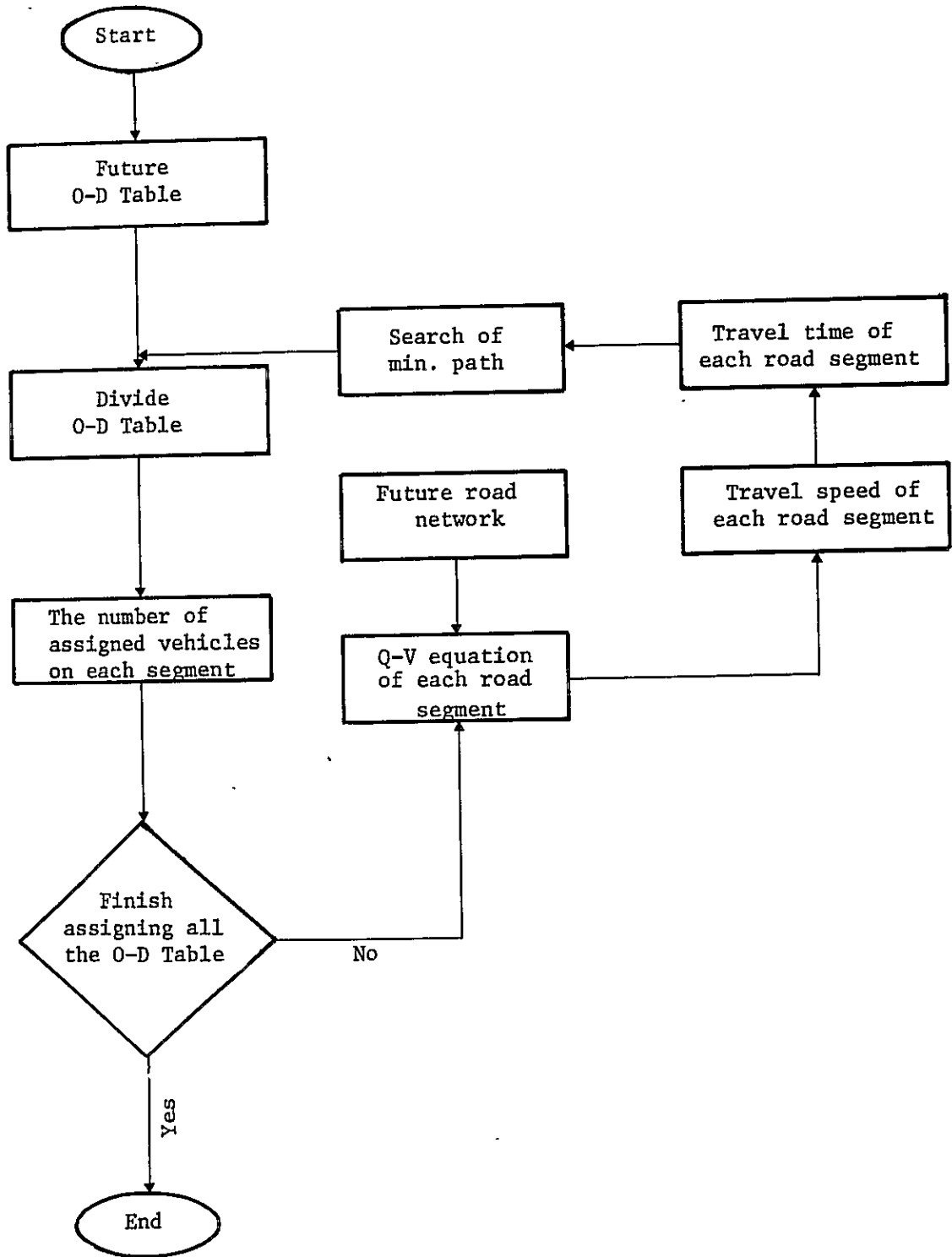
この配分手法は、 $1/n$ に分割されたOD表(例に $n$ 分割をするとした場合)を、各々のゾーン間交通に対する最短時間経路により、道路区間に $n$ 回繰返し配分することである。この過程において、各道路区間の走行速度は、QV式(Quantity-Velocity)によって、 $n$ 回の分割配分回ごとに算出される。QV式は交通量と走行速度の関係を示すものであり、OD表の $1/n$ の配分がなされた場合、その配分交通量に対応した速度がQV式により計算され、次の $1/n$ の配分での走行速度として用いられる。この手順が $n$ 回繰返されて、全てのゾーン間交通需要が配分されることになる。

配分計算に必要となるデータは次の通りである。

- 1) 将来OD表
- 2) 将来道路網及び道路区間距離
- 3) 道路巾員又は車線数
- 4) 道路の種類
- 5) QV式 (設計走行速度)

交通量配分について、これらの項目ごとに、更に詳しく以下述べることとする。

Fig. 4.10 Traffic Assignment Procedure

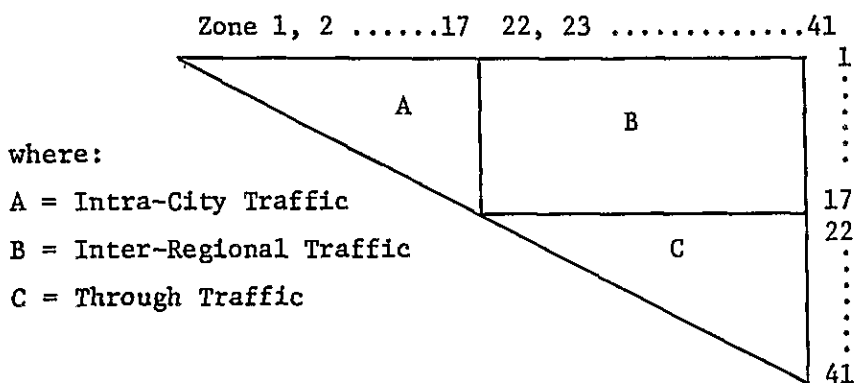


### 将来OD表

将来OD表は既に4.5で推計されている。交通量配分に用いるため、これを5つの部分に分割している。

OD表は、3つの主要な部分から成り、図4.11に示されるように、対象地域内-内、内-外、通過交通と呼ばれる。

Fig. 4.11 Components of O-D Table



まず、OD表はこの3つの主要な部分で区分される。更に、対象地域内交通（OD表の“A”の部分）は、3等分される。よって、総計5つの部分に分けられたことになる。

交通量配分は5回にわたり繰返し行われ、その内容は次の5つの内容である。

- (1)第1回配分：イルビッド市域内-内交通(A)の1/3
- (2)第2回配分：イルビッド市域内-内交通(A)の1/3
- (3)第3回配分：イルビッド市域内-内交通(A)の1/3
- (4)第4回配分：イルビッド市内～外地域間交通(B)
- (5)第5回配分：イルビッド市通過交通(C)

最初の配分において、イルビッド市内の交通（OD表のAの部分）の1/3の交通需要量が最短時間径路探索の結果のルートに配分される。

第二回目の配分では、OD表のAの部分の次の1/3が配分される。ルートは同様に最短径路が選ばれるが、径路探索は最初の配分と若干異なる。最短径路はQV式を用いて選ばれる。走行速度は、各区間のQV式によって交通量との関係から選択される。例えば、ある道路区間で最初の配分であるOD表のAの部分の1/3の配分量が容量に達した場合、第二回目の配分においては走行速度はQV式によって減少させられる。

この様な手順で各車種毎に5回の配分が繰り返される。道路区間の総交通需要は最初の配分結果として得られる。

### 道路網

将来道路網は、1つの代替案をもつ。確かにこの環状道路プロジェクトは種々のケー

スが考えられる。しかし、ここでは建設時点の代替案を考えることとした。路線位置のバリエーションは市当局および担当者との打合わせで1つの案に示されている。

それ故、代替案としては二種類あり、代替案 I は 1985 年に境界環状道路と外環状道路が共に 2 車線で建設され、1995 年に境界環状道路の第 1 工区が 4 車線に拡大される。

代替案(II)では、第 2 工区を除く境界環状道路と外環状道路が 1985 年に 2 車線で建設され、1990 年に境界環状道路の第 2 工区が 2 車線で追加建設される。更に 1995 年に境界環状道路の第 1 工区が 4 車線に拡巾される。

道路網の相異は次の表 4.18 および図 4.13～15 に示される。

Table 4.18 Road Network Alternatives by Completion Year

Road Section	Capacity	Alternative I	Alternative II
BRR - Section 1	2-lanes	1985	1985
	4-lanes	1995	1995
- Section 2	2-lanes	1985	1990
- Section 3 and ORR	2-lanes	1985	1985

