社会開発調査部報告書

No. 2

国際協力事業団
運輸通信省
オマーン国

オマーン国
道路施設整備計画調査
最終報告書

要約編

平成7年1月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
株式会社 フクヤマ コンサルタンツ インターナショナル

社調一
JR
94－130

国際協力事業団 オマーン国道路施設整備計画調査 最終報告書 要約編
平成7年1月
株式会社パシフィックコンサルタンツ
株式会社フクヤマコンサルタンツ
310
94
JSF
LIBRARY

JICA LIBRARY
1121576[1]

28261

国際協力事業団

運輸通信省

オマーン国

オマーン国

道路施設整備計画調査

最終報告書

要約編

平成7年1月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

株式会社 フクヤマ コンサルタンツ インターナショナル

国際協力事業団
28261

注　記

この報告書の中では、下記の為替レートを用いている。

US$ 1.00＝R.0 0.385＝Yen 99.6（1994年９月）

序　文

日本国政府は、オマーン国政府の要請に基づき、同国の道路施設整備計画にかかるフィージビリティ調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成６年２月から平成６年10月までの間、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの渡部聡氏を団長とし、株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルと株式会社フクヤマコンサルタンツ・インターナショナルから構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、オマーン国政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画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。

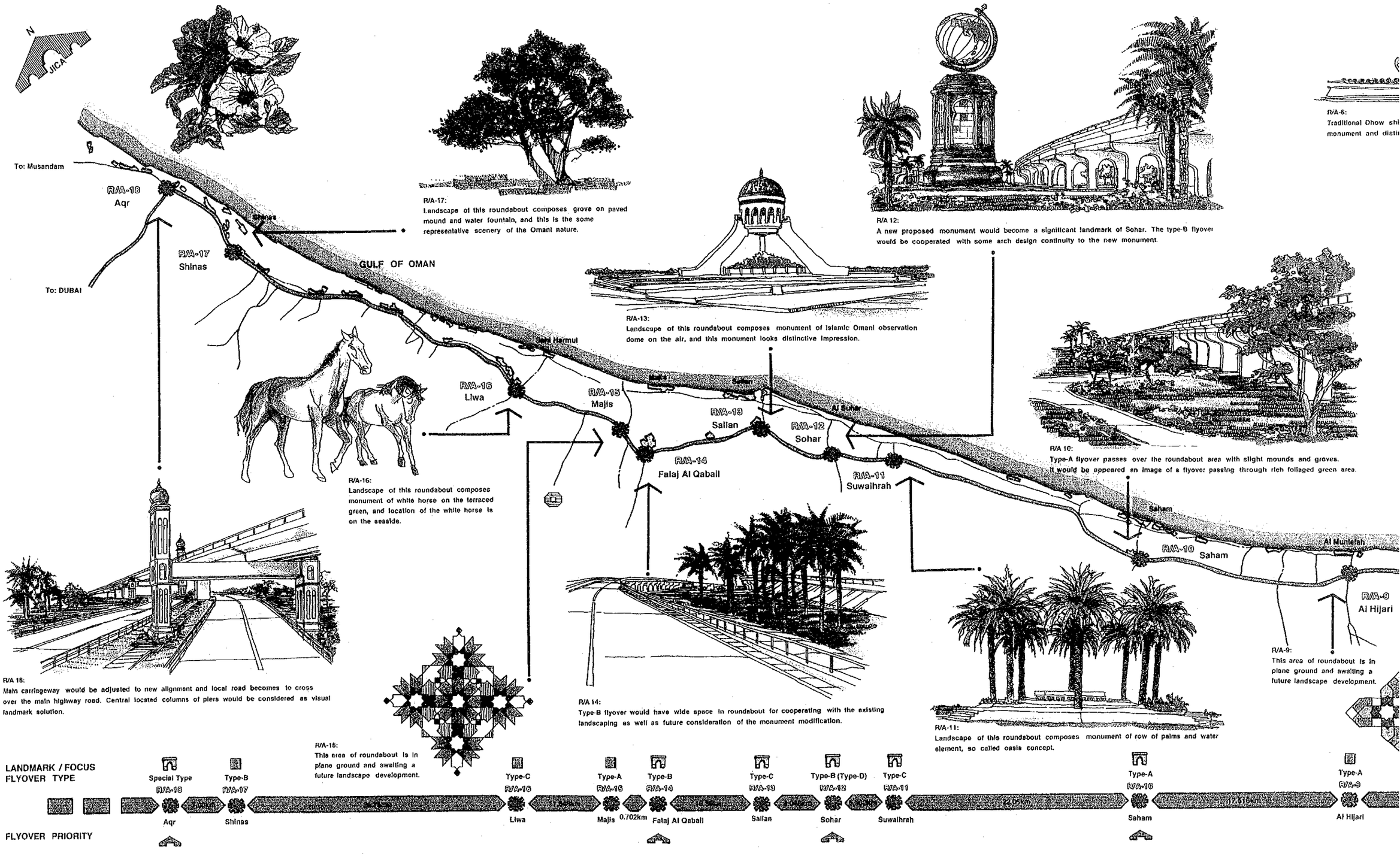
終りに、調査にご協力とご支援いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成７年１月

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎

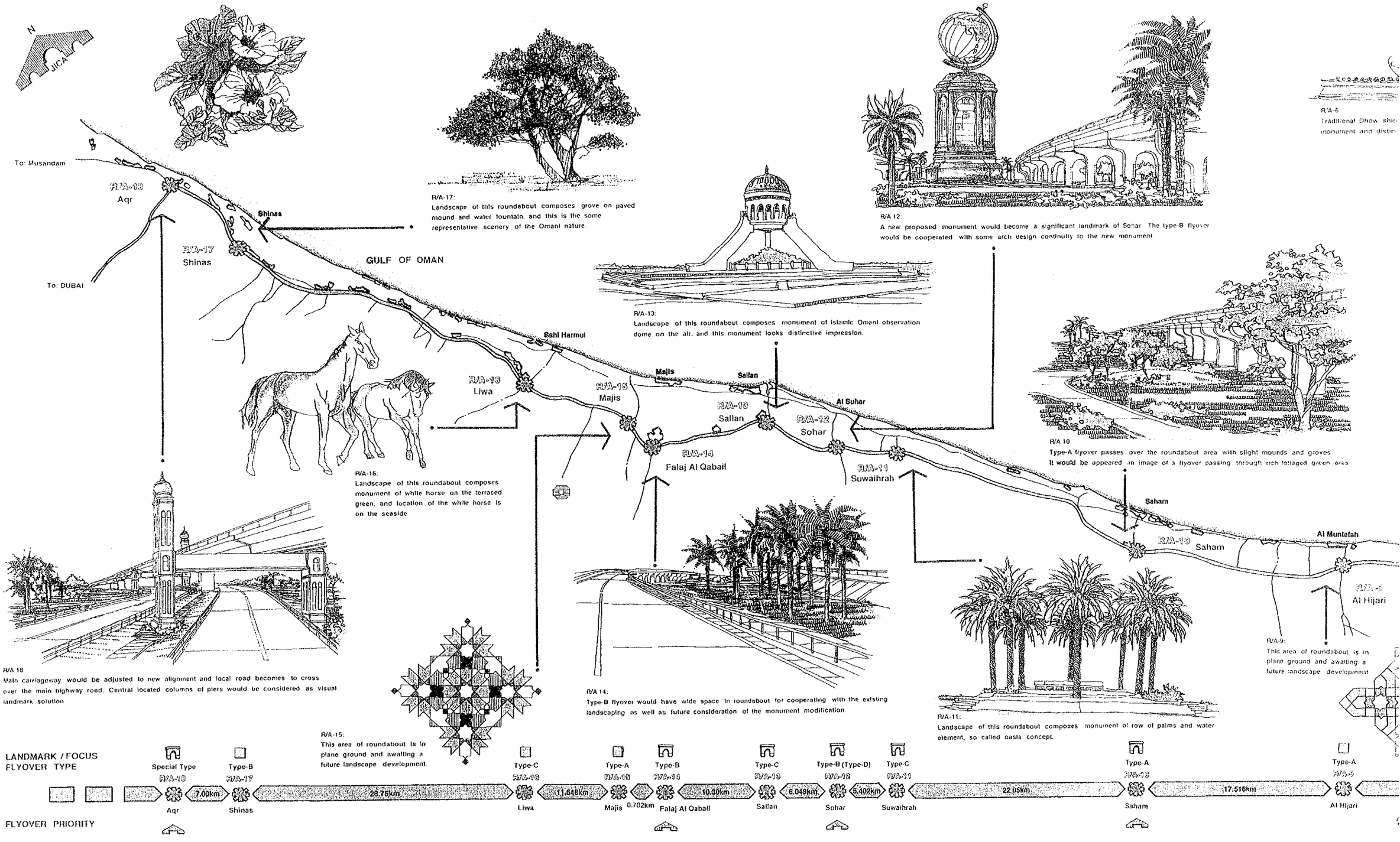
THE STUDY ON ROAD DEVELOPMENT PROJECT

LANDSCAPE PLAN FOR FLYOVERS AND ROUNDABOUTS THROUGH BATINAH HIGHWAY



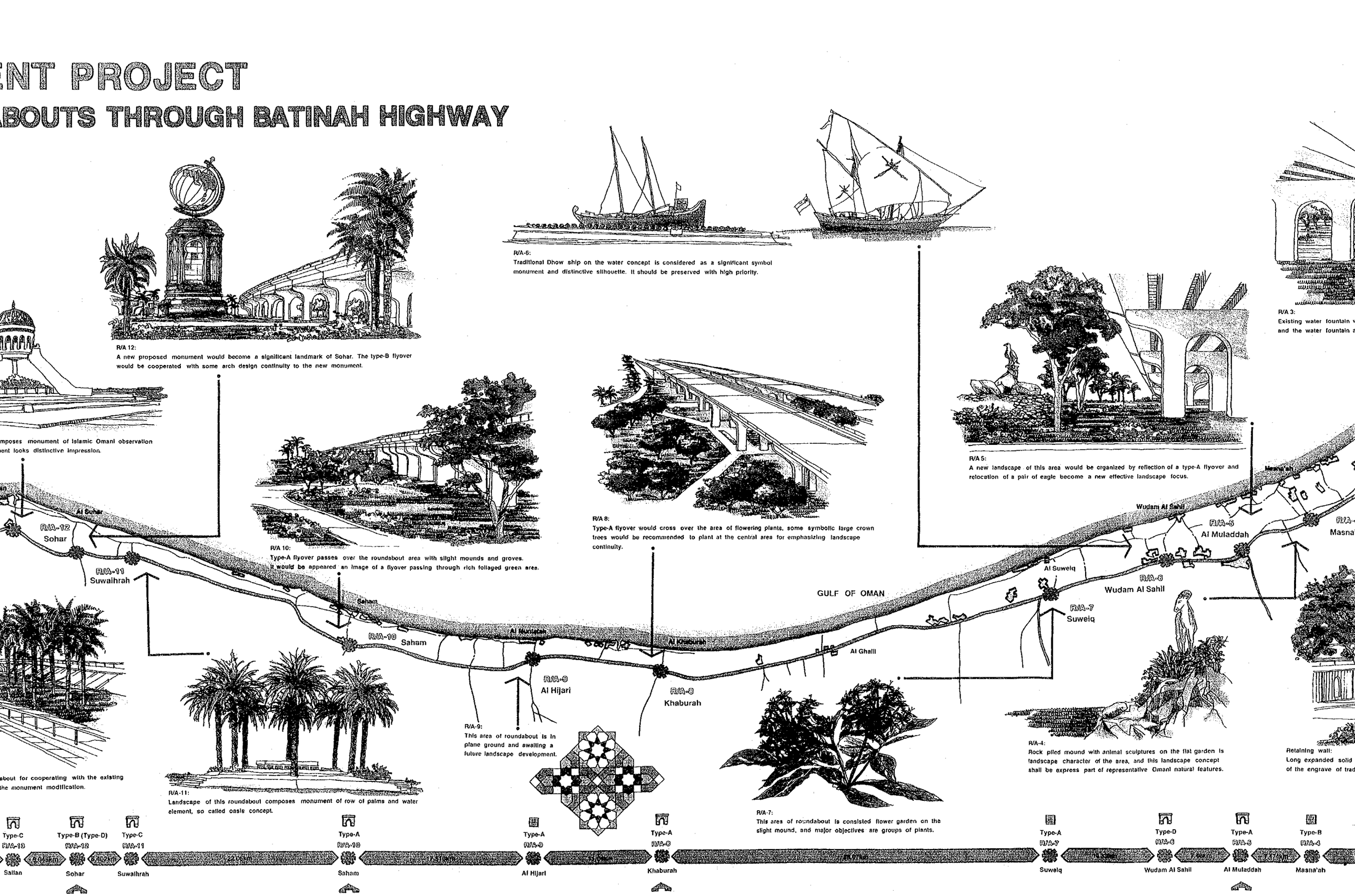
THE STUDY ON ROAD DEVELOPMENT PROJECT

LANDSCAPE PLAN FOR FLYOVERS AND ROUNDABOUTS THROUGH BATINAH HIGHWAY



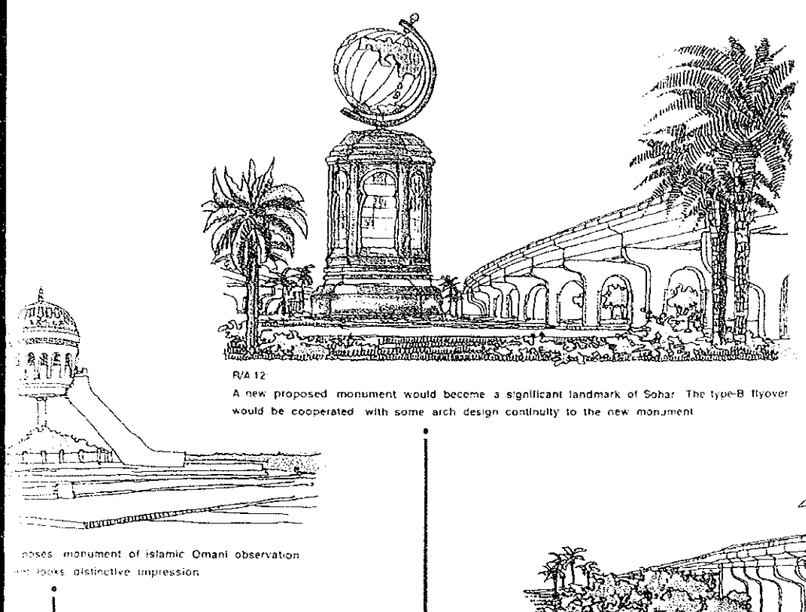
ENT PROJECT

ABOUTS THROUGH BATINAH HIGHWAY

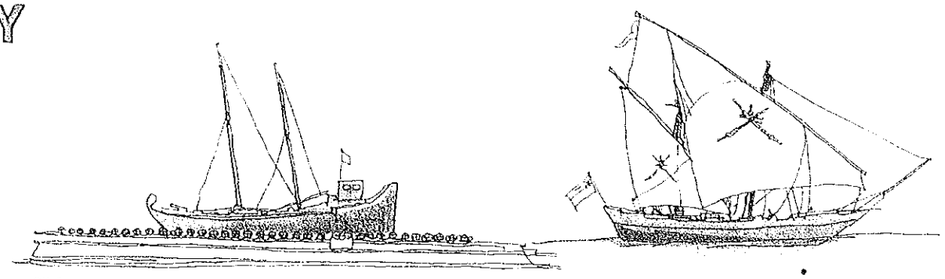


ENT PROJECT

ABOUTS THROUGH BATINAH HIGHWAY

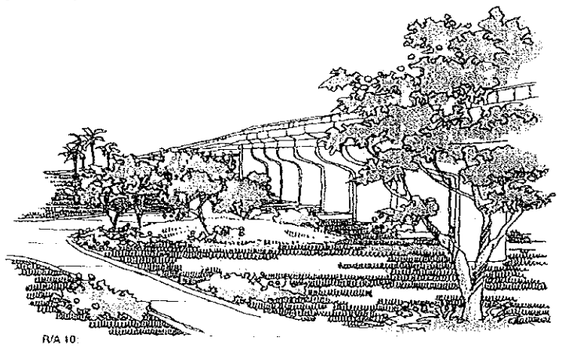


R/A 12:
A new proposed monument would become a significant landmark of Sohar. The type-B flyover would be cooperated with some arch design continuity to the new monument.

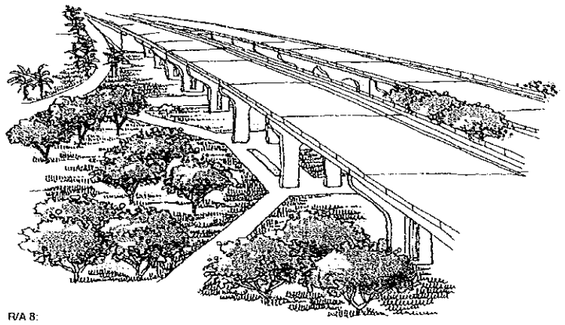


R/A-6:
Traditional Dhow ship on the water concept is considered as a significant symbol monument and distinctive silhouette. It should be preserved with high priority.

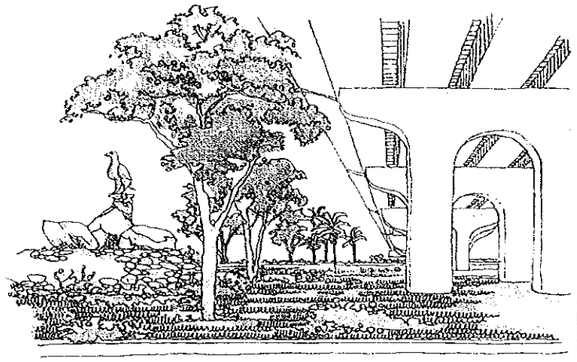
...poses monument of islamic Omani observation ...looks distinctive impression.



R/A 10:
Type-A flyover passes over the roundabout area with slight mounds and groves. It would be appeared an image of a flyover passing through rich foliaged green area.



R/A 8:
Type-A flyover would cross over the area of flowering plants, some symbolic large crown trees would be recommended to plant at the central area for emphasizing landscape continuity.