#### 道路区間距離

道路区間の距離は最短時間径路の探索にとって基本的なデータである。各区間の距離は 1 / 1 万および 1 / 5 万の地図上でキルビメーターによって測定された。

#### 車線数

Q V 式は車線数に基づいた交通容量と速度から作成されている。

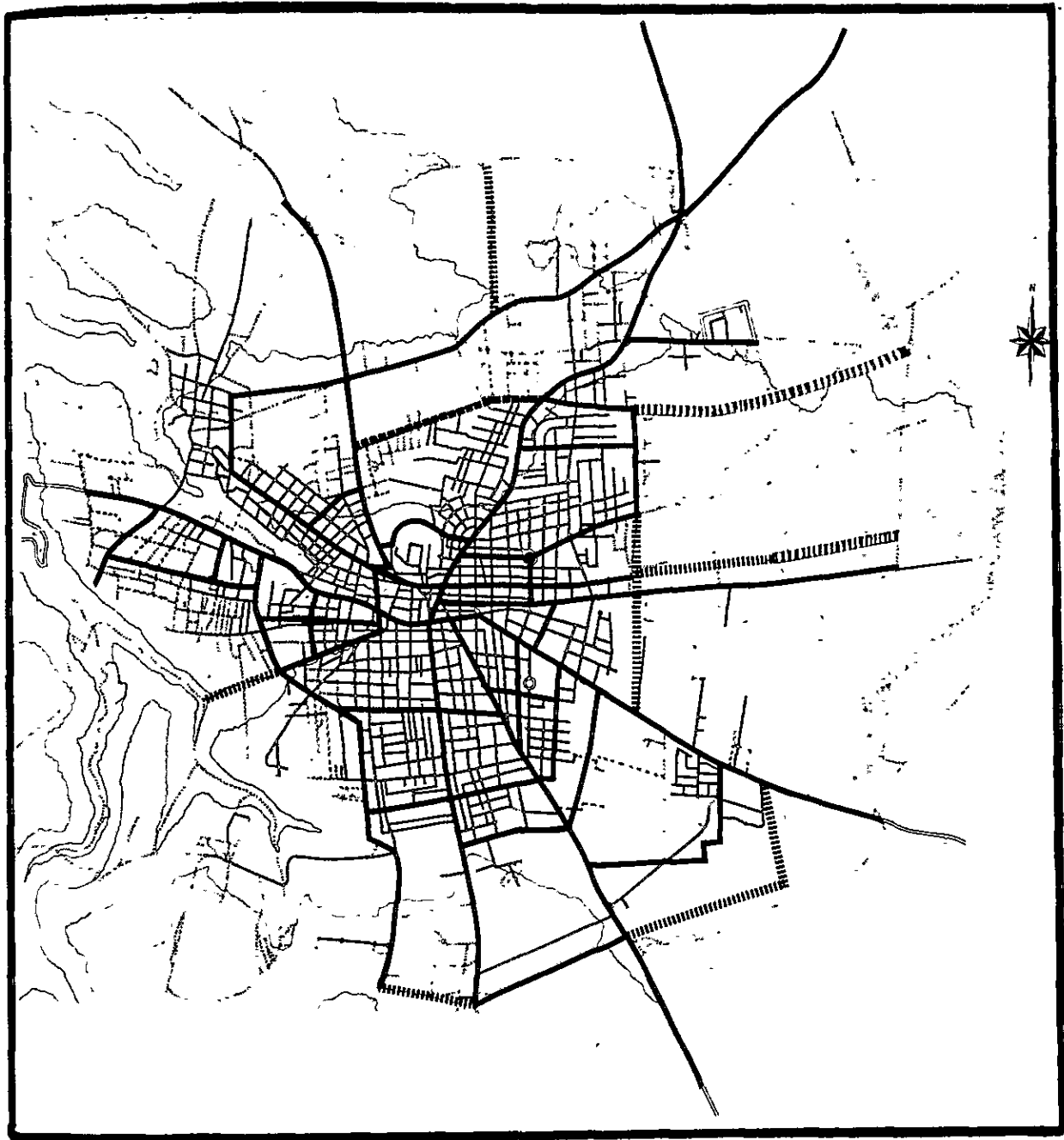
#### 道路の種類

道路の種類も Q V 式のタイプを変化させる要因となっている。国道は公共事業省によって次の様に区分されている。

- (1)主要幹線道路、(2)幹線道路、(3)補助幹線道路、(4)市町村道路



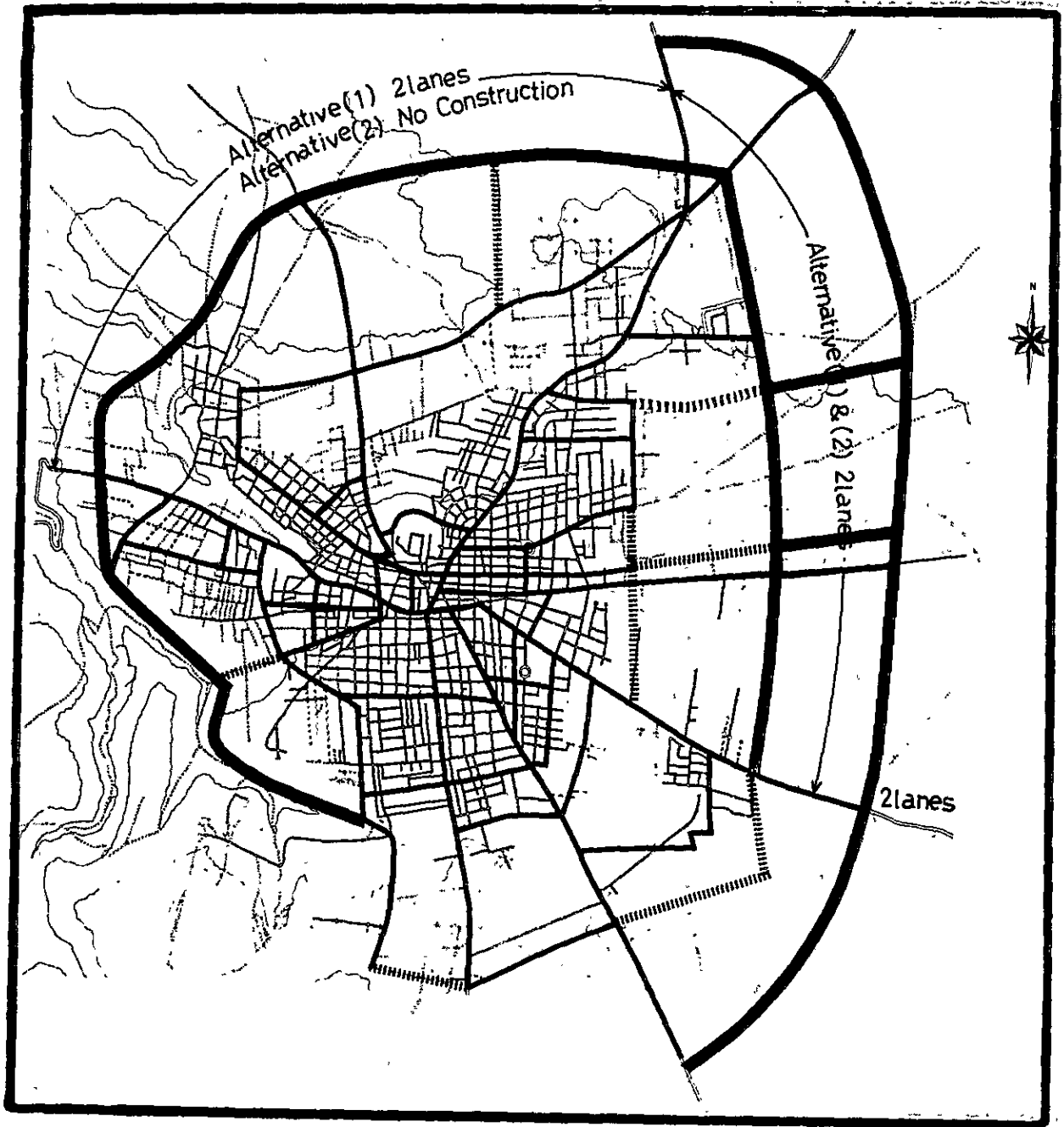
Fig. 4.12 ROAD NETWORK (Without Project)



**LEGEND :**

- Existing Road
- - - - - Roads Constructed By 1985
- ..... Roads Constructed Between 1985 and 2000

Fig. 4.13 ROAD NETWORK (In 1985 with Project)



**LEGEND :**






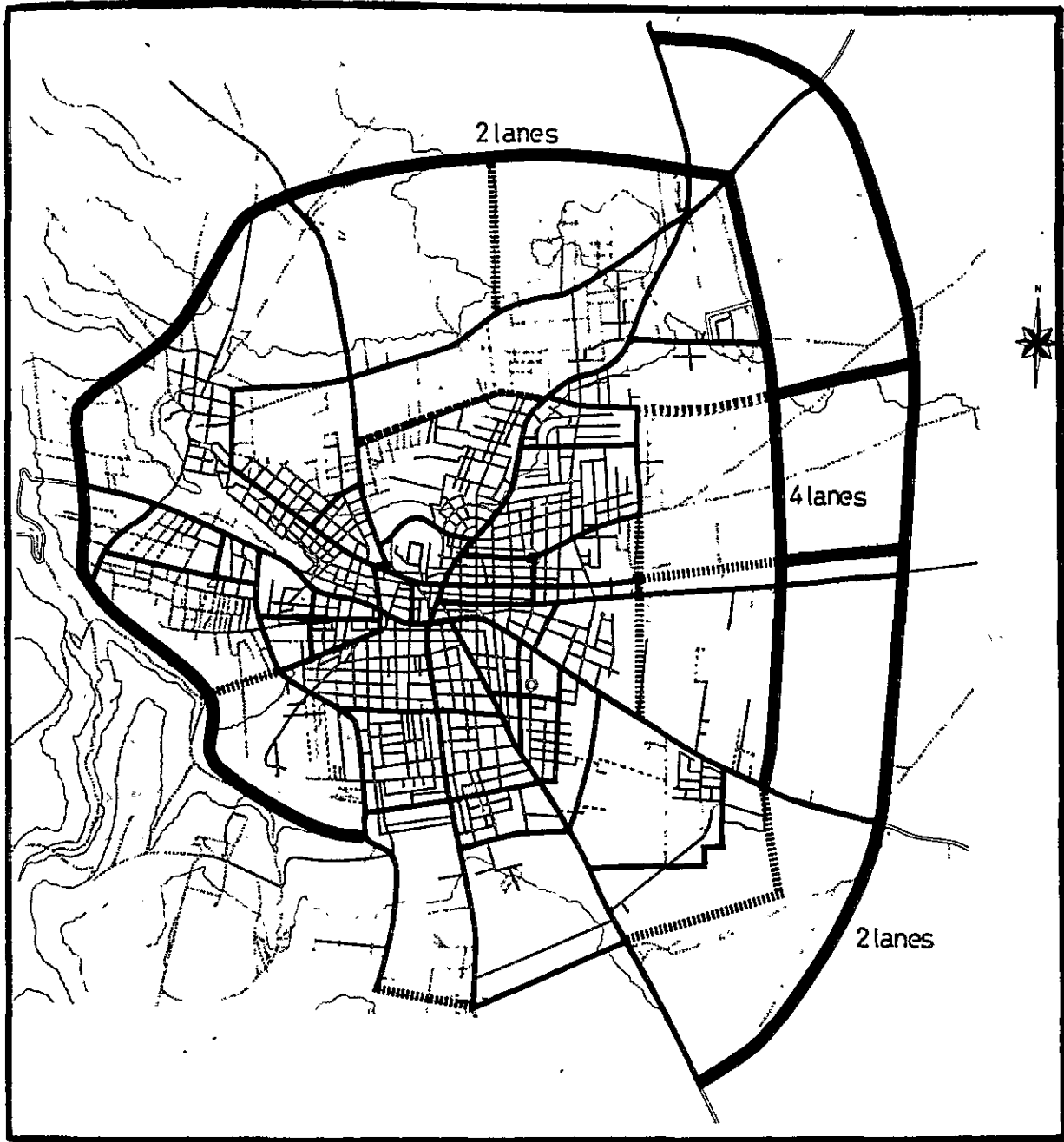
- |   |                                  |  |                                  |
|---|----------------------------------|--|----------------------------------|
|  | <b>Existing Road</b>             |  | <b>Roads Constructed By 1985</b> |
|  | <b>Roads Constructed By 1985</b> |  | <b>Proposed Ring Road</b>        |
|  | <b>Proposed Ring Road</b>        |  |                                  |

Fig. 4.14 ROAD NETWORK (In 2000 with Project)



**LEGEND**

- Existing Road
- ⋯⋯⋯⋯ Roads Constructed By 1985
- ⋯⋯⋯⋯ Roads Constructed Between 1985 and 2000
- Proposed Ring Roads