R/A 5:
A new landscape of this area would be organized by reflection of a type-A flyover and relocation of a pair of eagle become a new effective landscape focus.

R/A 3:
Existing water fountain ...
and the water fountain ...

...cept for cooperating with the existing ...monument modification.

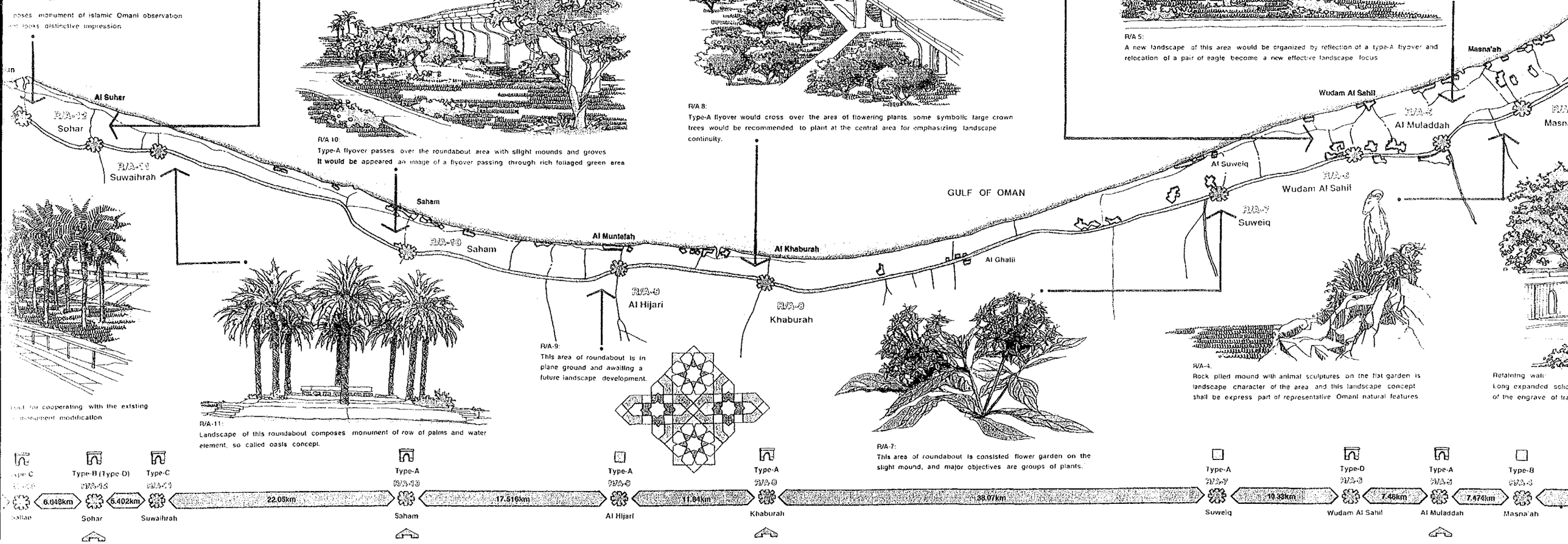
R/A-11:
Landscape of this roundabout composes monument of row of palms and water element, so called oasis concept.

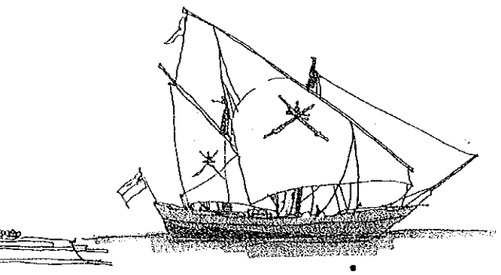
R/A-9:
This area of roundabout is in plane ground and awaiting a future landscape development.

R/A-7:
This area of roundabout is consisted flower garden on the slight mound, and major objectives are groups of plants.

R/A-4:
Rock piled mound with animal sculptures on the flat garden is landscape character of the area and this landscape concept shall be express part of representative Omani natural features.

Retaining wall:
Long expanded sculp...
of the engrave of tra...

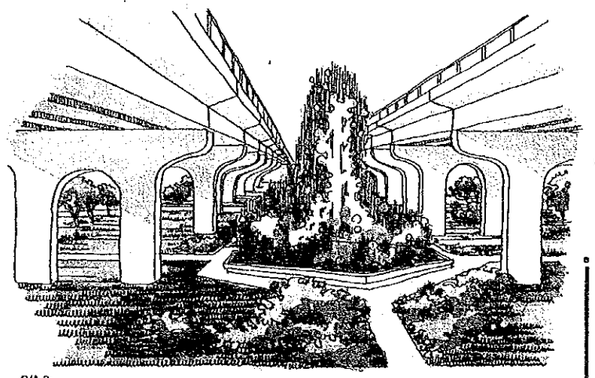




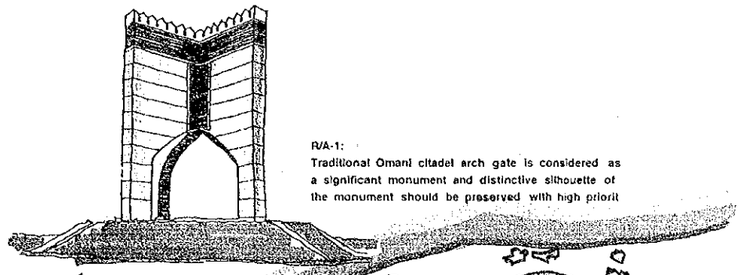
icant symbol
priority.

flowering plants, some symbolic large crown
central area for emphasizing landscape

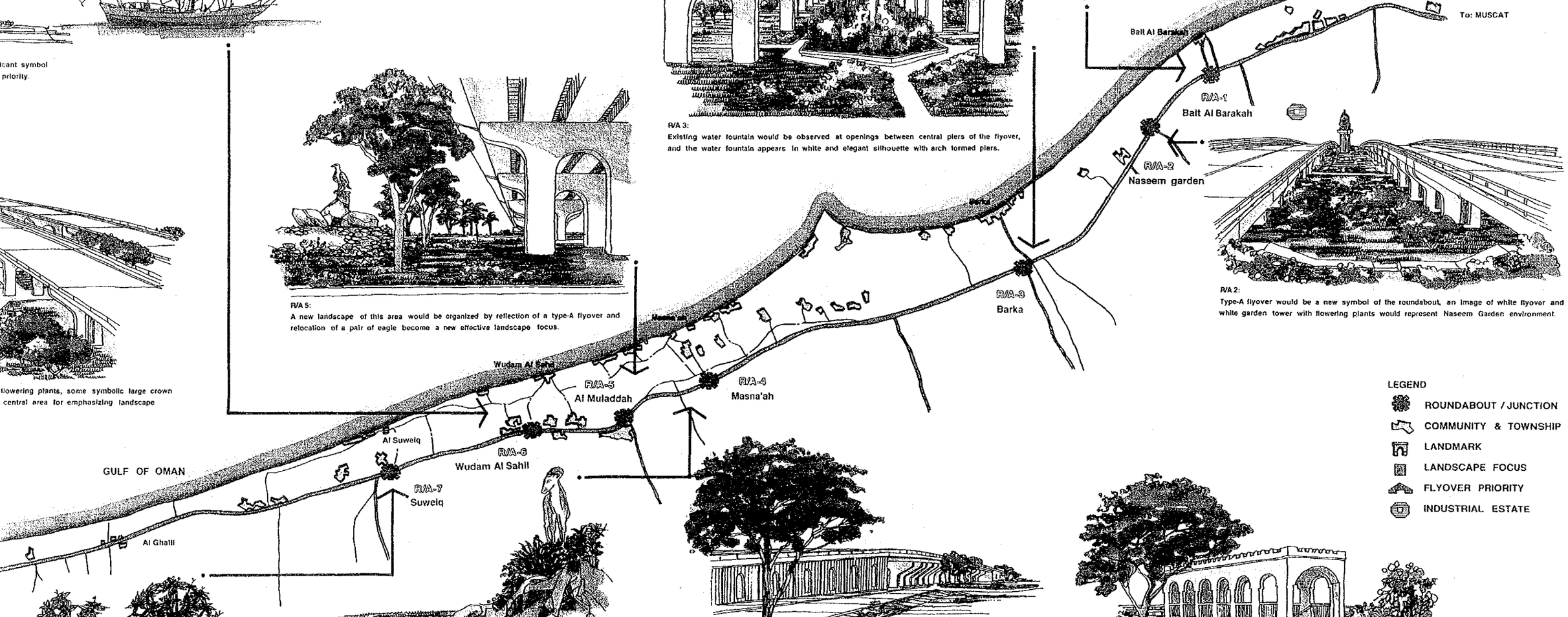
R/A 5:
A new landscape of this area would be organized by reflection of a type-A flyover and relocation of a pair of eagle become a new effective landscape focus.



R/A 3:
Existing water fountain would be observed at openings between central piers of the flyover, and the water fountain appears in white and elegant silhouette with arch formed piers.



R/A-1:
Traditional Omani citadel arch gate is considered as a significant monument and distinctive silhouette of the monument should be preserved with high priorit

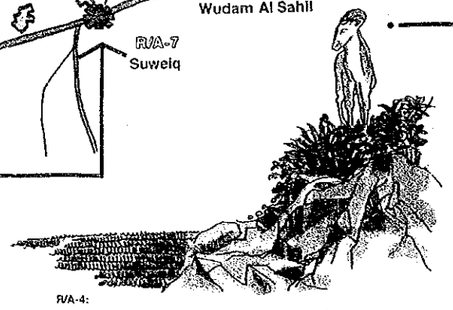


R/A 2:
Type-A flyover would be a new symbol of the roundabout, an image of white flyover and white garden tower with flowering plants would represent Naseem Garden environment.

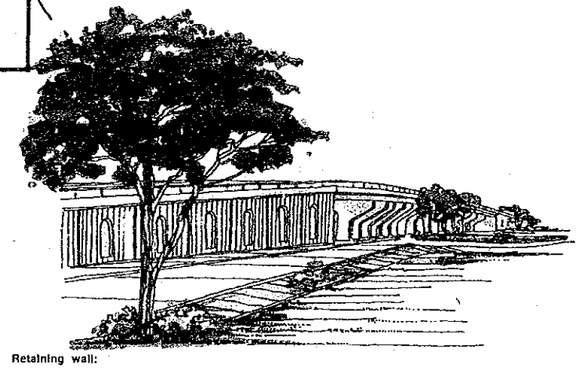
LEGEND

- ROUNDABOUT / JUNCTION
- COMMUNITY & TOWNSHIP
- LANDMARK
- LANDSCAPE FOCUS
- FLYOVER PRIORITY
- INDUSTRIAL ESTATE

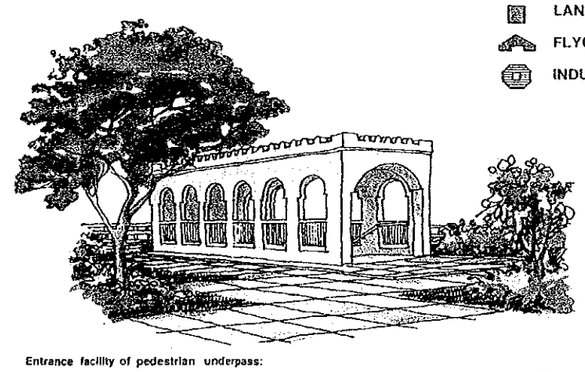
R/A-7:
This area of roundabout is consisted flower garden on the slight mound, and major objectives are groups of plants.



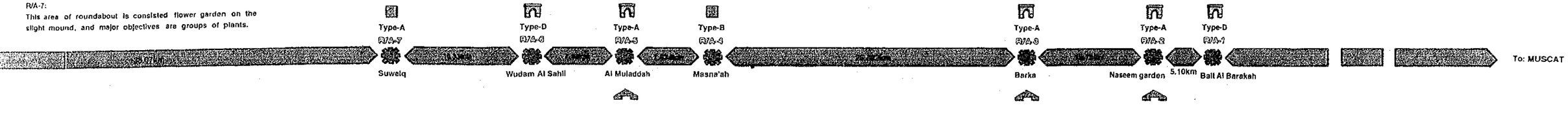
R/A-4:
Rock piled mound with animal sculptures on the flat garden is landscape character of the area, and this landscape concept shall be express part of representative Omani natural features.

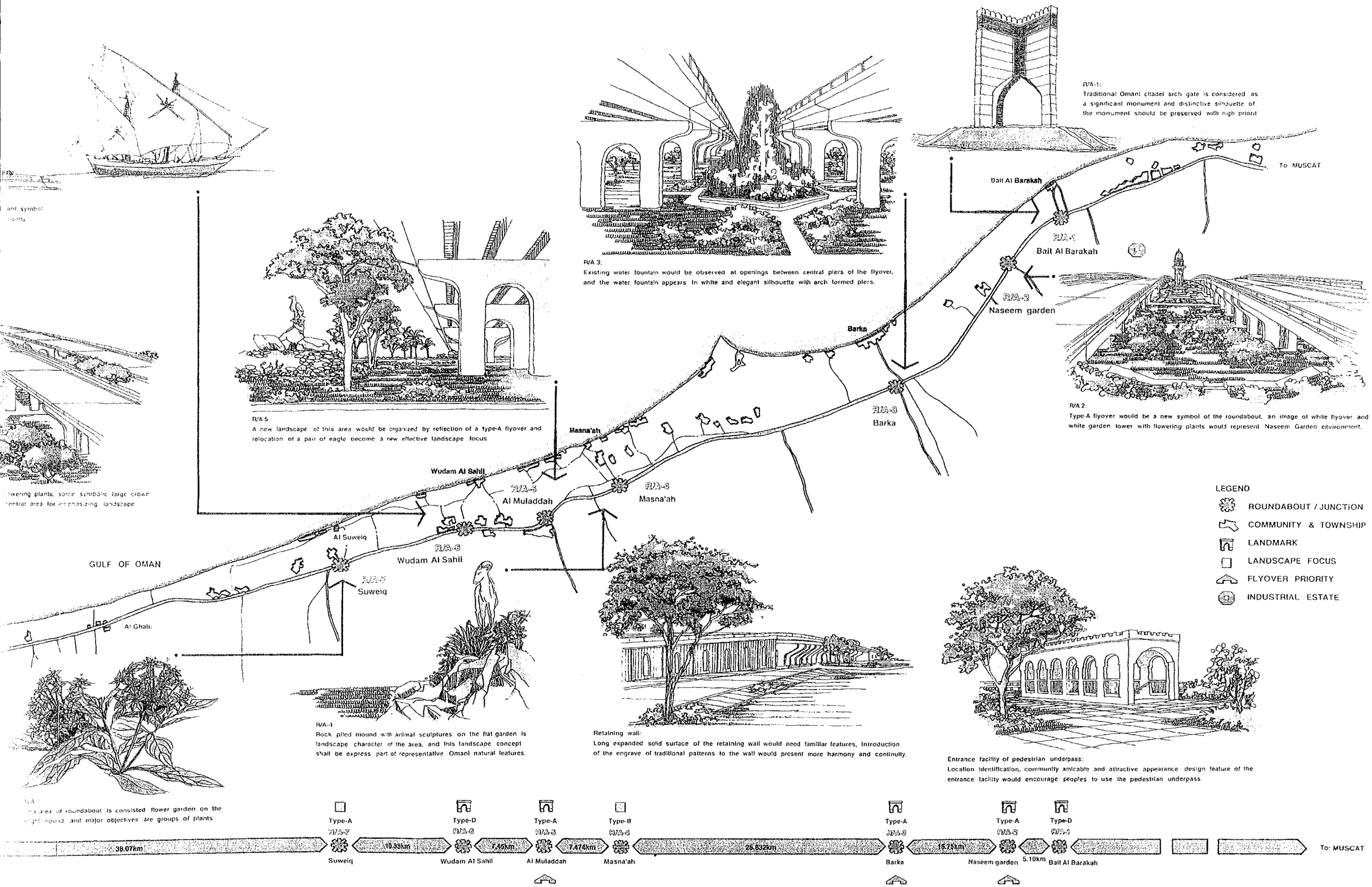


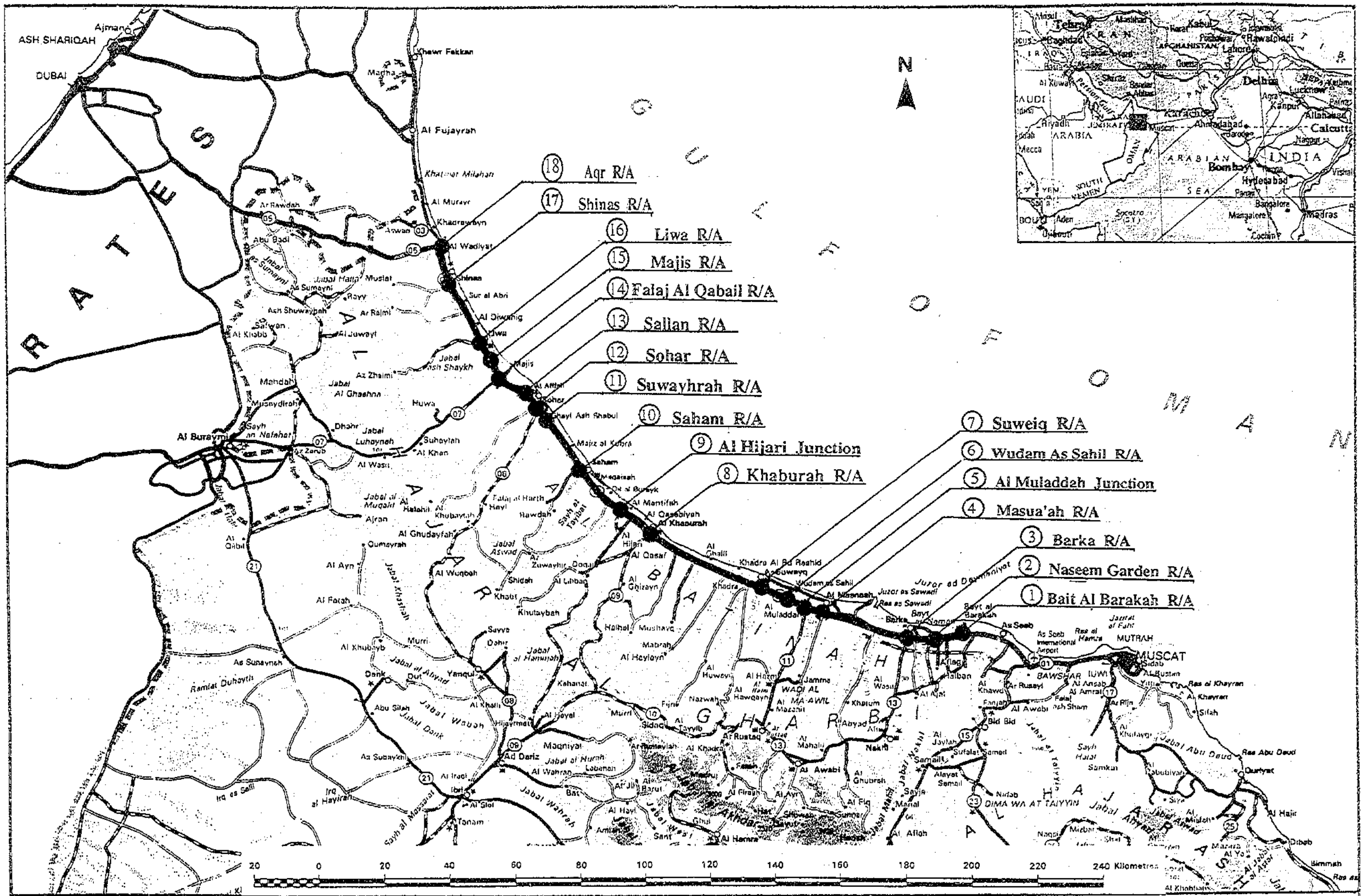
Retaining wall:
Long expanded solid surface of the retaining wall would need familiar features, introduction of the engrave of traditional patterns to the wall would present more harmony and continuity.