### Q V式

Q V式は交通量と走行速度との関係を表わすものである。Q V式の種類は道路の種類、車線数、および沿道土地利用等によって異なる。

単純化したQ V式を図示すると図 4.15 に描かれる通りである。

Fig. 4.15 Simplified Q-V Curve

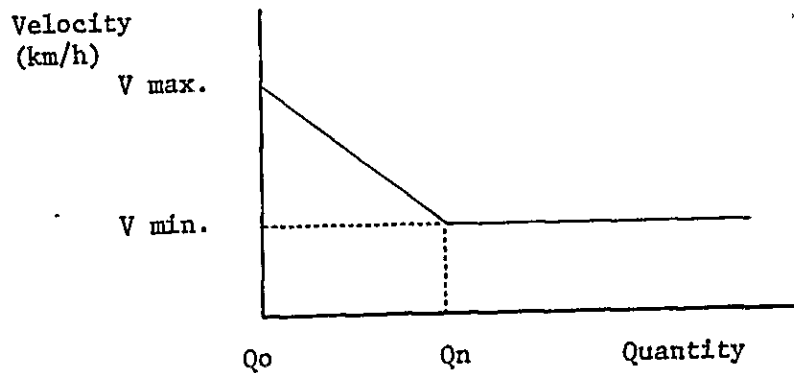


図 4.16 で  $V_{max}$  は当該道路区間に交通量がない場合の最高速度といえる。 $V_{min}$  は交通量が区間の交通容量に達した時の走行速度である。

$V_{max}$  と  $V_{min}$  の間での走行速度は  $Q-V$  関数に従い交通量が多くなるにつれて減少している。一旦交通容量に達した場合、それ以降は走行速度が一定と仮定されている。

それ故交通量と速度との関係は多くのバリエーションをもつ。本調査では 11 種類の Q V 式を設定している。それらは表 4.19 に示される。

Table 4.19 Q-V Curve

Q-V Code	No. of Lanes (lanes)	Design Speed V Max. (km/h)	Capacity Q1 (veh/day)	Street Name to Apply
1	4	80	48,000	{ BRR (Eastern Part) { Connecting road B
2	2	80	14,000	{ BRR (Northern Part) { ORR Connecting Road A
3	4	60	48,000	{ Baghdad St. (outside BRR)
4	2	60	16,000	{ Al-Jarash St. (outside BRR)
5	2	60	12,000	{ BRR (Western Part) { Hakama St. (outside BRR)
6	4	40	40,000	{ Palestine St. { Baghdad St.
7	2	40	13,000	{ Al-Jarash St. { Bab-Al-Wadd St.
8	2	40	12,000	{ Fouara St. { Bishra St. { (outside BRR)
9	2	40	10,000	{ Hakama St. { Bishra St.
10	2	40	8,000	Inner Ring Road
11	2	30	6,000	Other Roads

Source: Study Team

Note: (1) BRR: Boundary Ring Road  
(2) ORR: Outer Ring Road

#### 4.6.3 交通量配分結果

1985年と2000年の道路網に対する交通量配分の結果は、次の図4.17および図4.18に示されている。

1985年の代替案Ⅰでは3千～7千台の交通量が境界環状道路の区間で推計されている。外環状道路の交通量は3千～5千台と推計されている。

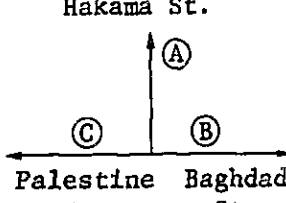
1985年の代替案Ⅱでも境界環状道路と外環状道路はほとんど代替案Ⅰと変わらない数値として推計されている。

両者の著しい相違はパレスチナ道路 (Palestine St) に現われ、代替案Ⅰに比べてⅡでは最大1,700台/日の増加が見られる。同様にハカマ道路 (Hakama St) でも約1千台/日の増加が見られる。

2000年においては計画道路網は完全に建設完了しており、境界環状道路の第1工区では非常に大きな交通量(22,300台/日)が予測されており、第2工区では約1万台/日、第3工区では約9千台/日と予測されている。外環状道路では1万6千台/日の交通量が予測された。

環状道路の2000年でのイルビッド市中心市街地に対する最も大きな効果はパレスチナ道路とバクダッド道路 (Baghdad St) との交差点付近で環状道路のない時に比べ、約30%の交通量が減少していることに現われている。これは表4.20に示されている。それ故環状道路の建設効果はイルビッド市市街地に対する影響が予想以上に大きいことを示している。

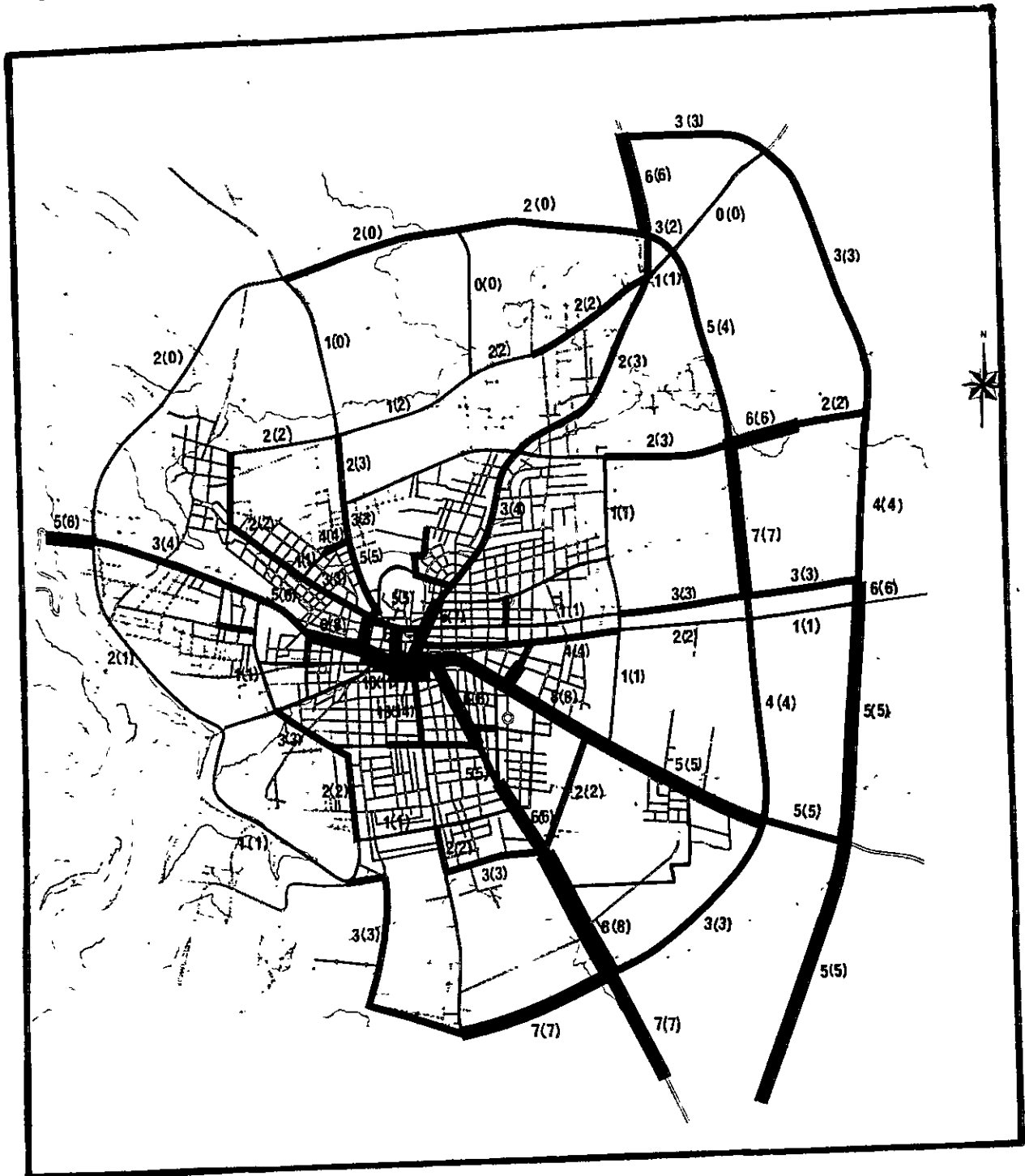
Table 4.20 Effects of Ring Road Construction (2000)

Location	Segment	With Project (Veh.)	Without Project (Veh.)	Decrease (%)
 <p>Hakama St.</p> <p>Palestine St. Baghdad St.</p>	A	10811	21454	Δ50%
	B	21994	32994	Δ33%
	C	22451	32522	Δ31%

確かに環状道路の建設効果はイルビッド市中心市街地の道路交通量の減少に大きな効果をもっている。しかしながら、イルビッド市中心市街地に関してはまだ基本的な交通問題が残っているといえよう。例えば、交通安全対策、駐車問題、横断歩道設置、無秩序な混合交通および特定道路区間の道路混雑等が挙げられる。従って、イルビッド市市街地における多岐にわたる都市交通問題を解決する為には、イルビッド市の総合交通

基本計画を策定する必要がある。この総合交通基本計画では特に次の様な都市交通計画案が主体的に検討立案されることになろう、すなわち、公共交通輸送計画、交通管理計画、自動車利用制限、並びに、街路網計画等である。

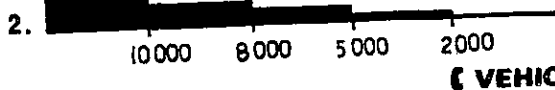
**FIG. 4.16. RESULT OF TRAFFIC ASSIGNMENT ( 1985 )**



**LEGEND ;**

**1. RING ROAD TRAFFIC VOLUME (1000 VEHICLES / DAY )**

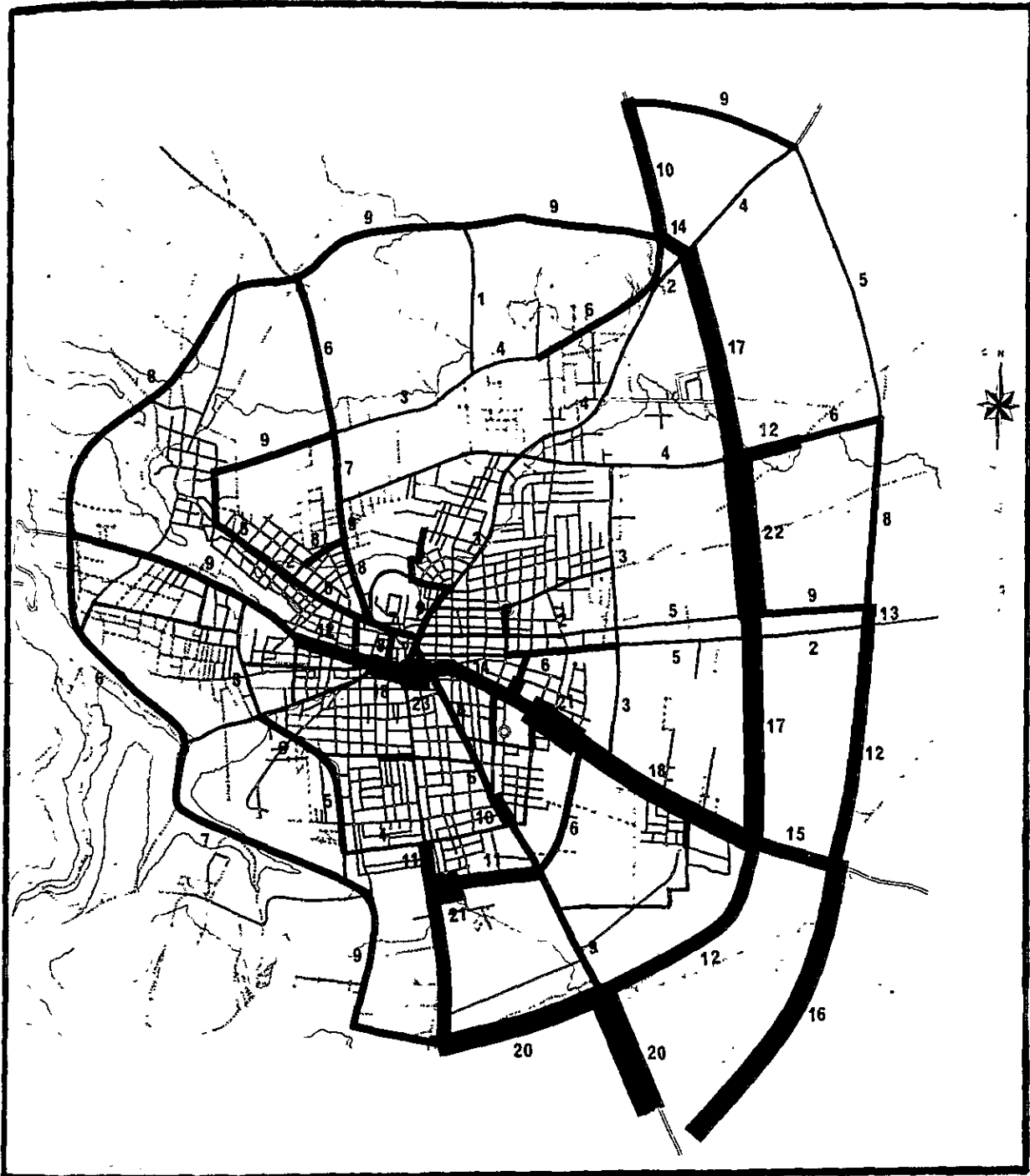
7(6) ALTERNATIVE ( 2 )  
7(6) ALTERNATIVE ( 1 )