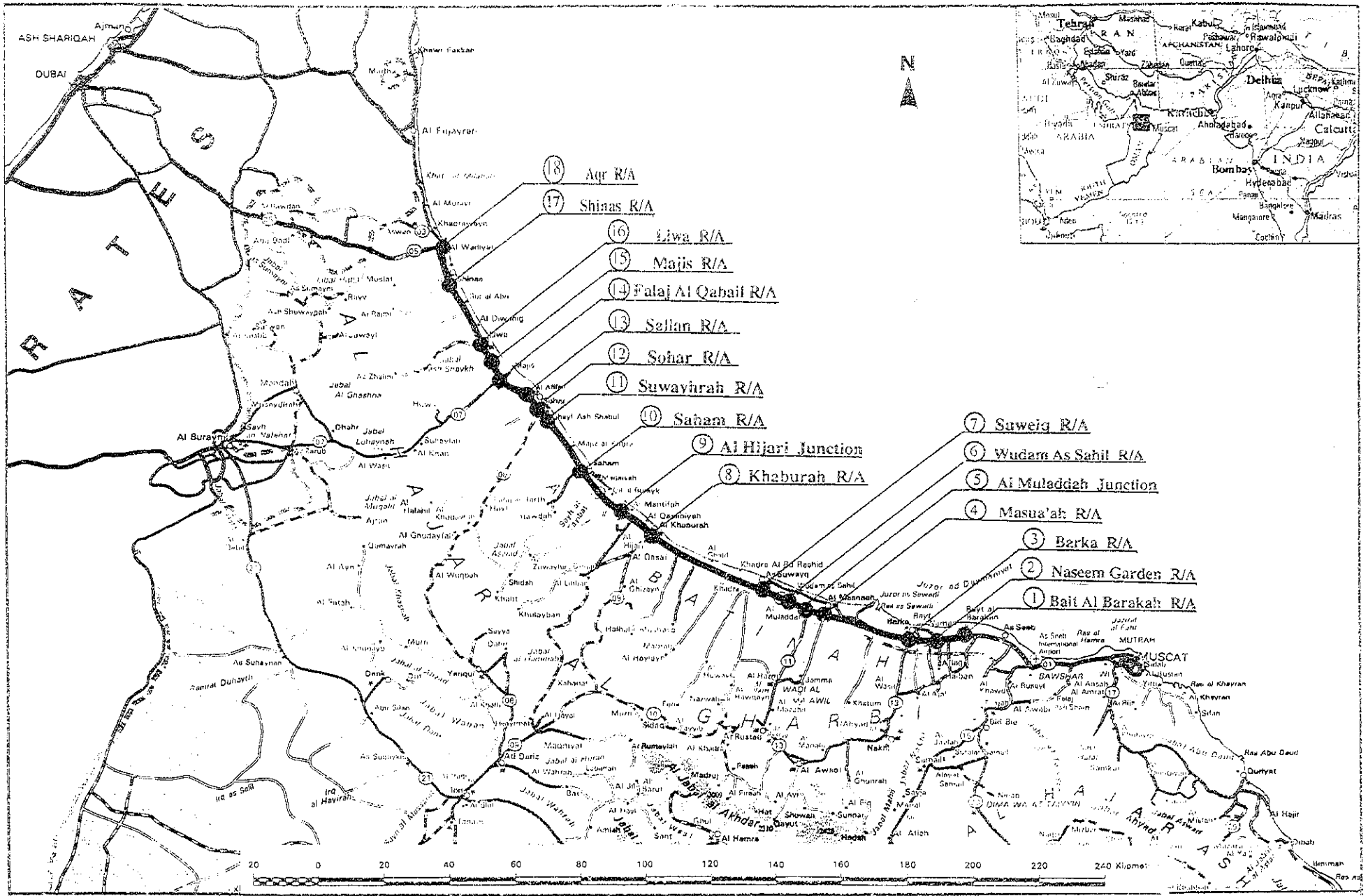
Entrance facility of pedestrian underpass:
Location identification, community amicable and attractive appearance design feature of the entrance facility would encourage peoples to use the pedestrian underpass.



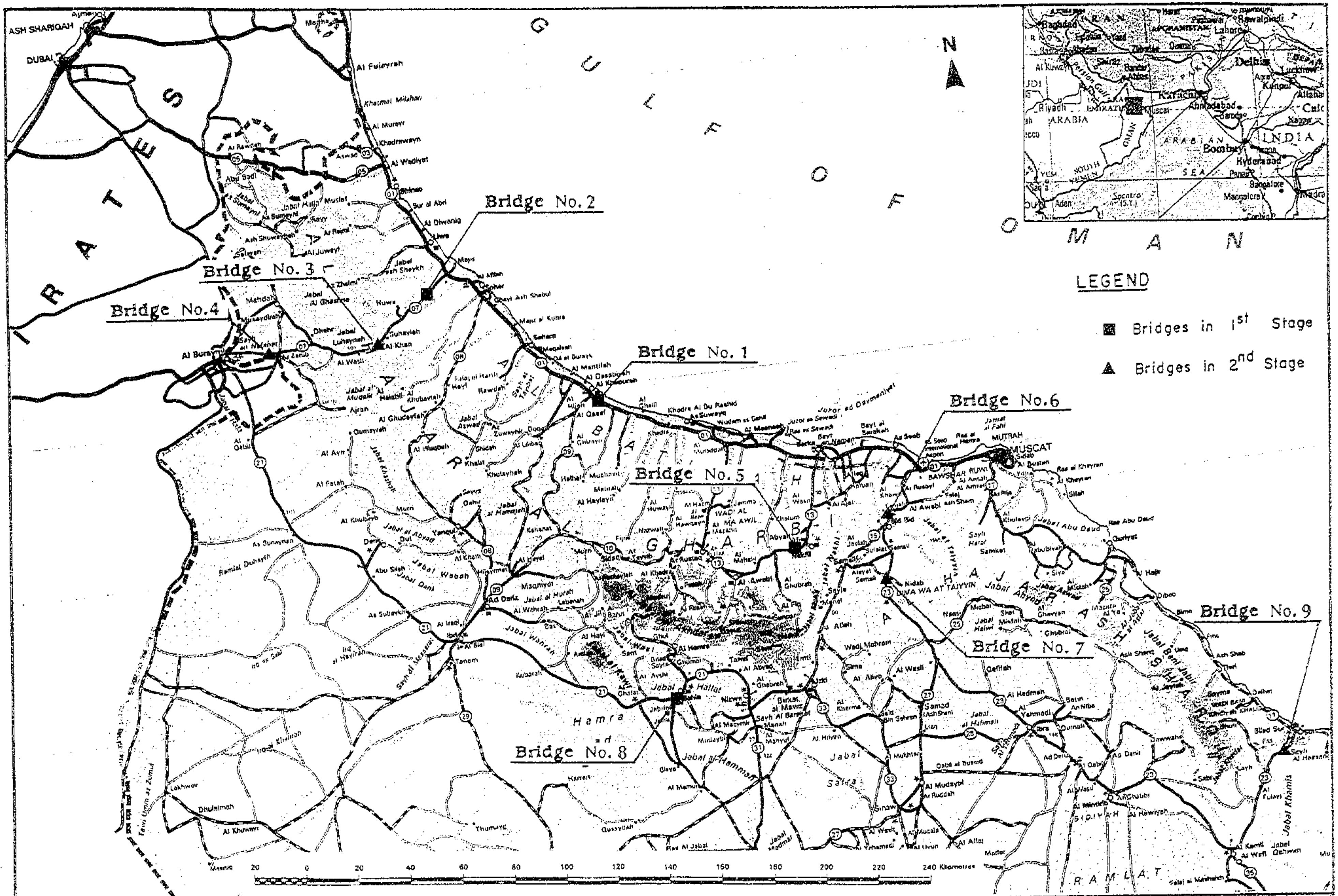

R/A-1:
Traditional Omani citadel arch gate is considered as a significant monument and distinctive silhouette of the monument should be preserved with high priorit
R/A 3:
Existing water fountain would be observed at openings between central piers of the flyover, and the water fountain appears in white and elegant silhouette with arch formed piers.
R/A 5:
A new landscape of this area would be organized by reflection of a type-A flyover and relocation of a pair of eagle become a new effective landscape focus.
R/A 2:
Type-A flyover would be a new symbol of the roundabout, an image of white flyover and white garden tower with flowering plants would represent Naseem Garden environment.
To MUSCAT
Bait Al Barakah
R/A-1
Bait Al Barakah
R/A-2
Naseem garden
Barka
R/A-3
Barka
Masna'ah
R/A-4
Masna'ah
Wudam Al Sahil
R/A-5
Al Muladdah
R/A-6
Wudam Al Sahil
Al Suweiq
R/A-7
Suweiq
GULF OF OMAN
Al Ghali
LEGEND
ROUNDABOUT / JUNCTION
COMMUNITY & TOWNSHIP
LANDMARK
LANDSCAPE FOCUS
FLYOVER PRIORITY
INDUSTRIAL ESTATE
R/A-7
Rock piled mound with animal sculptures on the flat garden is landscape character of the area, and this landscape concept shall be express part of representative Omani natural features.
Retaining wall:
Long expanded solid surface of the retaining wall would need familiar features, Introduction of the engrave of traditional patterns to the wall would present more harmony and continuity.
Entrance facility of pedestrian underpass:
Location identification, community amicable and attractive appearance design feature of the entrance facility would encourage peoples to use the pedestrian underpass.
Type-A
R/A-7
Type-D
R/A-6
Type-A
R/A-5
Type-B
R/A-4
Type-A
R/A-3
Type-A
R/A-2
Type-D
R/A-1
38.07km
10.33km
7.45km
7.474km
25.632km
15.75km
5.10km
Suweiq
Wudam Al Sahil
Al Muladdah
Masna'ah
Barka
Naseem garden
Bait Al Barakah
To: MUSCAT



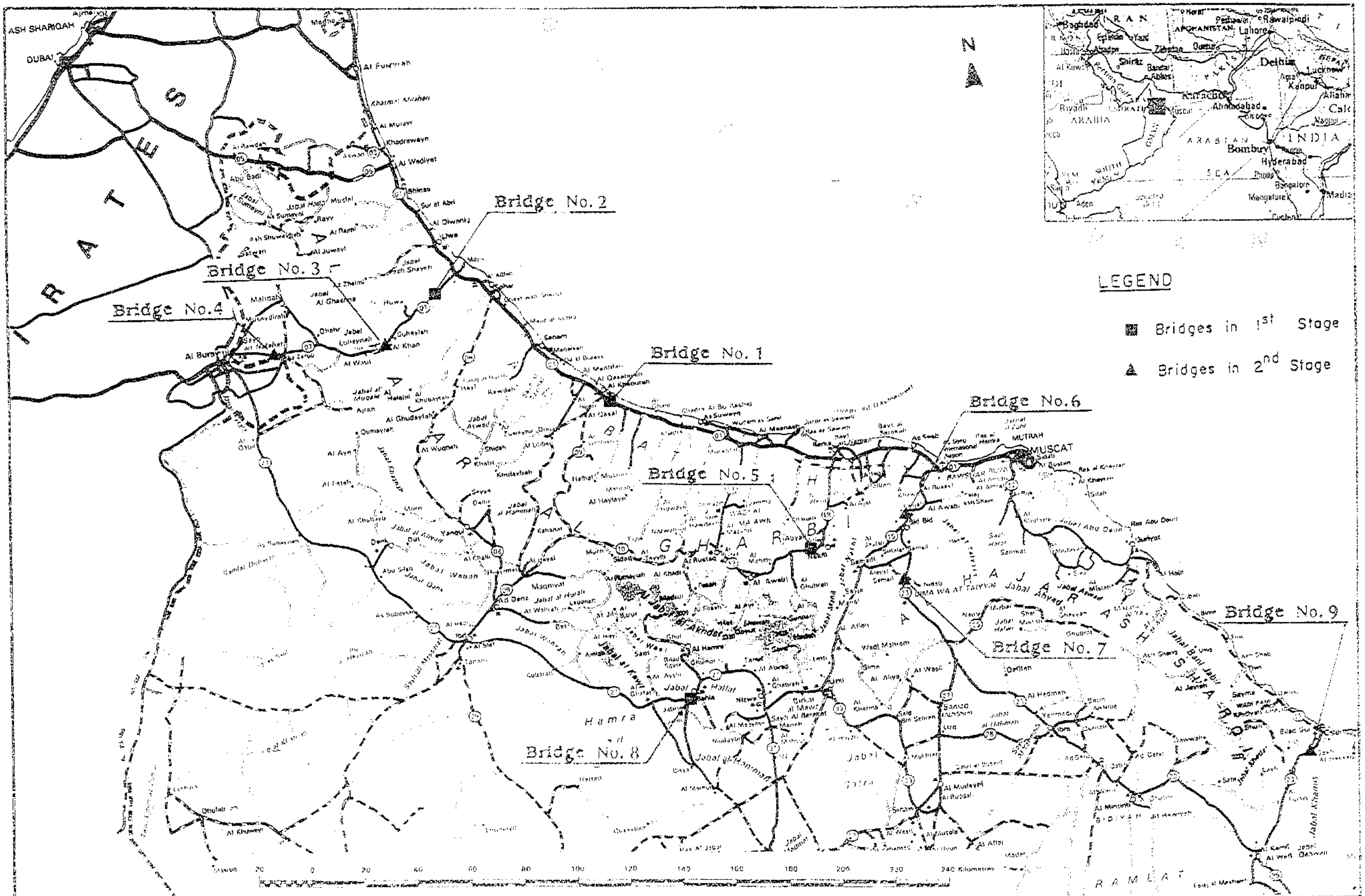
THE STUDY ON ROAD DEVELOPMENT PROJECT	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	位置図 立体交差および地下道建設に係るフィージビリティスタディー



THE STUDY ON ROAD DEVELOPMENT PROJECT	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	位置図 立体交差および地下道建設に係るフィージビリティスタディー



THE STUDY ON ROAD DEVELOPMENT PROJECT	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	位置図 橋梁維持管理計画の策定



THE STUDY ON ROAD DEVELOPMENT PROJECT	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	位置図 橋梁維持管理計画の策定

要　　約

要　　約

バティナハイウェイ国道１号線はオマーン国の首都マスカットを起点とし、オマーン湾に沿ってアラブ首長国連邦に近いKhatmatに至る全長274kmの高速道路である。首都マスカットと内陸部の農産地、および隣国のアラブ首長国連邦を結ぶバティナハイウェイは同国の最重要道路と位置づけられる。

バティナハイウェイには、ロータリー型平面交差（ラウンダバウトおよび一部ジャンクションを含む）が18ヶ所あり、ロータリーの中にはモニュメントなどが配置され、景観的にも考慮された設計がなされ、走行車、居住者の目を楽しませている。しかしながら、バティナハイウェイは最高速度120kmの高速道路であるにも拘らず、立体交差がほとんどないために、住民はこの高速道路の平面横断を余儀なくされており、時速100km／ｈ以上で走行する車両との接触事故がたえない。この高速道路によって分断されている集落の住民にとって高速道路の横断には大きな危険を伴なっており、円滑な自動車交通の確保および安全性の向上のためにハイウェイの立体交差化と地下歩道施設の設置はオマーン国の早急な課題である。

また、バティナハイウェイには橋梁の数は多くはないが、内陸部よりバティナハイウェイに連絡する幹線道路および第２次道路網には多くの橋梁が存在する。これらの橋梁の多くは1970年代以降に建設され、荷重条件の不明なものが多い。現在、オマーン国道路局にて管理されている橋梁は58橋（ＲＣ44橋、ＰＣ12橋、ＳＳ２橋）あり、経済の発展とともに交通量も増大し、また、重車両の増加に伴ない橋梁の劣化も予想以上に進んでいる。オマーン国の道路整備事業の一環として、橋梁の新設と同様に既設橋梁の維持管理は重要であり、道路局は、橋梁の健全度、調査により、耐荷力の把握および維持補修を含めた総合的な維持管理計画の策定を急いでいる。

オマーン国は、運輸交通インフラの道路整備計画が同国の経済発展の基本であるとし、上記の問題を解決するために、

－　バティナハイウェイのラウンダバウトの立体化および地下歩道建設に係るフィージビリティ調査

－　主要橋梁の維持管理計画の策定（モデルケースとして道路局は９橋を選択）

の調査を日本国政府に要請した。

日本国政府は、オマーン国政府の要請に応え、調査団を平成６年２月より派遣しオマーン国にて調査を行い、下記のような成果を得た。オマーン国政府がこの調査結果を1996年より実施される第５次５ヶ年計画に組み入れるべく検討する。