**FIG. 4.17. RESULT OF TRAFFIC ASSIGNMENT**

**2000 ( WITH )**



**LEGEND ;**

**1. RING ROAD TRAFFIC VOLUME ( 1000 VEHICLES / DAY )**

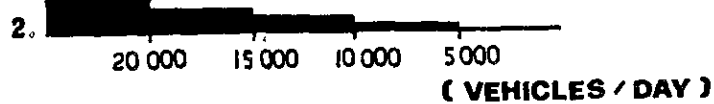
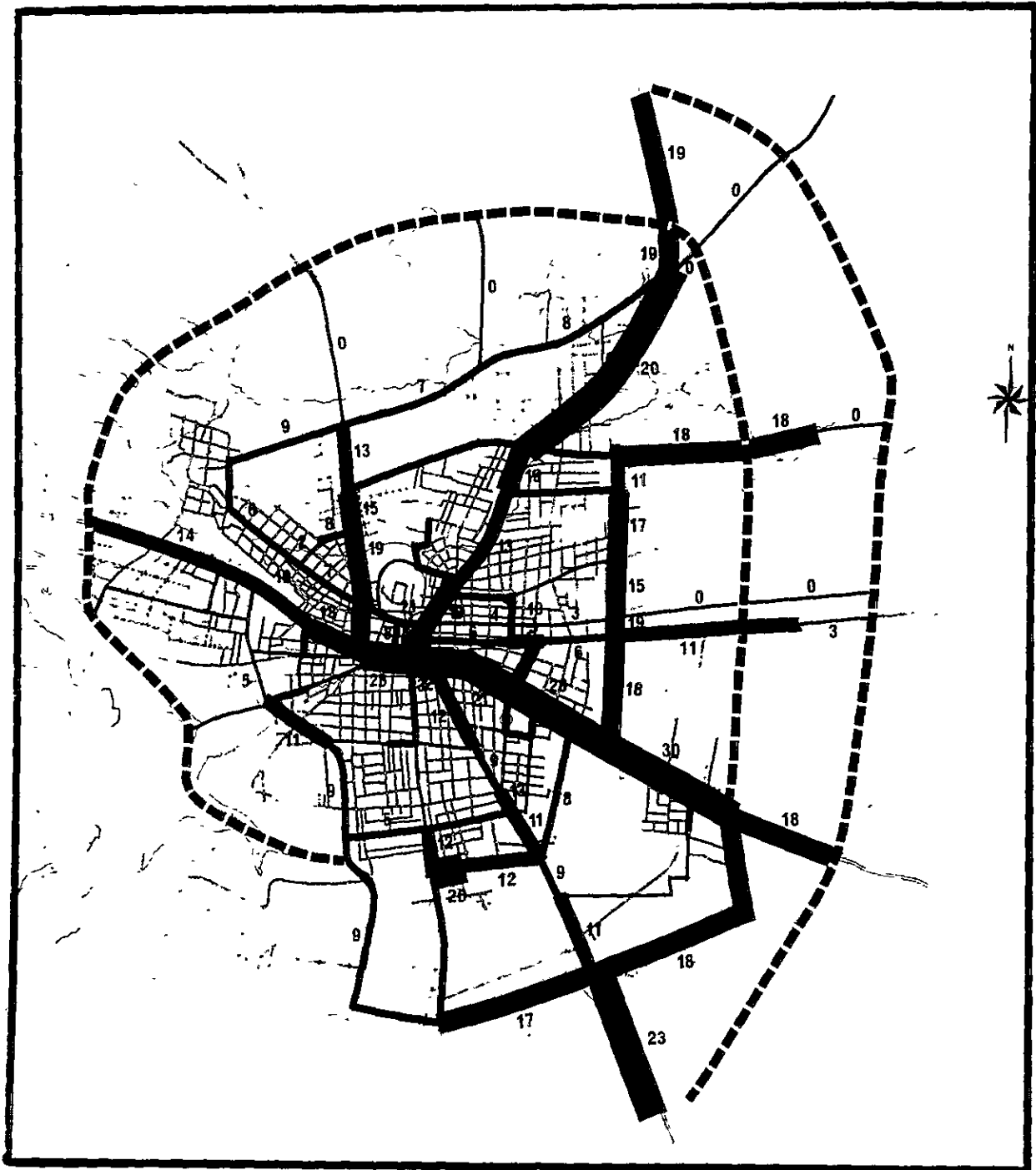


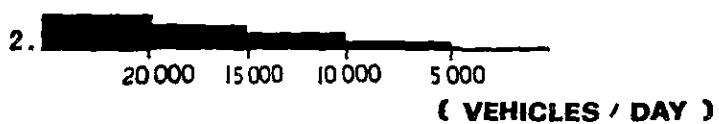
FIG. 4.18 . RESULT OF TRAFFIC ASSIGNMENT

2000 ( WITHOUT )



**LEGEND ;**

1. RING ROAD TRAFFIC VOLUME ( 1000 VEHICLES / DAY )



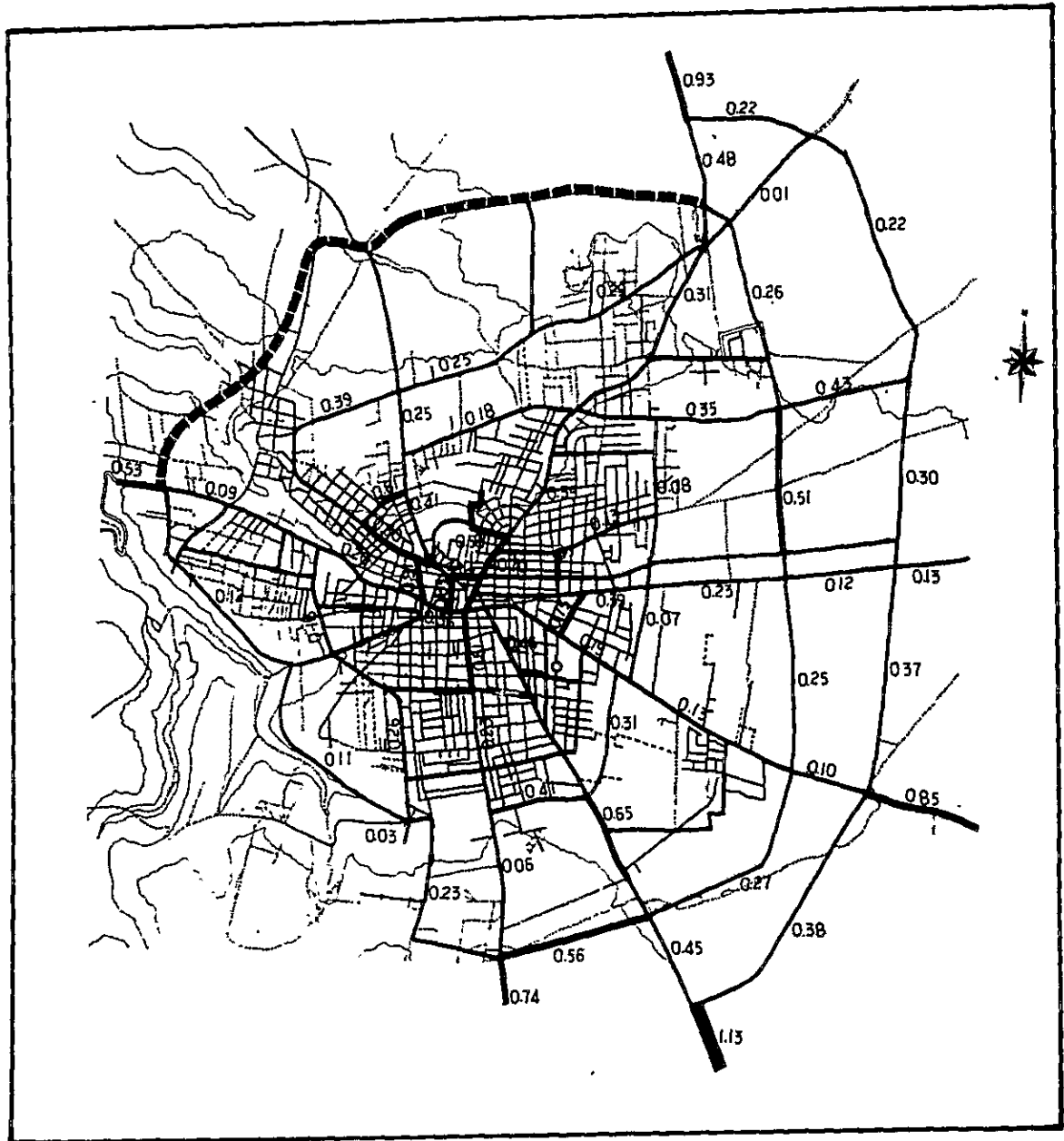
3. ■■■■ PROPOSED RING ROAD

配分交通量／道路容量で表わされる混雑度は、各道路区間の混雑の程度を示すものである。1985年の混雑度をみると、どの区間も1.00以下の値を示している。これは、1981年に比べて、約30%しか交通量が増大していない点と環状道路が市内の交通、特に中心部通過交通に対して分散機能を充分果しているからである。