(1) ラウンダバウトおよび地下歩道建設に係るフィージビリティ調査

1) 将来交通量および社会経済フレーム

現在交通量はマスカットに近い区間で最も多く、20,000台／日とマスカットの首都としての吸引力の高さを示している。社会、経済フレームワークに関する分析によると2010年のバティナ地区の人口は808,000人となり、自動車の登録台数は現在の約3.6倍の975,000台となると予想されている。自動車総交通需要量は、現在の69,700台から2010年には210,000台まで約３倍に伸びると予想される。この総需要量をバティナハイウェイに配分した場合、交差道路からの交通量が多い場所では交通容量を超過しており、交通需要を効率的に処理することはできない。よって、スムーズな交通流を将来的にも確保するためには、早急に幹線道路の立体化を行い、加えて、歩行者の安全確保も行う必要がある。

2) 設計概要

本線およびランプの設計にあたり、下記の設計基準を選定、適応した。

本線設計速度	：	120km／hr
ランプ設計速度	：	80km／hr
橋梁計画	：	設計荷重　AASHTO HS－20の２倍、60ｔトラック載荷
上部工形式	：	プレストレストコンクリート単純箱桁橋
標準スパン	：	20m～30m
下部工形式	：	橋　台　鉄筋コンクリート逆Ｔ形式
		橋　脚　同上、または門型ラーメン形式
基礎工	：	鉄筋コンクリート杭　□ 500×500

3) 横断地下道の整備

横断地下道利用者は、バティナハイウェイ沿いの限定された範囲の利用者となることから、集落地面積、学校、公共施設、モスクなどの人の往来に関係する施設の抽出を行ない40ヶ所の候補地点から12ヶ所の優先着工整備箇所を選定した。

構造寸法としてはオマーン国ですでに設置されている構造に準じて内空断面３ｍ×３ｍとした。

4) 環境影響評価および景観設計

環境影響としては、工事中に多少の影響は出るものの基本的には施設建設に伴なう影響はない。景観的には、既設道路上にもさまざまなモニュメントなどが配置されており、立体交差の建設により何らかの視覚的障害が生じることより、景観的な観点から各ラウンダバウトに対して最適な形式案を選定し、上部工、下部工、擁壁それぞれに対して景観面を考慮した設計を行った。

5) 事 業 費

1994年の事業費をもとに、ラウンダバウト８ヶ所、地下道12ヶ所の各事業費を算出した。概算事業費は、ラウンダバウト１ヶ所当たり約10～12億円、地下歩道１ヶ所あたり約３千万円となった。

6) 経済評価

経済分析は、立体交差化による交通流の変化から生じる効果について、キャッシュフロー法に従い、経済内部収益率、純現在経済価値、費用便益比を算定した。経済内部収益率（ＥＩＲＲ）＝12.9、純現在経済価値（ＮＰＶ）＝2,146（1,000R.O.）、費用便益比（Ｂ／Ｃ）＝1.09となり、本プロジェクトが経済的観点からみてフィージブルであることを示している。

Economic Cost*	Benefit*	ＥＩＲＲ（%）	Ｂ／Ｃ	ＮＰＶ*
23,848	25,994	12.9	1.09	2,146

* in thousands R.O.

横断地下道に関しては建設費と交通機能の分析ではフィージブルとはならないが、歩行者の安全性を考慮すればこの計画を実行することはバティナハイウェイ沿線の住民にとっては有意義なプロジェクトといえよう。

Economic Cost*	Benefit*	ＥＩＲＲ（%）	Ｂ／Ｃ	ＮＰＶ*
1,055	915	10.4	0.87	−140

* in thousands R.O.

7) 結論と提言

ラウンダバウトの立体化は、交通機能の改善および交通事故の軽減が図られ、また、地下歩道の建設は住民相互の連結を強化するとともに、道路横断が容易になり、交通事故も少なくなるなどバティナハイウェイ沿いの住民にとって地域社会、経済の発展にとって極めて重要である。ラウンダバウトの立体化は、国民経済的観点からもフィージブルであることから、混雑の予想されるラウンダバウトから順に実施されるよう提言する。横断地下道に関しては経済的見地からはフィージブルとはいえないが、交通安全面を考慮すれば計画を実施することが望ましいといえる。本プロジェクト実施に伴なう間接効果として、都市間の連結が強化され、経済圏の発展に寄与するとともに隣接国との連結強化も図られる。また、地域内ではバティナハイウェイを挟んだ両地域の新たな社会、経済関係が形成され、今までの集落地と一体となり、広域的な発展も可能となる。

なお、実施設計にあたってはオマーン国の実状、設備施工能力等を十分考慮のうえ、経済性、景観的にも考慮された設計が必要である。また、バティナハイウェイがアラビア半島全体としても重要な道路として位置付けられることからアイリッシュクロッシングの橋梁化、カルバート化、もしくは監視システム化などの考慮も必要である。

(2) 橋梁維持管理計画の策定

橋梁維持管理計画案を策定するにあたり、既存の橋梁の健全度を調査するために点検調査と載荷試験の２つの調査を行った。それぞれの調査結果について下記に示す。

1) 点検調査（橋梁現況調査）

調査対象橋梁の健全度を判定するために、橋梁現況調査、施工状況調査、ひびわれ調査、コンクリート品質調査、鉄筋調査、それぞれを上部工、下部工、基礎工について調査した。調査の結果は各橋梁ともダメージリストにまとめられた。

2) 載荷試験

調査対象橋梁すべてに載荷試験を実施した。調査対象橋梁の最も劣化の進んだスパンを選定後、テスト車両を載荷し対象スパンのひずみ（応力）、たわ

み、クラック、温度等が計測され試験結果はそれぞれリストにまとめられ、健全度判定のための指標とした。

3) 総合判定（結論）

上記の試験結果から橋梁の健全度が判定された。ＲＣ橋に関してはほとんどの主桁、床版に構造的クラックが発生しており、ＰＣ橋においては構造形式の欠陥による劣化の問題がそれぞれあった。特に、健全度の低い橋梁としては、２橋あげられ早急な対策が必要であったが、オマーン国道路局によって最も劣化の進んだ橋梁に対して、1994年、維持管理整備計画の一環として必要な補修が実施された。他の橋梁に関しても、早急に対策の必要な橋梁は現時点ではないが、順次調査団の策定した維持管理計画に従い整備されることが望ましい。

4) 提　　言

既設橋梁および今後建設される橋梁に関して、維持管理対策という観点から下記のように提言する。

- 橋梁通過車両の車軸重量の制限（規制標識）
- 橋面上の円滑化（舗装補修）
- クラックの補修（モルタル注入）
- 構造上欠陥の補強、補修（スラブ打ち換え、横桁設置）
- 維持管理システムの確立
- 竣工記録、点検記録のファイル化
- 設計図書、竣工図書の保管

目　　次

序　　文
バティナハイウェイ景観図
位 置 図
要　　約

ページ

1．序　　論 …… 1
　1．1　調査の背景 …… 1
　1．2　調査の目的 …… 2
　1．3　調査の対象地域 …… 2

PART A

2．立体交差および地下歩道建設に係るフィージビリティ調査 …… 3
　2．1　調査地域の現況 …… 3
　2．2　将来開発フレームと交通容量 …… 7
　2．3　ラウンダバウトの立体交差整備 …… 10
　　2.3.1　設計概要 …… 10
　　2.3.2　立体交差の基本形式 …… 14
　　2.3.3　各ラウンダバウトの立体交差形式の提案 …… 14
　　2.3.4　立体交差優先整備箇所の選定 …… 16
　　2.3.5　優先立体交差の概略設計図 …… 19
　2．4　横断地下歩道 …… 19
　　2.4.1　横断地下歩道の構造形式 …… 19
　　2.4.2　設計概要 …… 20
　　2.4.3　横断地下道の候補地 …… 20
　　2.4.4　横断地下歩道の優先整備箇所の選定 …… 20
　　2.4.5　横断地下道の設計概要 …… 20
　2．5　環境影響 …… 23
　2．6　景　　観 …… 23
　2．7　交通安全 …… 24
　2．8　事 業 費 …… 28
　2．9　実施計画 …… 29
　2．10　経済評価 …… 30
　2．11　結論と提言 …… 30

PART B

ページ

3．橋梁維持管理計画の策定
3．1　道路橋の現状 …… 32
3．2　橋梁の点検調査と載荷試験の方法 …… 32
3.2.1　点検調査 …… 34
3.2.2　載荷試験 …… 36
3．3　点検調査と載荷試験の結果 …… 42
3.3.1　点検調査の結果 …… 42
3.3.2　載荷試験の結果 …… 42
3．4　現橋の評価 …… 42
3.4.1　対象橋梁の評価方法 …… 42
3.4.2　現橋の健全度評価結果 …… 50
3．5　現橋の総合評価 …… 54
3．6　現橋の維持管理計画 …… 62
3.6.1　調査橋梁の補修案 …… 62
3.6.2　維持管理計画 …… 62
3．7　結論と提言 …… 63
3.7.1　結　　論 …… 63
3.7.2　提　　言 …… 64

1．序　　論

1．序　　論

このレポートは1994年１月から1995年１月までの期間に実施された「オマーン国道路施設整備計画調査」の結果をとりまとめたものである。

1．1　調査の背景

バティナハイウェイ（国道１号線）は、首都マスカットを起点とし、オマーン湾に沿ってアラブ首長国連邦に近いKhatmatに至る全長274kmの高速道路で、オマーン国の最重要路線である。

バティナハイウェイには18ヶ所のラウンダバウトやジャンクションがあるが、高速道路であるにもかかわらず、立体交差がほとんどなく、人はこの高速道路を平面横断し、車両との接触事故が多発している。この高速道路によって分断されている集落の住民にとって、この高速道路横断には大きな危険が伴なっている。

バティナハイウェイには橋梁は多くないが、内陸部より同ハイウェイに連絡する道路には多くの橋梁が存在する。これらの橋梁の多くは、交通量の増大、重車両の増大とともに劣化が進んでいる。

以上、バティナハイウェイおよびその周辺道路には、

－　道路横断の危険
－　橋梁の劣化

と大きな２つの問題点がある。

オマーン国は、1996年より実施される第５次５ヶ年開発計画において、運輸通信省道路局は、その問題点を解決するためにバティナハイウェイのラウンダバウトおよびジャンクション18ヶ所のうち優先順位の高い約８ヶ所程度を立体化し、また、集落が分断されている約40ヶ所のうち優先順位の高い12ヶ所に地下歩道を設置し、人と車の交差を分離する方針である。

一方、今後の交通量の増大および重車両の増加により、内陸部の橋梁の劣化が進むことが予想される。第２の問題の解決のために道路局は、橋梁の点検、調査により、耐荷力の把握および維持補修を含めた総合的な維持管理計画の策定を急いでおり、第５次５ヶ年開発計画にモデルケースとして９橋を組み入れようとしている。

オマーン国は、運輸交通インフラの道路整備計画が同国の経済発展の基本であるとしている。

このような状況に鑑み、バティナハイウェイの立体交差化と横断地下歩道に係るフィージビリティ調査および主要橋梁の維持管理計画の策定は1996年より始まる第５次５ヶ年計画に組み入れるべく早急な調査の必要が生じた。

この問題点を解決するために、日本国政府に次のような調査を要請した。

－ バティナハイウェイのロータリー型交差点を立体交差化、および地下歩道による人と車の立体交差化に係るフィージビリティー調査

－ 主要橋梁の維持管理計画の策定

１．２　調査の目的

前述の背景を受け、オマーン国政府の要請に基づき、本調査は次の目的で行なうものである。

(1) オマーン国の円滑な自動車交通の確保および安全性の向上のために、同国北部沿岸に位置するバティナハイウェイの立体交差（18ヶ所）、地下歩道施設（40ヶ所）の建設に係るフィージビリティ調査を行う。

(2) 既設主要橋９橋についての点検調査、耐荷力調査を行う。

(3) 上記(2)における橋梁に対して、維持管理計画を策定する。

１．３　調査の対象地域

調査の対象地域は下記のとおりである。

(1) 道路施設（立体交差、地下歩道）のフィージビリティ調査

オマーン国北部沿岸に位置するバティナハイウェイ（Seeb～Agr間、約250km）における交差点18ヶ所および地下歩道建設対象箇所40ヶ所。

(2) 橋梁維持管理計画は、オマーン国側であらかじめモデルケースとして選定された代表的な９橋

2．立体交差および地下歩道建設に係る
フィージビリティ調査

PART A

2．立体交差および地下歩道建設に係るフィージビリティー調査

2．1　調査地域現況

現地踏査により確認された現地の状況を表－1に示す。

(1) ラウンダバウトの周辺の特徴

バティナハイウェイ沿線の16のラウンダバウトはバティナハイウェイ方向に楕円形に設計されている。このような形の設計思想はバティナハイウェイ方向の車両がラウンダバウトを通過する際、適切なスピードでそしてよりスムーズに通過できるように考慮されたものである。

交差道路からの交通流入が発生した場合、アプローチからのラウンダバウトへの流入の困難さにより、アプローチの渋滞の原因となる。

(2) ハイウェイおよびラウンダバウトの現況

Bait Al Barakah R/AからAl Khaburah R/A間のバティナハイウェイにおいてはわだち掘れやひび割れが見られた。Al Khaburah以後のバティナ ハイウェイにおいては比較的良い状況に保たれており、ラウンダバウトについてもメインテナンスも行き届き良い状況に保たれている。

(3) 中央分離帯導入路

近接する村落と連絡するための導入路がバティナハイウェイ沿いに多く設置されている。導入路には、進入車線や、導入島が設置されているが、高速で走行する車両にとって、進路変更する低速車両は交通事故の一因となりうる。

(4) サービス道路

海岸沿いの旧道はハイウェイに面している村や施設へのサービス道路となっており、いくつかのラウンダバウトやジャンクションにおいてはこれらのサービス道路の交通量は飽和状態になっている。また、ハイウェイに沿ったプロットやビルディングもしくはサービス道路に接続するためのアクセス道路も多く存在しており、これらのサービス道路からのハイウェイへの進入は交通渋滞と相まって交通事故の原因ともなっている。

(5) アイリッシュ クロッシング

ハイウェイには多くのアイリッシュ クロッシングがあり、それらはハイウェイ両側に立てられた紅白の水位棒により、位置が確認できる。道路上を土石がワジから直接ハイウェイ横断方向に流れ込むために縁石等に洗掘の後が見られる。

(6) 地方自治体による景観的配慮

バティナハイウェイ沿いの地方自治体はラウンダバウトやジャンクションに対し、様々な景観的配慮を行っている。
Bait Al Barakah、Sohar、Sallan、Suwayhrah、Wudam As Sahilの５ヶ所のラウンダバウトには印象的なモニュメントが配置され、他の９つのラウンダバウトにも植物の植栽やロックガーデン、噴水や動物のモニュメント等が配置されている。

(7) ラウンダバウト、ジャンクション周辺の新規開発

ラウンダバウト、ジャンクション周辺における施設の改善によって明らかに新たな交通の発生、集中が起こっている。Masnáah R/A、Al Muladdah Junction、SahamそしてKhaburah R/Aにおいて２、３階建てのビルディングの建設中の所にもこのような現象が起こっている。

Majis、Naseem Garden、Bait Al Barakahの新しいラウンダバウト以外のところにおいてはガソリンスタンド、車両工場やレストラン、商店などが集中している。特に集中しているのは、Barka、Khaburah、Saham、Sohar、Falaj Al Qabail、Shiras、AqrのそれぞれラウンダバウトとAl Muladdah、Al Bidayah、Al Tarifのジャンクションである。

(8) 横断歩行者

ハイウェイを横断する歩行者は、ハイウェイ沿いにある公共施設、商店のある所に歩行者は集中する。

Al Bidayah　ジャンクションにおいて実際のハイウェイ横断者数をサンプル測定した。

(9) 公共施設

学校、モスク、クリニック、マーケット等の公共施設がラウンダバウトやジャンクションに集中しているところはハイウェイ横断者が大きく発生するところである。学童はバスから降りた後にハイウェイを横断しなければならないところもあり、買物客や礼拝者達も道路を横断して商店やモスクに行かなければならない。

(10) ハイウェイ沿いの露店

バティナハイウェイ沿いの農場から出荷される野菜等を売る行商人の露店が数多くハイウェイに沿って出店している。これらの露店や買い物客の車のハイウェイへの駐車は交通障害の原因となっている。