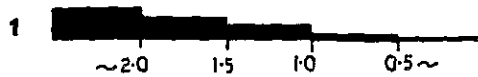
2000年で、環状道路の計画区間が全て完成した場合での混雑度は、境界環状道路の南側区間で高い区間は0.97，東側区間で0.62，北側区間で0.68，西側区間で0.59の値を示している。また、外環状道路の起点付近の区間では、1.11を示し、この値は、1.00を越す唯一の環状道路区間の混雑度である。市街地部においては、約10の区間が1.00を越す値を示している。

環状道路が全くない場合の2000年では、約40の区間が混雑度1.00以上の値を示し、それらの区間は、特に市街地西側地区及び南側地区に多く現われている。これらの2つの異なった場合の値を比較すると環状道路の市街地街路に与える効果が明確にでてくる。

**FIG. 4.19. THE RATIO OF TRAFFIC VOLUME/CAPACITY  
1985 (ALTERNATIV 2 )**

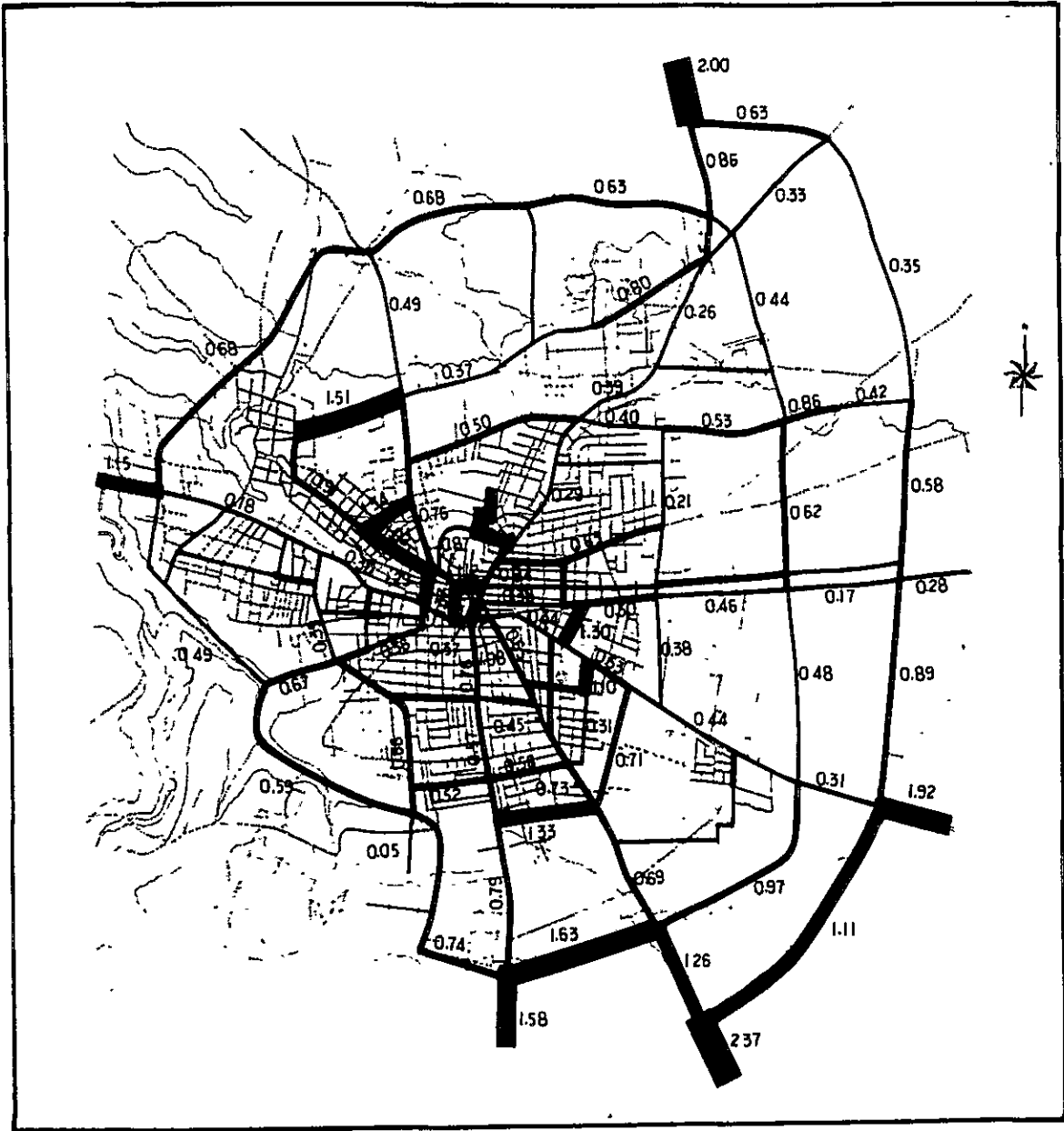


**LEGEND:**



2 Proposed Ring Road Project

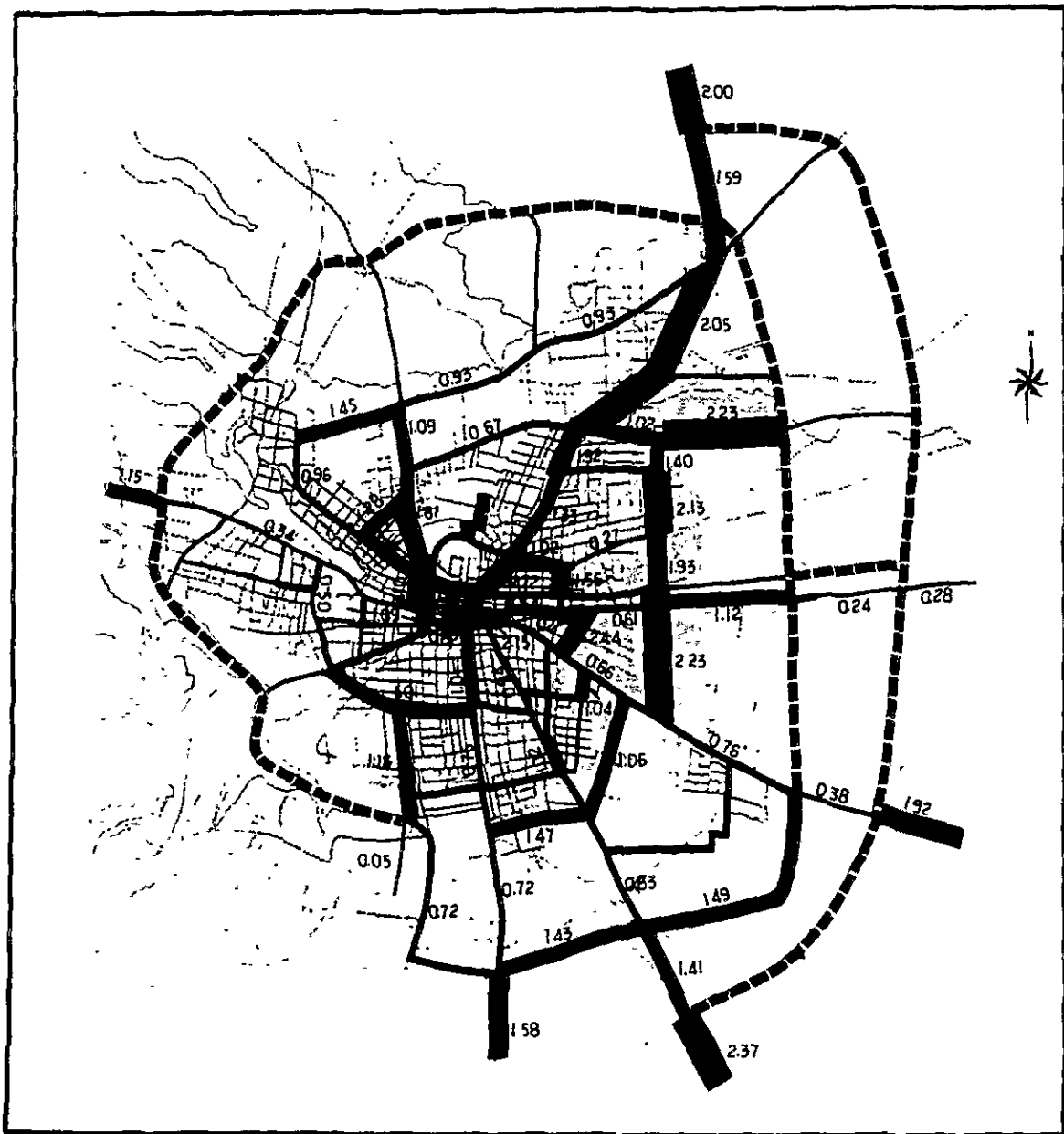
**FIG. 4.20. THE RATIO OF TRAFFIC VOLUME/CAPACITY  
2000 (WITH PROJECT)**



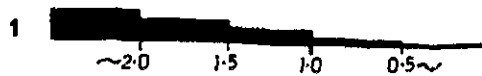
**LEGEND:**



**FIG. 4.21. THE RATIO OF TRAFFIC VOLUME/CAPACITY  
2000 (WITHOUT PROJECT)**



**LEGEND:**



2 **Proposed Ring Road Project**

## 第5章 便 益

道路建設によって得られる経済的便益には次のようなものが考えられる。

- (1) 土地の利用価値の増加
- (2) 自動車運行経費の減少
- (3) 時間節約
- (4) 交通事故の減少
- (5) 快適性、利便性の増加

本調査では、このうち特に、道路利用者にとって便益となる(2)と(3)を取り上げることとする。これらの便益は前章で予測した交通量に基づいて計算される。

### 5.1 自動車運行経費

自動車運行経費には、燃料費、潤滑油費、部品費、修理費、タイヤ費、減価償却費、運転手費、維持費が含まれる。これらの経費は、車種によって異なるので、車種別に見積る必要があるが、最終的には交通量予測の車種と整合させる必要がある。そのために、車種別に見積った原単位を、乗用車（自家用乗用車、タクシー、バン）と貨物車の2車種に統合した。

この自動車運行経費の原単位は、また走行速度によって異なる。一般には低速時に高く、いわゆる経済速度で最低になり、それより高速ではまた高くなる。これはまた、車種構成や車の整備状況、道路条件等によって異なるため、その国の実情に合った原単位を設定する必要がある。ここではMinistry of Public Works が既に行った他のフィージビリティ調査<sup>1/</sup>で使用了した値を基にすることとした。なおこれはアメリカでの研究<sup>2/</sup>結果を、ジョルダンの国情に合わせて修正したものである。

運行経費に関係する単価は、Ministry of Public Works が表 5.1、5.2 のようにまとめているので、これを使用することとした。

Note: 1/ Ministry of Public Works, Amman-Amman International Airport Highway Project, Feasibility Study and Preliminary Engineering, August 1976.

2/ Jan de Weille, Quantification of Road User Savings, World Bank Staff Occasional Paper No.2, 1966.