表－1　現地踏査概要および結果

No.	ラウンダバウトおよびジャンクション	ラウンダバウト内構造物	周辺土地利用状況	国　道	都市および開発地域への接続	公共施設	横断者数	ハイウェイへの接続道路	線　形	摘　要
1.	Bait Al Barakah R/A	宗教的構造物	王宮、軍事学校		王宮、軍事学校への私益		無　し	舗装道路	良　好	ラウンダバウトの景観保護
2.	Naseem Garden R/A	－	農地、公園		公園への接続道路	公　園	無　し		良　好	ラウンダバウト新規開発地区
3.	Barka R/A	噴水、植栽	商業地、農地	Route No.13	BarkaおよびRustaqへの接続道路		有　り	舗装および未舗装道路	良　好	東からRustaqへの主要交差点
4.	Masna'ah R/A	庭園（ロックガーデン）	農地、新興商業地		海岸地域への新規道路		多　い	未舗装道路	良　好	西からRustaqへの主要交差点
5.	Al Muladdah Junction	（T型交差点）	商業地、住宅地、バスターミナル	Route No.11	Rustaqへの接続道路		有　り	舗装道路	良　好	モニュメントの保護
6.	Wudam As Sahil R/A	歴史的構造物	新興住宅、商業地		沿岸地域への接岸道路	モスク、とりで	有　り	未舗装道路	良　好	
7.	Suweiq R/A	植　栽	公共施設、住宅地		公共施設および沿岸地域への新規道路	警　察	少　い	未舗装道路	良　好	
8.	Khaburah R/A	芝　生	新興住宅、商業地	Route No.9	Rustaqおよび沿岸地域への接続道路	モスク、病院	有　り	舗装および未舗装道路	良　好	
9.	Al Hijart Junction	（T型交差点）	新興住宅、商業、農地		Hijariおよび沿岸地域への接続道路		多　い	未舗装道路	良　好	
10.	Saham R/A	（植　栽）	新興住宅、商業地		Rawdahおよび沿岸地域への接続道路	モスク、病院	有　り	未舗装道路	良　好	
11.	Suwayhrah R/A	文化的構造物	住宅、農地		Soharへの接続道路	モスク	少　い	未舗装道路	良　好	モニュメントの保護
12.	Sohar R/A	文化的構造物	新興商業、農地	Route No.8	SoharおよびWadi Hibiへの幹線道路		有　り	舗装および未舗装道路	カーブ	モニュメントの保護
13.	Sallan R/A	宗教的構造物	住宅地、農地		Soharへの接続道路		少　い	舗装および未舗装道路	カーブ	モニュメントの保護
14.	Falaj Al Qabail R/A	庭園（ロックガーデン）	新興商業、住宅地	Route No.7	Buraimiおよび沿岸地域への接続道路	モスク	有　り	未舗装道路	カーブ	Buraimi、U.A.Fへの主要交差点
15.	Majis R/A		農地、新興工業団地		新興工業団地への接続道路		無　し	未舗装道路	良　好	工業地域への接続道路
16.	Liwa R/A	植　栽	商業、農地		沿岸地域への接続道路		有　り	未舗装道路	良　好	
17.	Shinas R/A	植栽、庭園（ロックガーデン）	新興商業、住宅地				有　り	未舗装道路	カーブ	
18.	Aqr R/A	植　栽	新興商業、住宅地	Route No.5	AqrおよびU.A.Eへの接続道路	モスク	有　り	舗装および未舗装道路	良　好	U.A.Eへの主要接続道路

2．2　将来開発フレームと交通容量

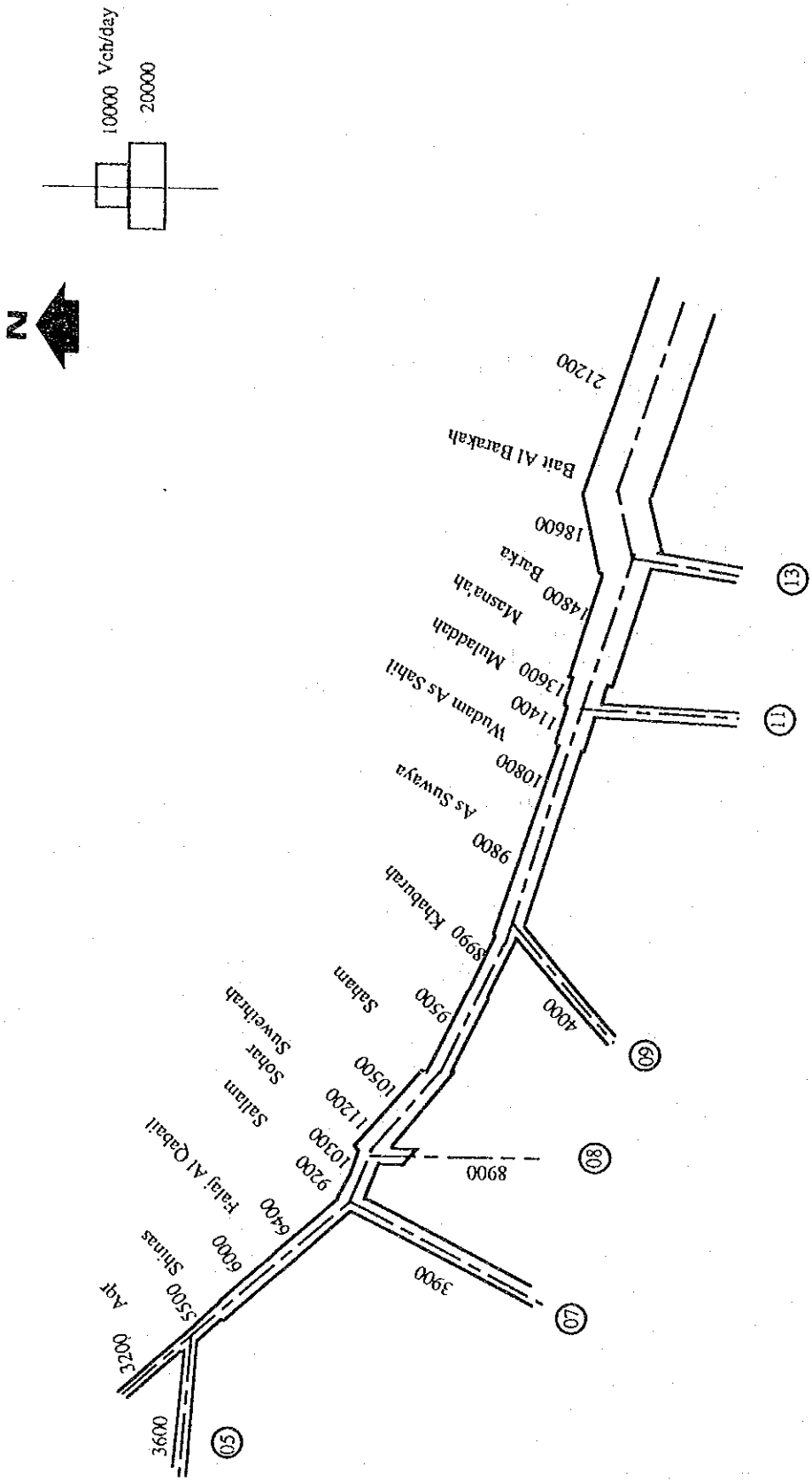
現在のバティナハイウェイの交通量はマスカットから遠ざかるに従い減少している。例として、Bait Al Barakah ラウンダバウトでは日交通量20,000台に達するが、Aqrラウンダバウトでは日交通量5,000台となっている。この現象はマスカットの強い吸引力を示している。

社会、経済フレームの解析結果によると、バティナ地区での人口は2010年において808,000人に達し、1993年の約1.5倍となる。また、自動車の登録台数は年間7.9%で伸びており、将来ともこの傾向が続くとすると、2010年の自動車登録台数は1993年の約3.6倍の975,000台となると予想される。

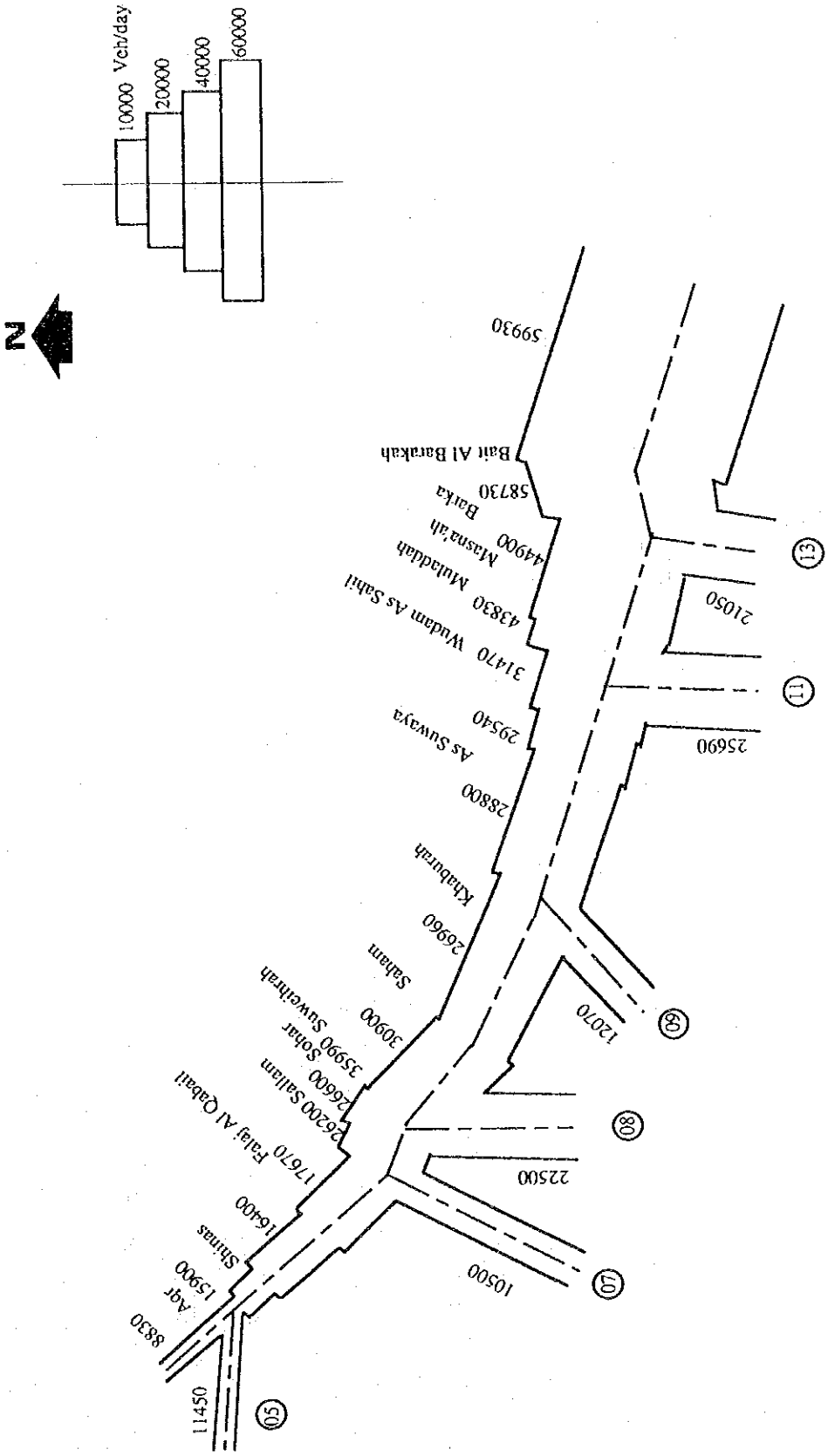
バティナハイウェイの交通量は現在、年間4.66%で伸びている。しかし、車両登録台数がこれを上回る比率で伸びており、将来は人々のモビリティーも増加することが予想されることからバティナハイウェイの自動車総合交通需要量は交通量の伸び率4.66%と車両登録台数の伸び率7.9%の平均伸び率である6.28%で伸びるものと仮定した。すなわち、総合交通需要量は、1994年の69,700台から2010年の210,000台まで約３倍に伸びるものと仮定した。

この将来需要量をバティナハイウェイに配分した結果、Bait Al Barakahでは59,000台／日となったが、現況と同様にマスカットからの距離が増大するに従い、交通量は減少するのでAqrにおいては16,000台／日となる。この将来交通量はいくつかのラウンダバウト、特に交差道路からの交通量が多いところでは交通容量を超過しており、効率的に処理することはできない。

現在交通量と将来予測交通量を「図－１　現在交通量図」と「図－２　将来予測交通量図」に示す。



図－1　　バティナハイウェイの現在交通量（1994年）



図－2　バティナハイウェイの将来交通量（2010年）

2．3　ラウンダバウトの立体交差整備

2.3.1　設計概要

(1) 立体交差化基本概念

1)　可能な限り現況道路用地内に計画する
2)　景観面の重視

(2) 線形および設計速度

バティナハイウェイ本線の設計速度は120km／hrを採用した。ランプの設計速度は本線と一般道路との接続道路であることを考慮し、設計速度は80km／hrを採用した。

ハイウェイの設計基準を表－２に示す。

表－２　　道路設計基準

Item	Unit	Batinah Highway	Rampway
Terrain		Flat	Flat
Design Speed	km／hr	120	80
Stopping Sight Distance	m	200	115
Lane Width	m	3.75	3.50
Number of Lanes	Lanes	4	1 or 2
Median Width	m	12.4	–
Inner Shoulder	m	1.20	0.75
Outer Shoulder	m	2.00	2.00
Minimum Radius	m	585	230
Minimum Radius not Requiring Transition Curve	m	1,000	1,000
Maximum Gradient	%	3(5)	5(7)
Minimum Vertical Curve Length	m	VolumeⅡ、Fig6.3	VolumeⅡ、Fig6.3
Superelevation	%	8	8
Vertical Clearance	m	5.0	5.0

Note : (　) shows absolute minimum values.

(3) 標準横断

車線数は将来交通需要予測に基づき、バティナハイウェイ本線の車線数は現在と同様の４車線とする。ランプの車線数はラウンダバウトNo.３Barkaのうちマスカット側と国道13号線相互を連絡するランプを２車線とし、その他は１車線ランプとする。

標準横断図を図－３に示す。

(4) 橋梁計画

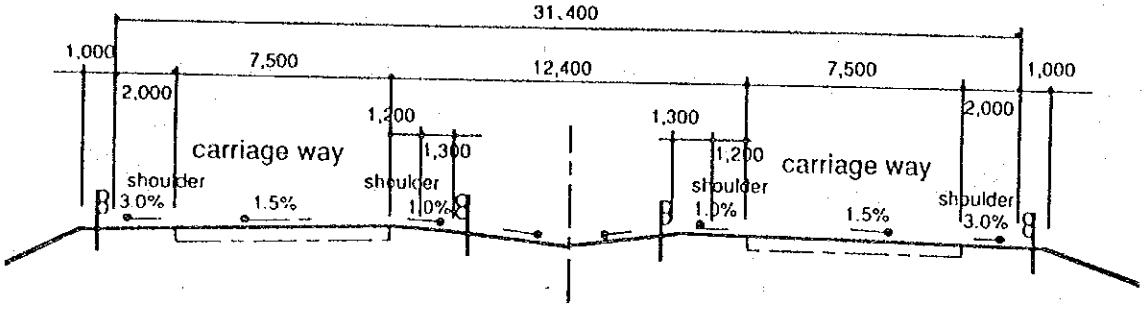
オマーン国で策定されている設計基準を適用し、同国の施工事情を考慮して橋梁計画を行う。下記に主な項目を示す。

- 設計活荷重　：AASHTO HS－20の２倍、または60ｔトラック荷重
- 上部工形式　：プレストレストコンクリート単純箱桁橋
- 標準スパン長：20～30m
- 下部工形式　：橋台、鉄筋コンクリート逆Ｔ形式
　　：橋脚、鉄筋コンクリート逆Ｔ形式または門型ラーメン形式
- 基 礎 工　：鉄筋コンクリート杭□500×500

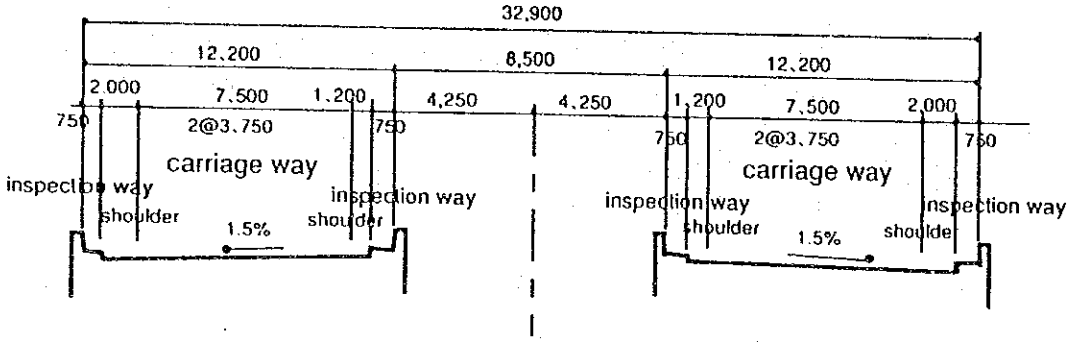
橋梁比較案を図－４に示す。

(5) ラウンダバウトの形状変更

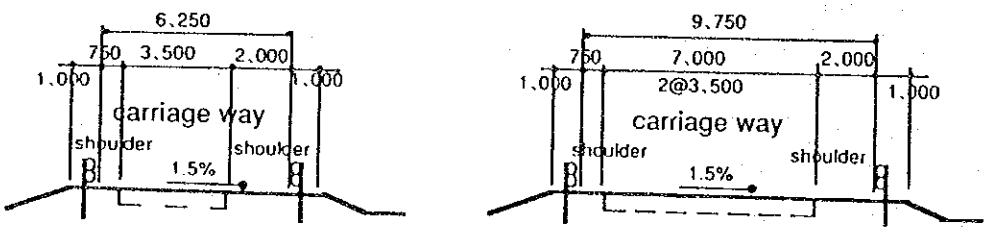
現在のラウンダバウトの形状はバティナハイウェイの走行を優先した楕円形となっているが、バティナハイウェイの本体を立体交差することからラウンダバウトの形状は円形とした。