Table 5.1 : Base Prices Related to Vehicle Operating

Cost Elements					
(Based on May 1981 Values)					
Kind of Vehicle	Passenger Car	Taxi	Van	Medium Truck	Heavy Truck
Definition	50% Mercedes 200 50% Japanese & European Small Cars	Mercedes 200	Japanese Cars & Land Cruiser	Mercedes 608	Mercedes 1924
Depreciation Years	12	12	12	15	15
Annual Kilometers (Km)	21,000	65,000	45,000	45,000	72,000
Vehicle Price (JD) (economic cost)	1,900	3,360	2,990	5,500	25,000
Tyre Cost per Tyre (JD) (economic cost)	12,415	13,470	22,100	80,961	89,660
Type of Fuel	Gasoline			Diesel	
Maintenance Labour Cost (JD per hour)	0.420	0.420	0.445	0.528	0.528
Crew Cost (JD per hour)	0.000	0.385	0.490	0.517	0.640

Source: MMRAE Southern Region Project, Infrastructure Group  
Wadi Yutum/Wadi 2 Back Road Economic Feasibility Study  
(unpublished)



Table 5.2 Fuel Cost (in JD per litre)  
(Economic Cost)

Regular Gasoline	0.150
Super Gasoline	0.180
Combination (80% regular + 20% super)	0.156
Diesel	0.050
Oil	0.570

Source: MMRAE Southern Region Project  
Infrastructure Group Wadi  
Yutum - Wadi 2 Back Road  
Economic Feasibility Study  
(unpublished)

#### 5.1.1 燃料費

燃料消費率は、車種、走行速度、地形条件によって異なる。このうち地形条件については、イルビッド市内にはほとんど高低差がないので平坦地のデータを採用することとした。そこで、既に述べたMPWの報告書より表 5.3 に示すような平坦地の舗装道路における燃料消費率を使用することとした。

Table 5.3 Fuel Consumption Rate (litre per km)

	Travel Speed (km/hr.)			
	20	40	60	80
Passenger Cars Vans & Taxis	0.099	0.080	0.078	0.092
Trucks	0.366	0.268	0.254	0.283

Source: Ministry of Public Works  
Amman-Amman International Airport Highway  
Project, Feasibility Study and Preliminary  
Engineering  
August, 1976

自家用乗用車、バン、タクシーは混合ガソリンを使用し、貨物車はディーゼルガソリンを使用すると仮定すると、各走行速度毎の燃料費は表 5.4 に示す通りになる。

Table 5.4 Fuel Consumption Costs (JD per 1000 km)  
(Economic Cost)

	Travel Speed (km/hr.)			
	20	40	60	80
Passenger Cars, Vans & Taxis	15.44	12.48	12.17	14.35
Trucks	18.30	13.40	12.70	14.15

Source: Study Team

#### 5.1.2 潤滑油費

燃料費と全く同様にして、潤滑油消費率が表 5.5 のように潤滑油費が表 5.6 のように得られる。

Table 5.5 Oil Consumption Rate (litre per km)

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
Passenger Cars, Vans & Taxis	0.0022	0.00098	0.00078	0.00066
Trucks	0.0031	0.0024	0.0019	0.0017

Source : Ministry of Public Works

Amman-Amman International Airport Highway  
Project, Feasibility Study and Preliminary  
Engineering  
August, 1976

Table 5.6 Oil Consumption Costs (JD per 1000 km)  
(Economic Cost)

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
Passenger Cars, Vans & Taxis	0.70	0.56	0.44	0.38
Trucks	1.77	1.37	1.08	0.97

Source: Study Team

### 5.1.3 修理費

修理費には、修理のための部品費と、労務費が含まれている。部品費は表 5.7 に示すように、走行距離 1,000 Km 当たりで、車の償却価格の % として表わすことができる。タイヤ費は別途算定するので、これを除いた車の償却価格を利用して、表 5.8 のように、速度別の修理費が求められる。

Table 5.7 Vehicle Maintenance Cost Units

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
<u>Parts</u> :				
(% per 1000 km of the depreciable value of the vehicle)				
Passenger Cars, Vans & Taxis	0.069	0.081	0.094	0.106
Trucks	0.167	0.190	0.227	0.279
<u>Labour</u> :				
(hours per 1000 km)				
Passenger Cars, Vans & Taxis	0.44	0.50	0.57	0.65
Trucks	1.75	1.90	2.35	2.85

Source: Ministry of Public Works  
 Amman-Amman International Airport Highway  
 Project, Feasibility Study and Preliminary  
 Engineering  
 August, 1976

Table 5.8 Vehicle Maintenance Costs (JD per 1000 km)  
 (Economic Cost)

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
<u>Parts</u> :				
Passenger Cars	1.28	1.50	1.74	1.96
Vans	2.00	2.35	2.73	3.08
Taxis	2.28	2.67	3.10	3.50
Medium Trucks	8.64	9.83	11.75	14.44
Heavy Trucks	41.15	46.82	55.94	68.75
<u>Labour</u> :				
Passenger Cars	0.18	0.21	0.24	0.27
Vans	0.20	0.22	0.25	0.29
Taxis	0.18	0.21	0.24	0.27
Medium Trucks	0.92	1.00	1.24	1.50
Heavy Trucks	0.92	1.00	1.24	1.50

Source : Study Team

#### 5.1.4 タイヤ費

タイヤの摩耗によるタイヤ費は、表 5.9 に示すように、1,000 km 当たりのタイヤ価格のパーセンテージで表わされる。タイヤ価格は、表 5.1 で既に示したが、これを使用して、各速度毎のタイヤ費を求めたのが表 5.10 である。

Table 5.9 Tyre Wear Rate (% of Wear of one Tyre per km)

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
Passenger Cars, Vans & Taxis	0.0015	0.0026	0.0044	0.0070
Trucks	0.0020	0.0038	0.0065	0.0120

Source : Ministry of Public Works  
 Amman-Amman International Airport Highway  
 Project, Feasibility Study and Preliminary  
 Engineering  
 August, 1976

Table 5.10 Tyre Wear Costs (JD per 1000 km) (Economic Cost)

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
Passenger Cars	0.19	0.32	0.55	0.87
Vans	0.33	0.57	0.97	1.55
Taxis	0.20	0.35	0.59	0.94
Medium Trucks	1.62	3.08	5.26	9.72
Heavy Trucks	1.79	3.41	5.83	10.76

Source : Study Team

#### 5.1.5. 減価償却費

走行速度が減価償却費に及ぼす影響は非常に複雑である。先に挙げたMPWの報告書によれば、走行1,000 Km当たりの減価償却割合は次式で示される。

$$d = 1/a t$$

ここに、d : 1,000 Km当たりの減価償却割合

$$a = s (AM/AS) \quad a : \text{年間走行距離 (1,000 Km)}$$

$$s : \text{走行速度 (Km/h)}$$

$$AM : \text{平均年間走行距離 (1,000 Km)}$$

$$AS : \text{平均走行速度 乗用車 ; 60 Km/h 貨物車 ; 35 Km/h}$$

$$t = ((AM) (1/3) (SL)/a) + 2/3 (SL)$$

SL : 耐用年数 (年)

1/3 : 距離による償却割合

2/3 : 時間による償却割合

車の残存価値を0と仮定すれば、償却価格は車輛購入価格(ただしタイヤを除く)に等しい。表5.1に示した価格を使えば、速度毎の減価償却費は表5.11に示すようになる。

Table 5.11 Depreciation Costs (JD per 1000 km) (Economic Cost)

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
Passenger Cars	13.21	9.44	7.34	6.01
Vans	9.66	6.91	5.37	4.40
Taxis	7.62	5.45	4.22	3.47
Medium Trucks	10.74	7.00	5.20	4.13
Heavy Trucks	31.93	20.83	15.45	12.29

Source : Study Team

#### 5.1.6 運転手費

運行することによって収入を得る車の運転手人件費は、燃料費や潤滑油費と同じ性質を持つと言えるので運行経費に含めるべきである。これに対して、自家用乗用車の運転者は、車を運行することによって収入を得るのではないので、これは運行経費に含めず、時間節約便益で扱うこととする。

表5.1で示した人件費単価を使って、この運転手費を算定したのが表5.12である。

Table 5.12 Crew Costs (JD per 1000 km)  
(Economic Cost)

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
Passenger Cars	-	-	-	-
Vans	22.25	11.13	7.42	5.56
Taxis	19.25	9.63	6.42	4.81
Medium Trucks	25.85	12.93	8.62	6.46
Heavy Trucks	32.00	16.00	10.67	8.00

Source : Study Team

#### 5.1.7 維持費

この項目には、これまでに述べた費用に含まれなかった費用が全て含まれる。他の調査<sup>1/</sup>によれば、この維持費は、総運行経費のある割合と設定することができる。この割合は、車種によって異なり、自家用乗用車で10%、その他の車で25%としている。

ここでは、この割合を適用して表 5.13 のように維持費を算定した。

Table 5.13 Standing Costs (JD per 1000 km)  
(Economic Cost)

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
Passenger Cars	3.10	2.45	2.25	2.38
Vans	12.65	8.56	7.34	7.40
Taxis	11.42	7.84	6.80	6.93
Medium Trucks	16.96	12.15	11.46	12.84
Heavy Trucks	31.97	25.71	25.73	29.11

Source: Study Team

Note: <sup>1/</sup> S.W. Abaynayaka

Tables for Estimating Vehicle Operating Costs on  
Rural Roads in Developing Countries  
TRRL, 1976

### 5.1.8 総括

既に述べたように、交通量予測では、乗用車と貨物車の2車種で予測を行っているため、運行経費もその2車種に統合する必要がある。この統合に当たっては、表5.14に示す車種別の走行台・キロで重みを付けて平均することとした。

各運行経費項目毎に、重み付き平均をした結果が表5.15である。なお、実際の運行経費の計算において、この表に示した以外の速度に対応する経費は、線形近似によって求めた。

Table 5.14 Vehicle-km by Each Type of Car

Cars	Vehicle-km per day	Percentage
Passenger cars	122,914	(57.8)
Vans	45,114	(21.2)
Taxis	44,621	(21.0)
<u>Trucks</u>		
Medium Lorry	39,879	(59.6)
Heavy Lorry	27,032	(40.4)

Source : Study Team



Table 5.15 Vehicle Operating Costs (JD per 1000 km)  
(Economic Cost)

	Travel Speed (km/hr)			
	20	40	60	80
<u>Cars</u>				
Fuel	15.44	12.48	12.17	14.35
Oil	0.70	0.56	0.44	0.38
Parts	1.64	1.93	2.24	2.52
Labour	0.18	0.21	0.24	0.27
Tyre	0.22	0.38	0.65	1.03
Depreciation	11.28	8.07	6.27	5.14
Crew	8.76	4.38	2.92	2.19
Standing	6.87	4.88	4.28	4.40
Total	45.09	32.89	29.21	30.28
<u>Trucks</u>				
Fuel	18.30	13.40	12.70	14.15
Oil	1.77	1.37	1.08	0.97
Parts	21.77	24.77	29.60	36.38
Labour	0.92	1.00	1.24	1.50
Tyre	1.69	3.21	5.49	10.14
Depreciation	19.30	12.59	9.34	7.43
Crew	28.33	14.17	9.45	7.08
Standing	23.02	17.63	16.08	19.41
Total	115.1	88.14	84.98	97.06

Source: Study Team

In actual calculation of vehicle operating costs, cost by speed is intercorporated by linear approximation.

Fig. 5.1 Vehicle Operating Costs

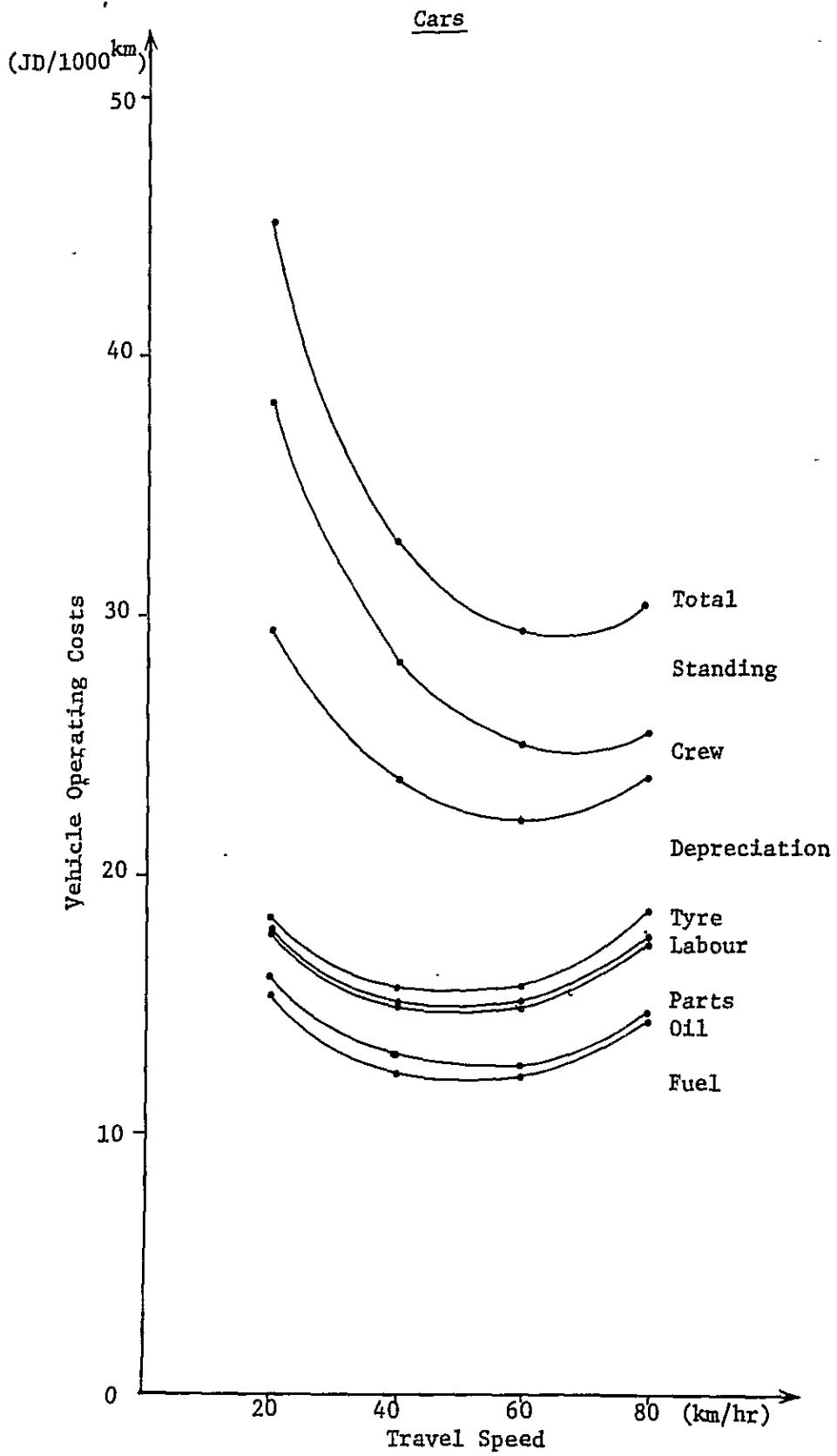
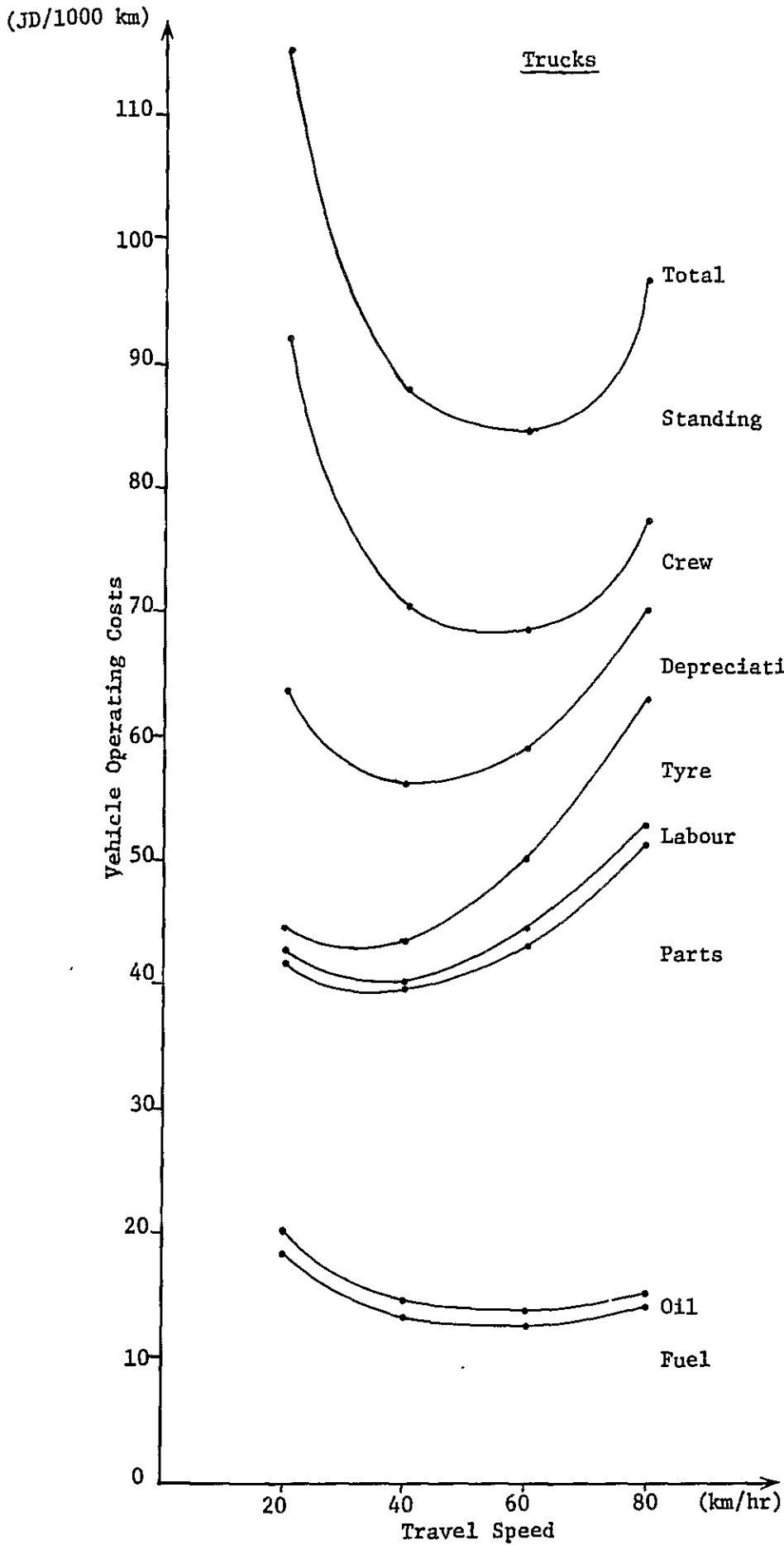


Fig. 5.2 Vehicle Operating Costs



## 5.2 時間価値

車の走行速度が上がって、トリップに要する時間が短くなると、その車に乗っている運転者と乗客は、その短縮された時間を他の事に振り向けることができるので、このような短縮時間は経済的な価値を持つ。しかし、短縮された時間全てが経済的価値を持つとは限らない。たとえば、雇用機会がなければ、短縮された時間を経済的に有効に使うことはできないであろうし、社交目的のような業務以外の目的のトリップでは、たとえ時間が短縮されてもその時間は経済的には無為に費やされてしまうかもしれない。

業務目的のトリップの場合には、短縮された時間でさらに仕事ができるのであるから、経済的に価値を持つと言うことができる。これも、失業率が高い国では、少し割引いて考える必要があるが、ジョルダンでは失業率は低いので、業務目的トリップの短縮時間全てに経済的価値を認めても差しつかえないであろう（1974年のイルビッドにおける失業者比率は1.74%であった。第1章参照）。

ここでは、経済的に価値を持つ時間割合を、以下に示すように設定し、車種毎の時間価値を求めた。

また既に述べたように、自家用乗用車以外の運転者経費は運行経費として扱ったので、ここでは、それ以外の乗員の時間価値を求めている。

### 5.2.1 自家用乗用車

#### (1) 運転者

自家用乗用者の運転者の時間価値は、車所有者の平均年収から推定した。ジョルダンにおける車の価格は国民1人当たりの平均年収に比較するとかなり高価なため、車所有者は、平均年収より多くの収入があると考えらるべきであろう。

MPWの行った、Feasibility Study for Zarga-Rihab-Irbit Expressway and Rihab-Syrian Border Connector, Nov. 1979では、新車価格をJD. 6,180とし、車所有者の平均年収をJD. 4,500と推定している。しかし、近年、より安い車が輸入されてきており、車を所有することはずっと容易になっている。そこで、車所有者の平均年収は、この推定値JD. 4,500より少なくなっていると考えて差しつかえなからう。ここでは、それをJD. 3,000と仮定した。これは、ジョルダンの国民の平均年収の約1.5倍に相当する額である。

一方、ジョルダンでは、年間で52日の週休（金曜日）と、18日の祝祭日があり、さらに、通常14～20日の有給休暇が認められているので、1年間に約280日働くと考えてよい。また、週6日、1日8時間労働が普通<sup>よ</sup>なので、結局年間2,240時間働いていることになる。

この労働時間で、先の年収を得ているのであるから、1時間当たりの収入は：

$$3000 \div 2240 = 1.339 \text{ JD/時間}$$

となる。

既に述べたように、短縮された時間全てが経済的に価値を持つとは言えない。ここでは、業務目的トリップの短縮時間のみ100%経済的価値を持ち、他の目的のトリップでは時間が短縮されても経済的には有効に使われないと仮定した。

目的別のトリップ数構成比は、実態調査によって表 5.16 のように把握されているので、結局、時間価値は

$$1.339 \times 0.080 \times 1.00 = 0.107 \text{ JD/時間となる。}$$

(注) 1/ The Multi-Purpose Household Survey, 1976 Department of Statisticsによれば、1週間の平均労働時間は4.66時間である。

Table 5.16 Trip Purposes

Type of Trip	Percent of Trips
To work	37.0
On Business	8.0
Return home	35.2
Shopping	7.4
Entertainment	2.7
To school	4.6
Social Visit	3.6
Others	1.5
Total	100.0

Source : Study Team

(2) 同 乗 者

国民1人当たりの国内総生産(GDP)は、1979年でJD. 295であった。その後2年間、年10%の成長率を維持していたと仮定すれば、1981年における国民1

人当たりGDPはJD. 358と推定される。

一方、非就業者と就業者の比率は1980年に3.98 : 1<sup>1/2</sup>であった。この比率が1981年も同じであるとすれば、先のGDPの値から、就業者1人当たり年収はJD. 1,800と推定される。

(注) J/ Ministry of Labourによれば、East Bankでの就業者数は1980年に446,340人で、その時の人口が2,225,000人であった。そこで非就業者数比は

$$\frac{2,225,000 - 446,340}{446,340} = 3.98$$

同乗者は、車所有者程収入は多くなく、むしろ平均年収に近いと考えれば、同乗者の時間価値は

$$1,800 \div 2,240 = 0.804 \text{ JD/時間}$$

である。

また、実態調査結果によれば、乗用者の平均乗車人員は運転者を含めて1.52人で、同乗者数は表5.17に示すように0.52人である。

Table 5.17 Number of Passengers \*

Car	0.52
Van	0.60
Medium Lorry	0.37
Heavy Lorry	0.52

\* Note: These figures do not include a driver.