HIGHWAY SECTION



BRIDGE SECTION

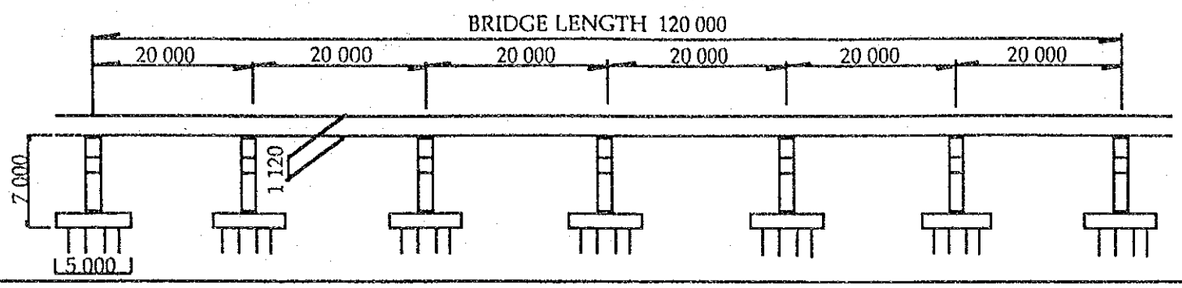
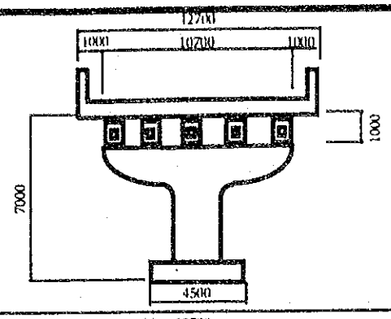
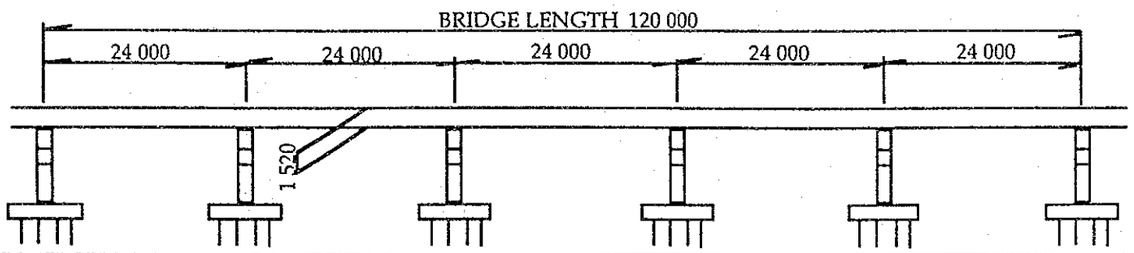
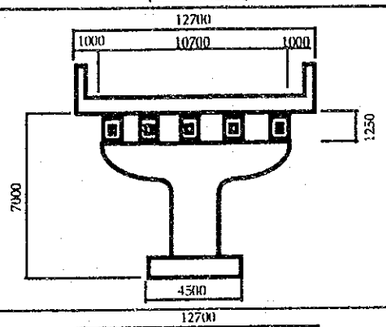
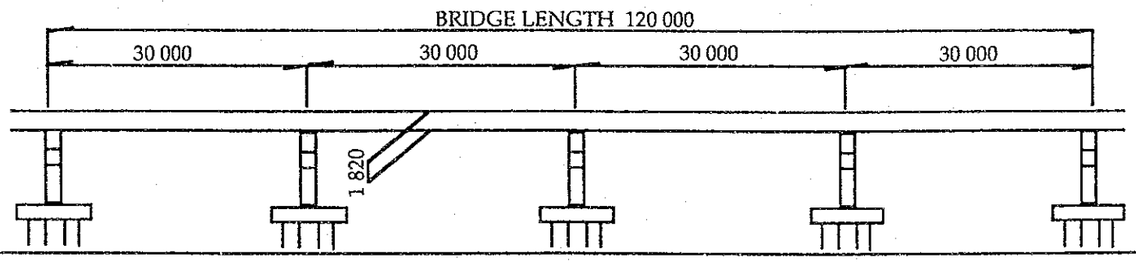
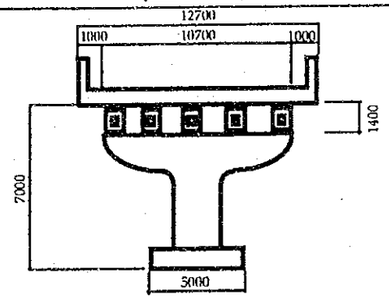
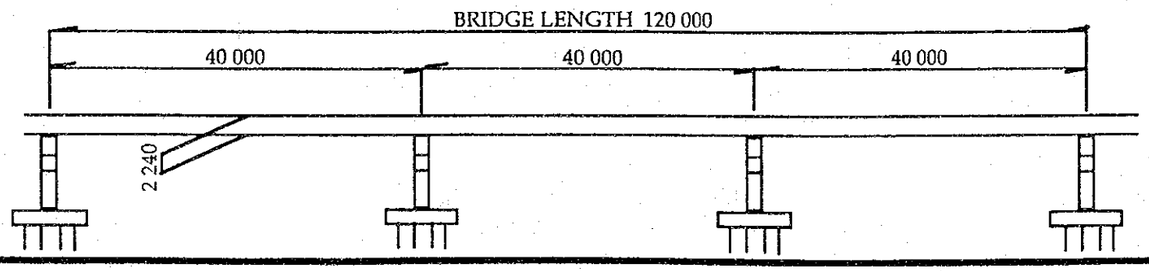
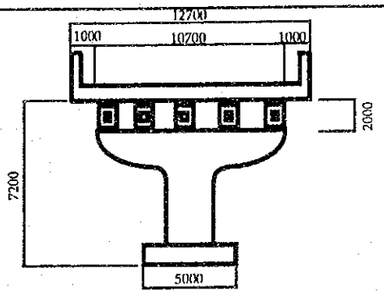


ONE LANE

TWO LANES

RAMP WAY SECTION

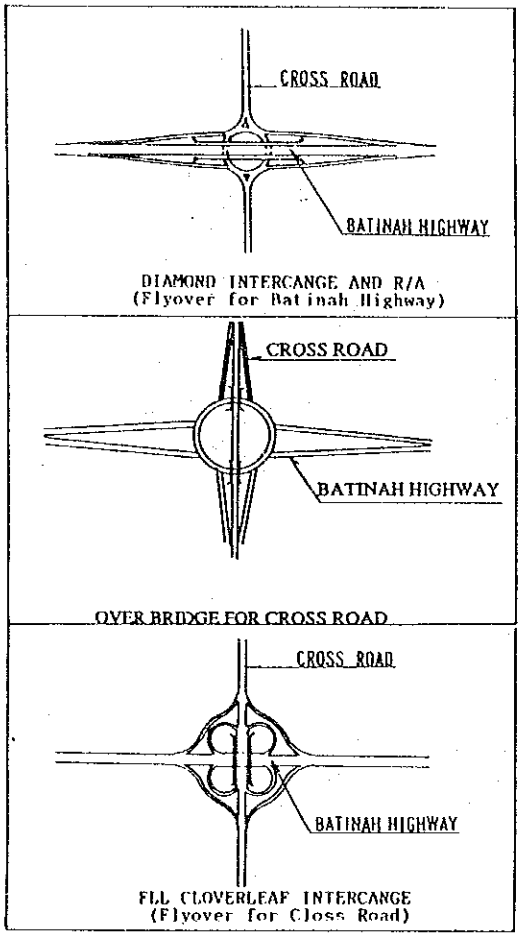
図－3　標準横断図

	PROFILE	SECTION	RANKING (COST RATIO)
CASE-I SPAN 20.0M			1 (1.00)
CASE-II SPAN 24.0M			2 (1.05)
CASE-III SPAN 30.0M			3 (1.15)
CASE-IV SPAN 40.0M			4 (1.40)

THE STUDY ON THE ROAD DEVELOPMENT PROJECT	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	図－4　　橋梁比較案

2.3.2 立体交差の基本形式

下記の３形式が検討された。



i) バティナハイウェイ本線を立体化もしくは地下道化する。

ii) 交差道路の立体化。

iii) インターチェンジ形式への変更：クローバーリーフ、ダイアモンド等

上記の形式の中からタイプi)が下記のような理由から最も適していると選定された。

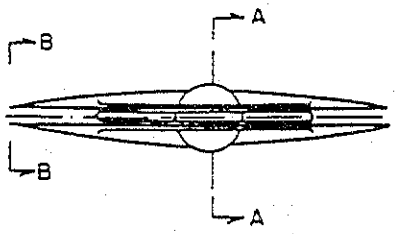
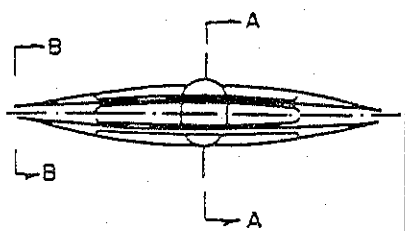
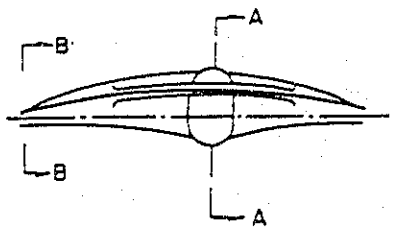
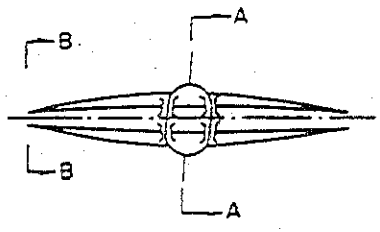
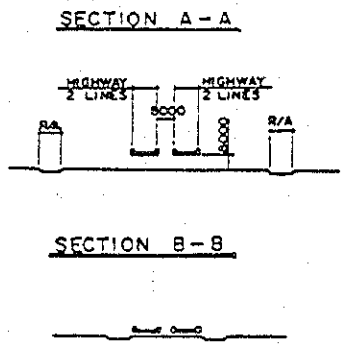
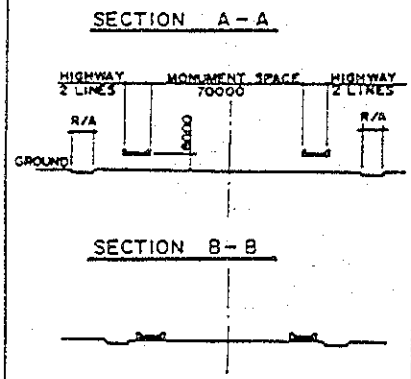
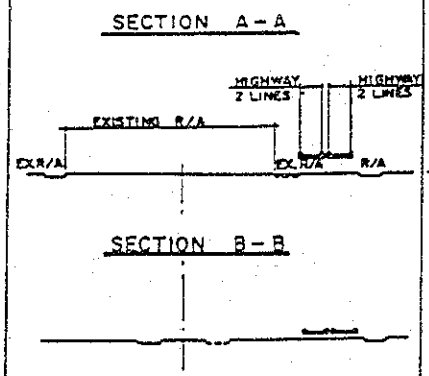
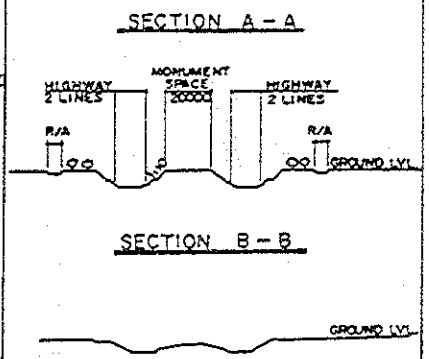
主交通を効率的に通過させるのに最も適した形式である。

上記i)の形式は次頁の「表－２、立体交差基本形式の比較」に示すように周辺状況やモニュメントの位置等から４つの形式に分けることができる。

2.3.3 各ラウンダバウトの立体交差形式の提案

バティナハイウェイのそれぞれのラウンダバウトの形式は、道路の線形、モニュメントの状況、周辺の土地利用および景観面を踏まえ、表－３のように提案された。

表－2　立体交差基本形式の比較

	TYPE A	TYPE B	TYPE C	TYPE D
SKETCH				
TYPICAL CROSS SECTION				
DESCRIPTION OF TYPE	Directly Connecting Through Roadway. Passing Center of R/A.	Flyover be Shifted to Both Side of Edge of Existing R/A.	Flyover be Shifted to One Side of Edge of R/A.	Alignment be Same as Type B but Through Roadway be Depressed.
RELATIONSHIP TO MONUMENT	Monument not be Preserved.	Almost All of Monument be Preserved.	Flyover be Shifted to Preserve Monument.	Same as Type B

表－3　各ラウンダバウトの推奨立体交差案

Intersection	Name	Recommended Type
R/A－1	Bait Al Barakah	D
R/A－2	Naseem Garden	A
R/A－3	Barka	A
R/A－4	Masna´ah	B
R/A－5	Al Muladdah Junction	A
R/A－6	Wadam As Sahil	D
R/A－7	Suweiq	A
R/A－8	Khaburah	A
R/A－9	Al Hijari Junction	A
R/A－10	Saham	A
R/A－11	Suwayhrah	C
R/A－12	Sohar	B (D)
R/A－13	Sallan	C
R/A－14	Falaj Al Qabail	B
R/A－15	Majis	A
R/A－16	Liwas	C
R/A－17	Shinas	B
R/A－18	Aqr	Special

Note : (　) show second priority

2.3.4　立体交差優先整備箇所の選定

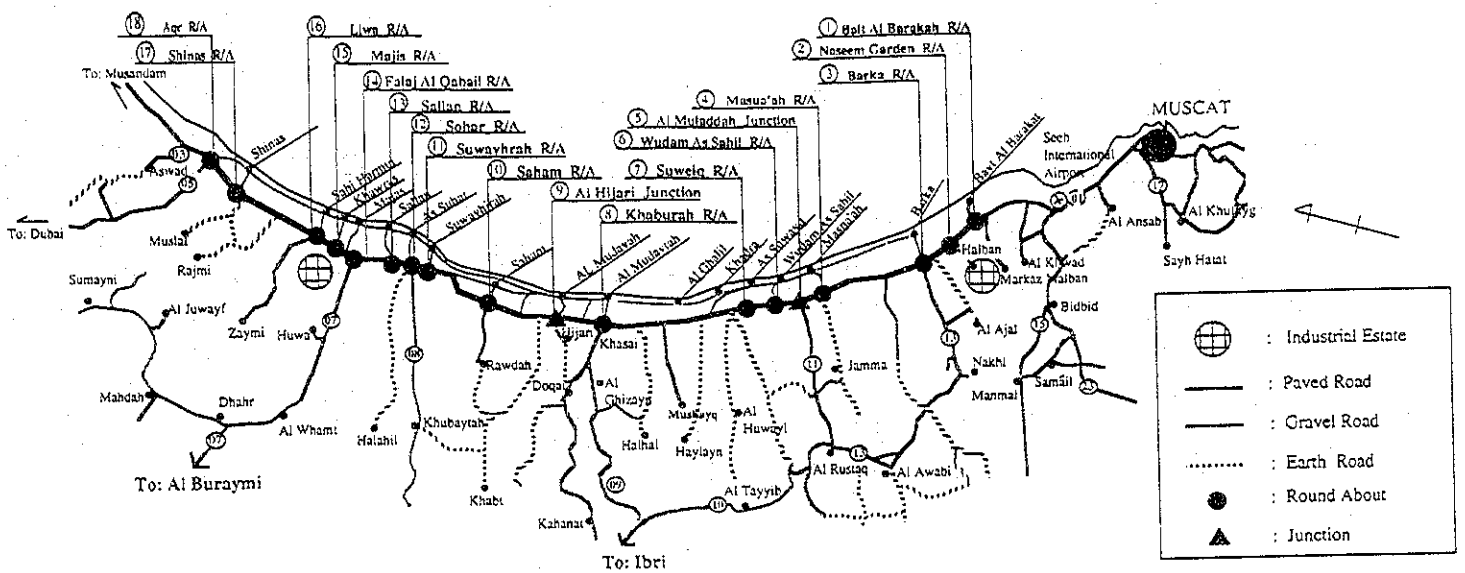
各18箇所のラウンダバウトに対して、優先整備すべきラウンダバウトの選択は下記の評価基準をもとに、各評価に重みをつけて評価した。優先整備箇所８ヶ所の選定結果を表－４、表－５に示す。

(1) バティナハイウェイ利用の観点
(2) ラウンダバウト流入部における交通処理能力
(3) 道路網の観点
(4) 地域社会支援
(5) 開発計画への支援

表－4　優先箇所の選定

	Evaluation Item					Total weighted score	Rank
	V/C ratio	Batinah Volume	Highway Network	Local Community	Develop-ment		
Weight	50	10	20	10	10	100	
1. Bait Al Barakah R/A	70 35	90 9.0	0.0	0.0	0.0	44.0	8
2. Naseem Garden R/A	75 37.5	85 8.5	0.0	0.0	85 8.5	54.5	3
3. Baraka R/A	90 45.0	80 8.0	80 16.0	80 8.0	0.0	77.0	1
4. Masna´ah	60 30.0	75 7.5	0.0	0.0	0.0	37.5	10
5. Al Muladdah Junction	65 32.5	70 7.0	75 15.0	0.0	0.0	54.5	4
6. Wadam As Sahil R/A	40 20.0	65 6.5	0.0	70 7.0	0.0	33.5	11
7. ´Suweiq R/A	45 22.5	55 5.5	0.0	0.0	0.0	28.0	13
8. Khaburah R/A	55 27.5	50 5.0	70 14.0	0.0	0.0	46.5	6
9. Al Hijari Junction	30 15.0	40 4.0	60 12.0	75 7.5	80 8.0	46.5	7
10. Saham R/A	80 40.0	45 4.5	0.0	85 8.5	0.0	53.0	5
11. Suwayhrah R/A	50 25.0	60 6.0	0.0	0.0	0.0	31.0	12
12. Sohar R/A	85 42.5	35 3.5	65 13.0	90 9.0	0.0	68.0	2
13. Sallan R/A	35 17.5	30 3.0	0.0	0.0	0.0	20.5	15
14. Falaj Al Qabail R/A	25 12.5	25 2.5	90 18.0	65 6.5	0.0	39.5	9
15. Majis R/A	20 10.0	20 2.0	0.0	0.0	90 9.0	21.0	14
16. Liwas R/A	15 7.5	15 1.5	0.0	60 6.0	0.0	15.0	17
17. Shinas R/A	10 5.0	10 1.0	0.0	0.0	0.0	6.0	18
18. Aqr R/A	5 2.5	5 0.5	85 17.0	0.0	0.0	20.0	16

Notes : V/C rate refer to Chapter 5 "Traffic Capacity of Road"
: upper row shows score of each location
: lower row shows the weighted score