さらに、他の調査<sup>1/</sup>によれば、同乗者の約70%が成人男子で、残り30%は収入を得ていない婦女子である。

同乗者のトリップ目的の割合も、運転者のそれと等しいと仮定すると、結局1台当たり同乗者の時間価値は

$$0.804 \times 0.52 \times 0.7 \times 0.080 \times 1.00 = 0.0234 \text{ JD/時間}$$

運転者と同乗者の時間価値を合わせると、結局乗用者1台当たりの時間価値は0.130 JD/時間となる。

Note : 1

5.2.2 タクシー

タクシー会社での調査によれば、タクシーの乗客は平均1台当たり4.5人であった。  
また、前出の調査によれば、タクシー乗客の80%が成人男子で、そのうち75%が  
収入を得る機会のある人となっている。

年収やトリップ目的は、乗用車の同乗者と同様と仮定すれば、タクシー1台当たりの  
時間価値は

$$1,800 \div 2,240 \times 4.5 \times 0.8 \times 0.75 \times 0.080 \times 1.00 = 0.174 \text{ JD/時間}$$

である。

5.2.3 バン

表5.17より、バンの同乗者は、1台当たり0.6人である。乗用車の同乗者と同じく  
70%が成人男子であるとする、バン1台当たりの時間価値は、これまでと同様にし  
て  $1,800 \div 2,240 \times 0.6 \times 0.7 \times 0.080 \times 1.00 = 0.027 \text{ JD/時間}$   
となる。

5.2.4 乗用車

これまで求めた、車種別の時間価値は表5.18の通りである。

Table 5.18 Summary of Time Savings for Cars

	Time Savings (JD per hour)	Vehicle-km per day
Private Cars	0.130	122,914 (57.8%)
Taxis	0.174	44,621 (21.0%)
Van	0.027	45,114 (21.2%)
Average	0.117	(100%)

Source : Study Team

交通量予測における車種分類と整合させるため、これらの車種別の値を走行台キロで  
重み付けして平均をとり、車種を統合した“乗用車”の時間価値を求めると、表5.18  
に示すように0.117 JD/時間となる。

5.2.5 貨物車

貨物車は通常不特定の同乗者を乗せることはない、この時間価値については無視

． することとした。

また、運転手の経費は、運行経費に含めて考えてある。

### 5.3 便 益

環状道路が建設されると (“With project”)、車の走行速度は早くなり、運行経費と所要時間は道路が建設されない場合 (“without project”) に比べると少なくなる。便益はこの両ケースの費用の差として現れる。

便益は当然代替案毎に異なるものとなる。本調査では、11章で詳しく述べるように2つの代替案を設定している。この2つの代替案は図5.1に示すように、建設スケジュールが異なる。すなわち、代替案Ⅱでは、境界環状道路の北区間（第2工区）が、代替案Ⅰより5年遅れて1990年に完成することになる。他の部分は両代替案とも同じで、1995年に全線開通する。

便益を計算するための交通量予測は、両代替案について1985年と2000年の2時点で行われている。また、この予測では交通量配分の段階で、各リンクの走行速度が予測されているので、前節で述べた原単位を使って運行経費を算定することができる。さらに、リンク別の所要時間も算定されるので、時間費用も求められる。これらリンク別の費用を加え合わせて、各ケースにおける運行経費と時間費用が得られる。2代替案と without project における車の動きの量と費用、およびその差すなわち便益をまとめたのが表5.19である。

Fig. 5.3 Comparison of Alternatives\*

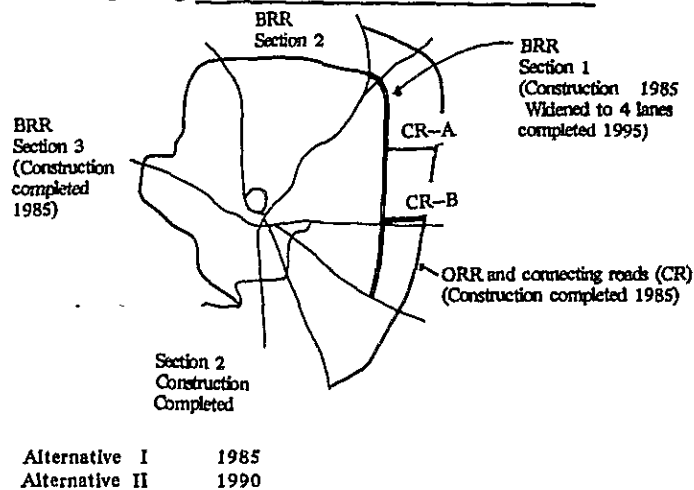




Table 5.19 Vehicle Movements and Costs

	1985		2000
<u>Without Project</u>			
Vehicle-Km per day <sup>1/</sup>	1,270,840		2,760,016
Vehicle-hr per day <sup>2/</sup>	37,451		178,380
Operating Costs (JD per day)	64,156		150,787
Time Cost (JD per day)	4,382		20,870
<u>With Project</u>			
	<u>Alternative I</u>	<u>Alternative II</u>	
Vehicle-Km per day <sup>1)</sup>	1,274,338	1,270,804	2,796,587
Vehicle-hr per day <sup>2)</sup>	33,032	33,293	133,295
Operating Costs (JD per day)	62,692	62,699	146,758
Time Cost (JD per day)	3,865	3,895	15,595
<u>Difference</u>			
Vehicle-Km per day <sup>1)</sup>	-3,498	36	-36,571
Vehicle-hr per day <sup>2)</sup>	4,419	4,158	45,085
Operating Costs Saving (JD per day)	1,464	1,457	4,029
Time Cost Saving (JD per day)	517	487	5,275

Notes: 1/ Cars and Trucks

2/ Only Cars

Source: Study team

環状道路が建設されてそちらを通った方が速い場合、今まで市街地を通過していた車は、環状道路の方へ迂回するようになる。その結果走行台・時間は“without project”に比べて短縮されるが、走行台・キロは増加する（1990年まで環状につながらない代替案Ⅱを除く）。しかし、運行経費は速度の上昇に伴ない減少するので、運行経費としては、“with project”の方が少ない。時間費用もまた速度上昇による分だけ少なくなる。

このようにして予測された運行経費節約便益（走行便益）は、1985年で約1,500 JD/日、2000年で4,000 JD/日であった。また、時間節約便益（時間便益）は、1985年で500

JD/日、2000年で5,000 JD/日 と予測された。

この1日当たりの便益は次のようにして年間便益に変換することができる。

まず、休日(約70日)の交通量は、平日の半分と仮定すれば、年間の走行便益は

$$\begin{aligned} \text{年間走行便益} &= (\text{1日当たり走行便益}) \times (70 \div 2 + 295) \\ &= (\text{1日当たり走行便益}) \times 330 \end{aligned}$$

時間便益は、就業日数分のみ得られると考えれば、年間の時間便益は

$$\text{年間時間便益} = (\text{1日当たり時間便益}) \times 280$$

となる。

各年毎の便益額を推定するため、途中年次の1990年における交通量を、1981年から1985年までの伸び率から求め、1985年から2000年までの伸び率を内挿して1995年の交通量を求めた。

2000年以後の交通量の伸び率は、人口の伸びが鈍化することもあるとあって、5年で10%減少するとした。

また、建設完了は1985年末と考え便益発生は1986年からさらにプロジェクト寿命を25年とすれば、各年の便益は表5.20のように推定される。

ただし、この表では、将来の金額も現在と同価値と考えた、割引きを考慮していない値である。このような値で、総便益は約6200万JDと推定される。

Table 5.20 Project Benefit Flow (Undiscounted)

(1,000 JD in 1981 Price)

Year	Alternative I			Alternative II		
	Operating	Time	Total	Operating	Time	Total
1986	547	176	723	544	167	711
1987	618	212	830	615	202	817
1988	695	253	948	691	242	933
1989	779	300	1,079	775	288	1,063
1990	871	354	1,225	867	341	1,208
1991	923	424	1,347	(Same as Alternative I after 1990)		
1992	977	504	1,481			
1993	1,035	596	1,631			
1994	1,096	702	1,798			
1995	1,160	824	1,984			
1996	1,382	960	2,342			
1997	1,380	1,069	2,449			
1998	1,370	1,190	2,560			
1999	1,354	1,326	2,680			
2000	1,330	1,477	2,807			
2001	1,300	1,628	2,928			
2002	1,264	1,795	3,059			
2003	1,217	1,979	3,196			
2004	1,161	2,181	3,342			
2005	1,095	2,405	3,500			
2006	1,035	2,626	3,661			
2007	966	2,868	3,834			
2008	888	3,133	4,021			
2009	798	3,423	4,221			
2010	696	3,737	4,433			
<b>Total</b>	<b>25,937</b>	<b>36,142</b>	<b>62,079</b>	<b>25,919</b>	<b>36,087</b>	<b>62,006</b>

Source: Study team.

表 5.20 の各年毎の便益を見ると、時間便益は増加しているにもかかわらず、1996 年から走行便益が減少しているのが目立っている。これは、環状道路を利用する車の走行便益と時間便益の違いによる。すなわち環状道路を利用する車は without project の状態に比べて長い距離を走らねばならないので、運行経費は余分に必要となる。つまり、このような車にとって、環状道路は負の走行便益を持つわけである。

一方、環状道路を利用しない車においては、走行距離はほとんど変わらず、走行速度が上昇する。その結果、運行経費が減少するので、このような車にとって環状道路は正の走行便益を持っている。

1995 年までは、この正の便益の伸び率が負のそれを上回っているが、1996 年以降、その関係が逆転する結果、総走行便益は減少し始めると考えられる。

これに対して、走行速度はどちらの車についても上昇するので、正の時間便益を持つ。その結果、時間便益についてはプロジェクト期間を通じて増加し続けることになると推察される。