Number of R/A	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Name of R/A or Junction	Aqr R/A	Shinas R/A	Liwa R/A	Majis R/A	Falaj Al Qabail R/A	Sallan R/A	Sohar R/A	Suwayhrah R/A	Saham R/A	Al Hijari Junction	Khaburah R/A	Suweiq R/A	Wudam As Sahil R/A	Al Mutaddah Junction	Masna'ah R/A	Barka R/A	Naseem Garden R/A	Bait Al Barakah R/A
Station	231 +316	224 +316	195 +566	186 +018	183 +316	173 +016	166 +968	161 +566	139 +516	121 +750	110 +016	71 +946	61 +616	54 +156	46 +682	20 +850	5 +090	0 +000
Length (km)	7.00	28.75	9.548	2.702	10.30	6.048	5.402	22.05	17.766	11.734	38.07	10.33	7.46	7.474	25.832	15.76	5.09	
Cross Road	N.R 5				N.R 7		N.R 8				N.R 9			N.R 11		N.R 13		
Access: To Interior Town	Dubai				Al Buraimi		Wadi Hibi		Rawdah	Al Hijari	Rustaq			Rustaq		Rustaq		
Access: To Coastal Town		Shinas	Sahi Harmul	Khawr As Sammi	Majas	Sallan	Sohar	Suwayhrah	Saham	Al Muntefah	Al Khabourah	Al Suwayq	Wudam As Sahil		Masna'ah	Barka	Naseem Garden Park	Bait Al Barakah
Criteria for Evaluation: Traffic Volume, Batinah Highway 1994	4,500	6,200	6,500	6,600	7,700	9,800	11,700	11,000	10,200	8,600	9,600	11,600	11,500	11,700	13,900	16,200	18,300	20,100
Criteria for Evaluation: Traffic Volume, Batinah Highway 2010	13,600	16,100	16,600	17,200	22,100	25,200	26,400	29,700	28,700	26,800	27,900	29,200	30,600	37,700	44,300	51,800	58,700	59,700
Criteria for Evaluation: Traffic Volume, Cross Road 2010	5,400	2,300	2,100	1,000	7,700	7,300	27,200	7,400	23,200	1,600	11,300	4,500	2,500	12,100	2,700	21,700	2,900	1,300
Criteria for Evaluation: Volume/Capacity (V/C) 2010	0.29	0.31	0.32	0.32	0.61	0.57	1.93	0.68	1.45	0.51	0.74	0.61	0.60	1.05	0.87	2.76	1.16	1.13
Evaluation Lanking: Batinah Highway 2010	18	17	16	15	14	13	12	7	9	11	10	8	6	5	4	3	2	1
Evaluation Lanking: V/C Ratio 2010	18	17	16	15	14	12	2	9	3	13	8	10	11	6	7	1	4	5
Evaluation Lanking: Relation with Road Network	2				1		6			7	5			4		3		
Evaluation Lanking: Local community Integration			7		6		1		2	4			5			3		
Evaluation Lanking: Relation with Industrial Development						1				3							2	
Priority	16	18	17	14	9	15	2	12	5	7	6	13	11	4	10	1	3	8

THE STUDY ON ROAD DEVELOPMENT PROJECT	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	表－5　ラウンダバウト優先立体交差箇所

2.3.5 優先立体交差の概略設計図

優先立体交差の概略図をVolume Ⅳ、図集に示す。

Al Muladdh Junction, Sohar, Aqrのそれぞれのラウンダバウトに関しては下記の点に注意して代替案を検討した。

- R／A－5 (Al Muladdah Juction) ： マスカット相方向への優先道路となる
- R／A－12 (Sohar) ： 景観面の重視
- R／A－18 (Aqr) ： 低設計速度の適用

2．4 横断地下歩道

2.4.1 横断地下歩道の構造形式

横断歩道施設としては地下道化と立体交差化の２つに分けられる。それらの優劣を比較し、その比較結果を表－６に示す。

経済的にも景観上も優れているので、地下歩道案が選定された。

表－6 横断施設比較案

Criteria	Underpass	Flyover
1. User´s Convenience	The pedestrians are psychologically liable to use due to less climbing height than flyover	Opposite of underpass due to much more climbing height than underpass
2. Comfort	Good	Fair but bad in summer
3. Crime Prevention	Lighting required and other measures	None required
4. Aesthetic	Good	Required harmony with surroundings
5. Effect on Surroundings	Almost none	Protective measures on highway are required
6. Construction Cost	Low	Slightly high
7. Maintenance	Required	Little
8. Ease of Construction	Normal	Less than Underpass

2.4.2 設計概要

オマーン国ですでに設置されている地下道の構造に準じて計画された。

- 地下道内空断面 ： ３ｍ×３ｍ
- 出 入 口 ： ハイウェイ両側
- 開 口 部 ： 中央分離帯部分
- 排　　水 ： 排水ピット

2.4.3 横断地下道の候補地

横断地下道の利用者は、バティナハイウェイ沿いの限定された範囲の人となる。すなわち、人が歩行する距離であり、この距離をバティナハイウェイ沿い両側200mと仮定した。

横断地下道の候補地は、上記の範囲を対象にその範囲内の集落面積、学校、モスクなど人の往来に関係する施設の立地の有無を考慮して40ヶ所抽出した。

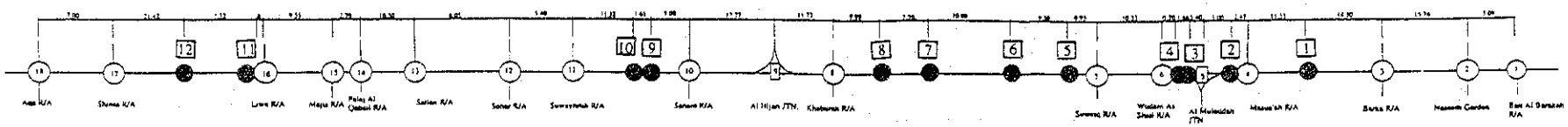
選定結果を「表－７　地下歩道選定箇所」に示す。

2.4.4 横断地下歩道の優先整備箇所の選定

前項で抽出された40ヶ所を対象に、バティナハイウェイ沿いの集落面積、学校の有無、およびラウンダバウトの優先立体交差箇所との重複を除いて、12ヶ所の優先整備箇所を選定した。なお、ラウンダバウトの優先立体交差箇所は、ランプを平面横断し、高架下を横断する計画としている。選定された12ヶ所の優先整備箇所を「表－８　地下歩道優先選定箇所」に示す。

2.4.5 横断地下道の設計

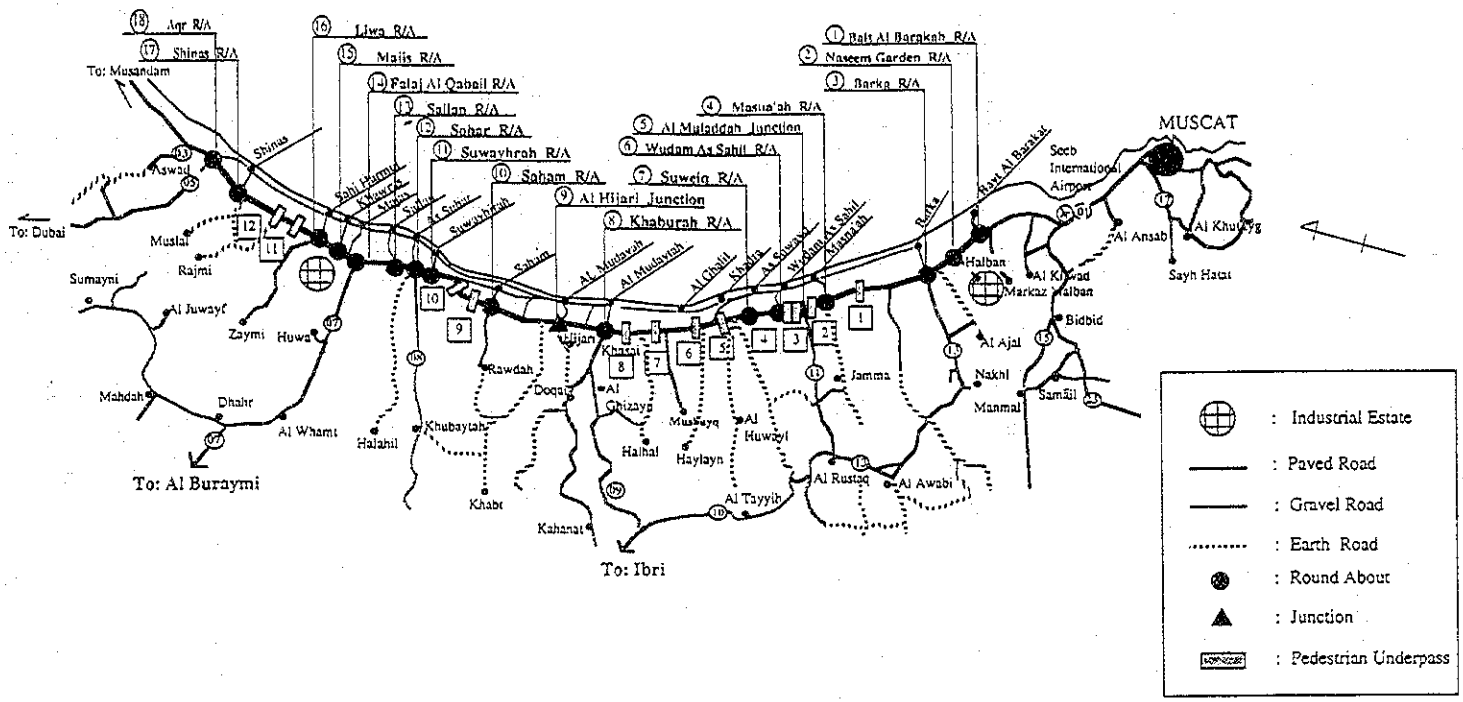
優先整備地下道12ヶ所の概略設計図をVolume Ⅳ、図集に示す。

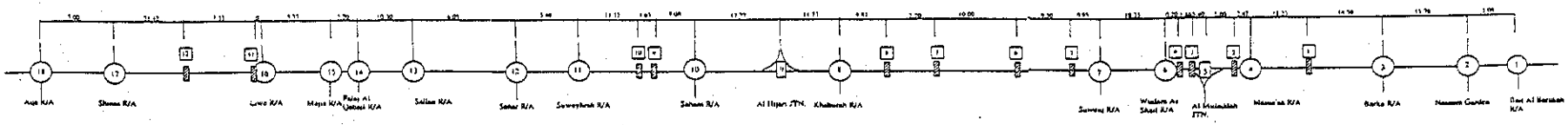


Candidates for Selection						Criteria-1	Criteria-2	Criteria-3	Recommendation
Location		Name of Settlement	Area (km2)		School	Settlement area is more than 0.1km2 both side of highway	There is school at one side of highway	Side of high priority R/A for flyover	
No.	Sta. N.o		Mountain Side	Sea Side					
1	Sta. 20+400	As Somhan	0.10	0.26	---	○		R/A-3	
2	Sta. 35+400	Al Billah	0.05	0.06	Sea Side		○		1 ●
3	Sta. 49+200	Al Tarif	0.19	0.14	---	○			2 ●
4	Sta. 55+150	Al Muladdah	0.38	---	---				
5	Sta. 59+600	Al Qart	0.12	0.12	---	○			3 ●
6	Sta. 61+416	Al Tharmad	0.14	0.26	---	○			4 ●
7	Sta. 63+150	Al Mantash	---	0.20	Sea Side				
8	Sta. 72+900	Bataha Hilal	0.04	0.08	Sea Side		○		5 ●
9	Sta. 79+200	Sur Al Hilal	---	0.10	---				
10	Sta. 81+000	Al Uriq	0.08	0.16	---				
11	Sta. 82+350	Al Khadra	0.06	0.03	Sea Side		○		6 ●
12	Sta. 91+700	Dhyan-1	0.20	0.04	---				
13	Sta. 92+400	Dhyan-2	0.04	0.08	Sea Side		○		7 ●
14	Sta. 93+000	Dhyan-3	---	0.06	---				
15	Sta. 100+100	Al Bidayah	0.14	0.12	Sea Side	○	○		8 ●
16	Sta. 110+016	Sur Al Duwahnah	---	0.52	---			R/A-8	
17	Sta. 115+550	Qasbyat Al Hawashnah	0.16	0.09	---				
18	Sta. 139+516	Saham	0.07	0.20	Sea Side		○	R/A-10	
19	Sta. 141+350	Al Badi	---	0.20	---				
20	Sta. 142+400	Al Ghuwaisah	---	0.20	---				
21	Sta. 143+400	Al Hadheeb	---	0.10	---				
22	Sta. 147+500	Hilat Al Rawashid	---	0.10	---				
23	Sta. 148+600	Hilat Al Rawashi I	0.12	0.22	---	○			9 ●
24	Sta. 150+250	Mujaz As Sughra	0.12	0.14	---	○			10 ●
25	Sta. 159+000	Khor Siyabi	---	1.08	---				
26	Sta. 159+900	Otab	0.06	---	---				
27	Sta. 166+968	Al Waqaybah	---	0.26	Sea Side			R/A-12	
28	Sta. 170+200	Sallan	---	0.80	---				
29	Sta. 174+200	Al Gushbah-1	---	0.30	---				
30	Sta. 175+400	Al Gushbah-2	---	0.10	---				
31	Sta. 176+900	Falaj Al Ouhi	---	0.22	---				
32	Sta. 183+316	Falaj Al Qabail	0.20	0.24	Sea Side	○	○	R/A-14	
33	Sta. 195+766	Liwa	N.a	N.a	---	○			11 ●
34	Sta. 200+850	Liwa-1	---	0.08	---				
35	Sta. 201+750	Liwa-2	---	0.08	---				
36	Sta. 202+900	Liwa-3	0.10	0.13	Sea Side	○	○		12 ●
37	Sta. 221+500	Al Hazari	---	0.18	---				
38	Sta. 212+700	Sur Al Abril	0.30	0.09	---				
39	Sta. 213+800	Sur Bani Gizmah	0.30	0.08	---				
40	Sta. 215+100	Tari Hajih	---	0.30	---				

Legend
● : Recommended Pedestrian Underpass
□ : Recommended Number

THE STUDY ON ROAD DEVELOPMENT PROJECT	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	表－7　横断地下道選定箇所





Number of Pedestrian Underpass		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Name of Pedestrian Underpass		Liwa-3	Liwa	Mujas As Sughra	Hilat Al Rawashid	Al Bidayah	Dhyan-2	Al Khadra	Bataha Hilal	Al Tharmad	Al Qart	Al Tarif	Al Billah
Location		202+900	195+766	150+250	148+600	100+100	92+400	82+350	72+900	61+416	59+600	49+200	35+400
Area (km2)	Coastal Side	0.13	N.a	0.14	0.22	0.12	0.08	0.03	0.08	0.26	0.12	0.14	0.06
	Mountain Side	0.10	N.a	0.12	0.12	0.14	0.04	0.06	0.04	0.14	0.12	0.19	0.05
School		Sea Side	N.a	-----	-----	Sea Side	Sea Side	Sea Side	Sea Side	-----	-----	-----	Sea Side

THE STUDY ON ROAD DEVELOPMENT PROJECT	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	表－8　優先横断地下道選定箇所

2．5　環境影響

本プロジェクトは基本的に既存道路の改良事業である。したがって、本プロジェクトはバティナハイウェイの周辺地域に対し、地勢、動植物等の自然環境に対しては影響要因とはならないと考えられる。

本プロジェクトはバティナハイウェイの走行状況を改善するものであり、汚染物質の排出の軽減に貢献する。しかし、予測交通量が最も多いところで約60,000台／日とかなり多いため、周辺地域に対する大気汚染の影響を監視するためのモニタリング施設の設置が推奨される。
社会経済環境上の影響としては、道路周辺住民の移転があるかもしれない。しかし、現段階では概略設計であり、道路周辺家屋と道路線形の関係は詳細には決定できない。将来、詳細設計で移転が最小になるように道路線形に対する配慮が行われるので、影響は最小限にとどめられるであろう。

立体交差構造物の景観に対する影響は軽微とはいえないであろう。しかし、この構造物の設計においては周辺の景観と調和する新しい景観を創設するような設計により、悪影響は排除できるであろう。

2．6　景　　観

バティナハイウェイにあるラウンダバウトおよびジャンクションには各地方自治体によって様々な印象的なモニュメントや造園が施されている。このようなラウンダバウトやジャンクションにあるモニュメントなどに対して、立体交差の建設により何らかの景観的障害が生じることになる。このため、立体交差形式（タイプA、B、C、D）に対して景観の観点から各案の適用性について、基本的な構造タイプの面からと構造物を計画するうえで配慮すべき要素を評価、整理した。

(1) 基本的な構造タイプ面からの評価

立体交差によって生じる景観障害は、そのモニュメントの形状、大きさ、高さ、方向性などにより異なる。すなわち、一般的にモニュメント自体が比較的低く幅の広がりをもつものは、周辺からは橋本体よりも橋脚の本数や形状に影響され、モニュメント自体が高さを強調しているものは、橋脚よりもむしろ上部工の厚さが景観面に影響する。一方、運転者からはモニュメントを主として遠景で把握する傾向にあるため、構造物本体よりもむしろ分離されている道路間の広がりが影響するものと考えられる。これらの点を考慮して環境面からも位置付け、４タイプを選定した。

(2) 構造物計画で配慮すべき主要素

構造物を計画するうえで配慮すべき主要な要素としては、次の３点である。

1) 上部工と下部工のバランスを考慮した計画とする

橋梁の長さと上部工、高欄を含めた厚さとのバランスおよび橋脚の高さと上部工の厚さとのバランス双方を考慮する。すなわち、高欄、スラブ、桁高の合計厚さを視覚的にに減ぜることが重要である。

2) 下部工デザインへの配慮

下部工は最も周辺から目立つ施設形態であり、デザイン上、特に配慮が必要である。これはスレンダーな橋脚の構造形態を目指し、モニュメントをどのように見せるかに対して効果的な橋脚の配置などの考慮が必要である。

3) 擁壁、壁面デザインへの配慮

擁壁は延長が長く、表面は固いイメージがある。このイメージを和らげ、調和のとれた連続性のあるデザイン的配慮が必要である。

表－９「ラウンダバウトの周辺土地利用状況」にラウンダバウトおよび周辺の土地利用状況と立体交差推奨案を示す。イスラム的なデザインを取り入れた立体交差形式の例を図－５「景観設計案」に示す。

２．７　交通安全

オマーン国の交通事故は1985年をピークに減少傾向を示しているものの、未だ11,754件の交通事故が発生している。これらは、バティナハイウェイを含むバティナ地域で多く発生している。これらの事故の形態としては、スピードの出しすぎ、不注意、運転未熟がベスト３として上げられ、全交通事故の約90%を占めている。また、歩行者を巻き込んだ事故も見られ、特に10才以下の子供の事故が多い。

バティナハイウェイのラウンダバウトでの事故発生順位をつけたものは、本編（VolumeⅡ ４．３ Traffic Accident）に示されている。事故の多い箇所はラウンダバウトの優先順位の高い所と一致している。また、バティナハイウェイについて、横断歩行者の事故の数と位置について明らかなデータはないが、現地調査の結果、Al BidayahとAl Tarifの位置に関しては、早急な対策が必要である。その他の箇所は、ほぼ同様な状況であり、バティナハイウェイの交通量の多い箇所から施設建設することが望ましい。

表－9(1)　ラウンダバウトの周辺土地利用状況

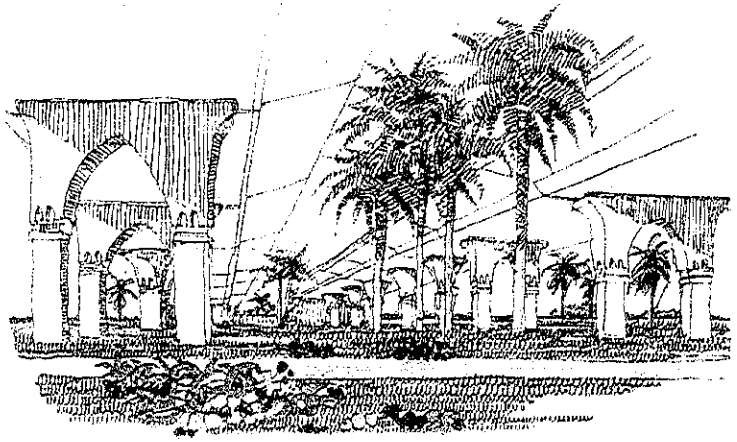
R/A & JN	Location	Monument and Landscape Components at R/A and JN					Vicinity Landscape Components			Flyover Type Consideration				Recommended Flyover Type
	Super-intendency	Characteristics	Direction	Dimension	Perception	Visibility	Characteristics	Locality	Continuity	Type-A	Type-B	Type-C	Type-D	
R/A-1	Bait Al Barakah (M.M)	Traditional Omani citadel arch gate	All directions	H = 12.1 m W = 12.0 m L = 12.0 m	Distinctive monument silhouette	Clear vertical	Flat dry land, Date palms row on the road side, view to Mt.	Even at seaside, Mt. side	Omani arch design element	-	-	• Mt. side	•	Type-D (Type-C)
R/A-2	Mascem Garden (M.P.E)	Plane ground, Paved sidewalks (Garden reserve site)	-	-	Horizontal expansion	-	Flat dry land, Date palms and groves at medium distance	Habitat at seaside	Palm grove, Arch-type design	•	-	-	-	Type-A
R/A-3	Barka (M.P.E)	Flat garden and water fountain	All directions	H = 0.5 m W = 15.0 m	Level to downward view	Lower horizontal	Small township with canopy trees	Habitat at seaside	Green and plants	•	•	-	-	Type-A or (Type-B)
R/A-4	Masna'ah (M.P.E)	Rock piled mound with animal sculptures on the flat garden	All directions	H = 2.5 m W = 15.5 m L = 16.5 m	Level to downward view	Lower horizontal	Flat land with palm grove at Mt. side	Township at seaside	Good view to Mt side	•	•	-	-	Type-B
JN-5	Al Muladdah (M.P.E)	Plane ground (Garden reserve site)	-	-	Horizontal expansion	-	Township on Mt. side Groves at seaside	Mt. side	Green elements	•	-	-	-	Type-A
R/A-6	Wudam As Sahil (M.P.E)	Dhow on the water and flat garden surroundings	Dhow faces to the sea	H = 20.0 m W = 15.0 m L = 31.0 m	Distinctive monument silhouette	Clear vertical horizontal	Township on seaside	Township at seaside	Green or horizontal elements	-	-	• Mt. side	•	Type-D or (Type-C)
R/A-7	Suweiq (M.P.E)	Flower garden on the slight mounded green	All directions	H = 2.0 m Ground level	Level to downward view	Lower horizontal	Township on seaside	Even at both side	Green and flower elements	• Shade prov.	-	-	-	Type-A
R/A-8	Khaburah (M.P.E)	Green mound with flower bed	All directions	H = 2.0 m Ground level	Level to downward view	Lower horizontal	Township on seaside Groves at Mt. side	Township at seaside	Trees and Palms	• Shade prov.	-	-	-	Type-A
R/A-9	Al Hijari (M.P.E)	Plane ground	-	-	Horizontal expansion	-	Township on seaside	Even but rather seaside	Trees and Palms	• Shade prov.	-	-	-	Type-A
R/A-10	Saham (M.P.E)	Mounded garden with shrubs and medium trees	All directions	H = 2.0 m Ground level	Level to downward view	Lower horizontal	Township on seaside	Even but rather seaside	Trees and Palms	Shade prov.	• Dawn view	-	-	Type-A or (Type-B)

Note: (M.M) Muscat Municipality
(M.P.E) Ministry of Provincial Municipality and Environment

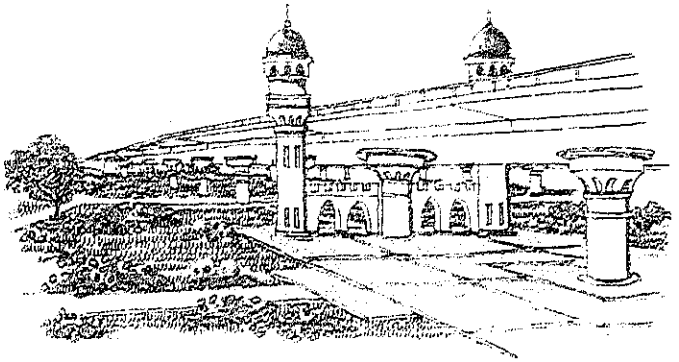
表－9(2)　ラウンダバウトの周辺土地利用状況

R/A & JN	Location Super-intendency	Monument and Landscape Components at R/A and JN					Vicinity Landscape Components			Flyover Type Consideration				Recommended Flyover Type
		Characteristics	Direction	Dimension	Perception	Visibility	Characteristics	Locality	Continuity	Type-A	Type-B	Type-C	Type-D	
R/A-11	Suweyhrah (M.M)	Monument of row of palms and water element. Oasis design concept	All directions	H = 12.0 m W = 28.0 m L = 28.0 m	Distinctive monument silhouette	Clear vertical horizontal	Many groves on seaside Access to Sohar	Even but rather seaside	Palms and groves	-	*	* Mt. side	-	Type-C or (Type-B)
R/A-12	Sohar (M.M)	Blueish globe on the top of triangle tower/Now monument is porposed by Muscat Munic.	All directions	H = 12.3 m W = 12.3 m L = 12.3 m /H = 40 m	Light structure siluhoette	Clear vertical	Township with much groves on seaside	Seaside	Tree groves	-	*	-	*	Type-B or (Type-D)
R/A-13	Sallan (M.M)	Islamic Omani designed observation dome on the air and water fountain	All directions	H = 12.0 m W = 20.1 m L = 20.1 m	Distinctive monument silhouette	Clear vertical	Wadi and flat land Expansion of groves	Even but rather seaside	Omani islamic feature	-	*	* Mt. side	-	Type-C or (Type-B)
R/A-14	Falaj Al Gabail (M.M)	Rock hill with waterfalls and wild animal sculptures on the flat garden	Rock faces to the sea	H = 4.5 m W = 8.0 m L = 15.0 m	Omani nature	Vertical horizontal	Township on both sea and Mt. side. Groves continuity	Even at both side	Horizontal expansion of green	-	*	* Mt. side	-	Type-B or (Type-C)
R/A-15	Majis (M.M)	Plane ground (Garden reserve site)	-	-	Horizontal expansion	-	Savanna type dry land expansion and Industrial estate at Mt. side	Even at both side	Green elements	*	-	-	-	Type-A
R/A-16	Liwa (M.P.E)	Monument of white horse on the terraced green	Horse faces to the sea	W = 5.0 m H = 2.5 m W = 10.0 m	Focal statue	Horizontal	Savanna type dry land expansion and wadi	Seaside	Horizontal green elements	*	-	* Mt. side	-	Type-C or (Type-A)
R/A-17	Shinass (M.P.E)	Grove on stone paved mound and water fountains	All directions	H = 2+5 m W = 25.0 m L = 30.0 m	Green grove	Soft horizontal	Township on seaside	Even but rather seaside	Canopy trees and palms	-	*	-	-	Type-B
R/A-18	Aqr (M.P.E)	Group planting of Shrubs on the terraced green	All directions	H = 3+2 m W = 17.0 m L = 30.0 m	Green expansion	Soft horizontal	Township on seaside Savanna type dry land expansion at Mt. side	Even at both side	Horizontal green or focal trees	-	-	* Mt. side	-	Type-C

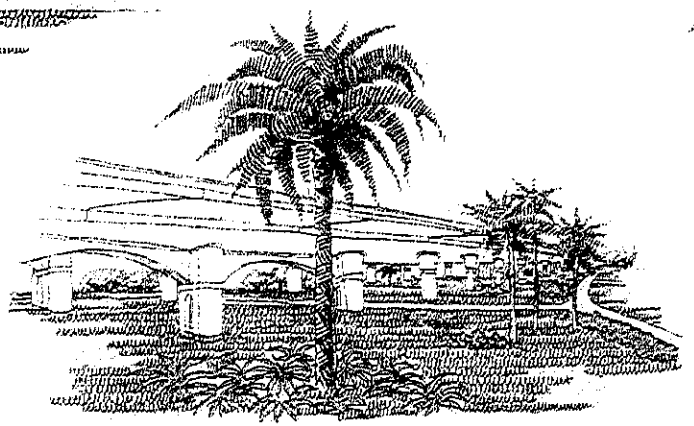
Note: (M.M) Muscat Municipality
(M.P.E) Ministry of Provincial Municipality and Environment



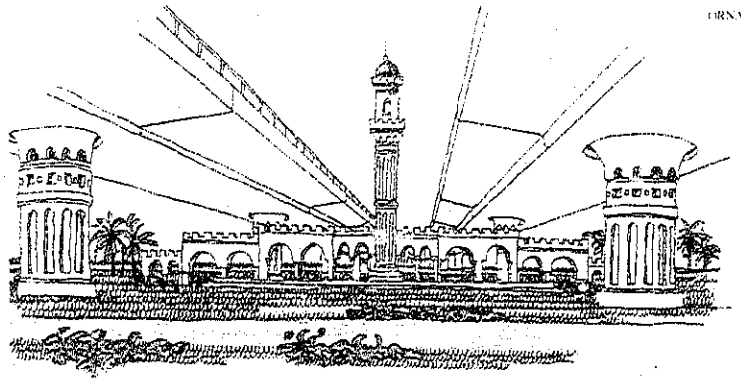
ISLAMIC ARCHES AND SINGLE COLUMN PIERS



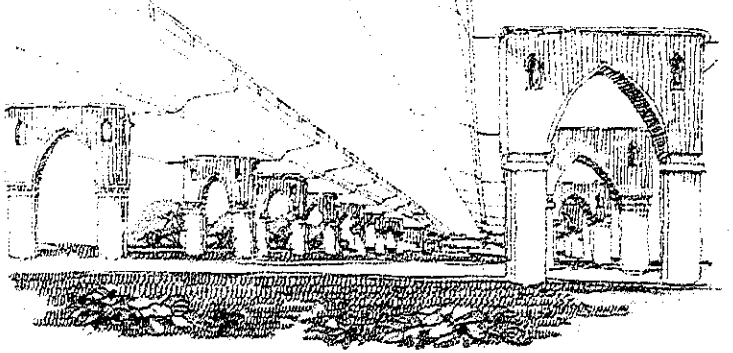
SINGLE COLUMN PIER WITH GATE TYPE MONUMENT



ORNAMENTAL ARCHES AT CENTER OF ROUNDABOUT AND SINGLE COLUMN PIERS



NEW ROUNDABOUT SYMBOL AND SINGLE COLUMN PIERS



ISLAMIC ARCHITECTURE PIERS

図－5　景観設計案

2．8 事業費

優先整備すべきラウンダバウト８ヶ所および横断地下歩道12ヶ所の事業費は、下記に示すとおりである。なお、事業費は1994年価格を基準にしている。

立体交差事業費

(Financial Cost Unit : 1,000 RO)

Type of Cost	R/A-2	R/A-3	R/A-5	R/A-8	R/A-10	R/A-12	R/A-14	R/A-18
Construction Cost	2,992	3,048	2,979	3,146	3,177	3,428	3,438	2,565
Contingency	299	305	298	315	318	343	344	257
Design & Supervision	329	335	328	346	349	377	378	282
Land Acquisition	3	0	4	5	5	13	72	194
Project Cost	3,623	3,688	3,609	3,812	3,849	4,161	4,232	3,298

横断地下道事業費

(Financial Cost Unit : 1,000 RO)

Type of Cost	P/U-1	P/U-2	P/U-3	P/U-4	P/U-5	P/U-6	P/U-7	P/U-8	P/U-9	P/U-10	P/U-11	P/U-12
Construction Cost	95	101	92	100	94	94	97	97	94	95	88	92
Contingency	9	10	9	10	9	9	10	10	9	9	9	9
Design & Supervision	10	11	10	11	10	10	11	11	10	10	10	10
Project Cost	115	122	111	121	114	114	117	117	114	115	106	111

2．9 実施計画

1996年から実施される５ヶ年計画に組み込むべきラウンダバウトの立体交差および横断地下歩道の実施計画を次のように設定した。

－ ラウンダバウトの立体交差整備

ラウンダバウトの立体交差の整備優先順位の高い順に各年に２ヶ所づつ建設するものとする。

－ 横断地下歩道の整備

緊急に整備が必要な２ヶ所の横断地下道については初年度に建設し、その他を年間２～３ヶ所建設していくこととする。

表－10に実施工程を示す。

表－10　実施工程表

		Implementation Plan					
		1995	1996	1997	1998	1999	2000
Final Engineering Design							
Flyover	Barka Roundabout R/A						
	Sohar R/A						
	Naseem Garden R/A						
	Al Mulladah J/C						
	Saham R/A						
	Khaburah R/A						
	Falaj Al Qabail R/A						
	Aqr R/A						
Pedestrian Underpass	Priority 1						
	Priority 2						
	Priority 3, 4, 5						
	Priority 6, 7, 8						
	Priority 9, 10						
	Priority 11,12						

2．10　経済評価

(1) 立体交差化経済分析

立体交差化の経済的フィージビリティを検討するために費用と便益が比較された。コストとしては、「2．8　事業費」の中で算出された事業費から用地費、税金を差し引いたもの、そしてメインテナンス費用を加えたものを経済的コストとし、便益としては、走行費用、走行時間の軽減を金額的に換算し、便益とした。
財務分析に関しては、建設費およびメンテナンス費用が国家財源により、賄われることから今回は行わなかった。

割引き率は12%とし、現在、未来の費用と便益を検討した。検討の結果は下記に示すとおりである。

Economic Cost*	Benefit*	ＥＩＲＲ (%)	Ｂ／Ｃ	ＮＰＶ*
23,848	25,994	12.9	1.09	2,146

* in thousands R.O.

これらの値は直接的に算出可能な数値から算出しているだけであり、直接算定不能な社会開発計画や、数字的には算出不可能な交通安全という面を考慮すれば、より大きな値となる。

(2) 地下歩道化経済分析

地下歩道化のフィージビリティーは下記のように検討された。

Economic Cost*	Benefit*	ＥＩＲＲ (%)	Ｂ／Ｃ	ＮＰＶ*
1,055	915	10.4	0.87	−140

* in thousands R.O.

この経済分析結果によると、必ずしもフィジブルとは言えない。しかしながら、横断歩行者の持ち時間の軽減、交通事故の減少等を考慮すれば、沿道住民にとって有意義といえる。特に歩行者の多いAl Bidayahや、視距のわるいAl Tarit等では早急な地下歩道化が望まれる。

2．11　結論と提言

本調査の結果は、本プロジェクトが技術的観点から見て妥当なものであり（建設上の大きな技術的問題はない）、国民的経済観点からもフィジブルであることを示している。すなわち、交通混雑の緩和、交通安全の向上等の直接便益が十分にあり、これら以外にもバティナ地域への社会、経済に対する間接的な便益が期待できる。算定された経済内部収益率から見て、プロジェクトの財務的妥当性は必ずしも高くないが、本プロジェクト実施による間接的な効果が十分期待できることから、Barka、Sohar、Al Muladdah、Saham、Naseem Gardenのように混雑が予想されるラウンダバウトを優先して実施されるよう提言する。一方、横断地下歩道については実施計画を想定し、分析を行ったが、フィジブルとはならなかった。しかし、本調査では交通機能のみを計上したものであり、歩行者の安全性を考慮すれば、この計画は実行する価値はあるものと思われる。

〔プロジェクト実施効果〕

ラウンダバウトの立体化は交通機能の改善（安全な高速走行の確保）、人と車および車両相互による事故の軽減が図られる。また、横断地下道の建設は、バティナハイウェイ沿いの両側住民相互の連結を強化するとともに、特に子供や高齢者の横断が容易になり事故も少なくなるなどバティナハイウェイ沿い地域の社会、経済の発展にとって極めて重要である。また、これら２種類の施設の建設を実施することにより、下記のような重要な役割を果たすものとして期待される。

- 都市間の連結が強化され、マスカットを中心とする経済圏の発展に寄与するとともに、隣接する国との連結も図られることになる。このことにより、バティナ地域のもつポテンシャルの向上が行なえる。

- 地域内では、バティナハイウェイを挟んだ両地域が新たな社会、経済関係が形成されることが可能となる。

- 今までの集落地と一体となり、広域的な発展も可能となる。

〔実施設計にあたっての留意事項〕

- 技術者の数と能力 …… 施工、品質管理
- 国の資機材・設備の状況
- 国内業者と設備の能力
- 気象的な条件
- 経済性と景観・モニュメントとの関係
- 将来的なオマーン国の土木技術（橋梁の設計、施工能力）の在り方（プレキャスト化、規格化の検討）

3．橋梁維持管理計画の策定

PART B

3．橋梁維持管理計画の策定

3．1　道路橋の現状

オマーン国運輸通信省道路局（DGR）は現在、58橋の橋梁の維持管理を行っている。オマーン国の道路網は首都マスカットから海岸沿いに北側へ通じる同国の最重要路線であるバティナハイウェイとその他の道路網から成り立っている。

調査対象橋梁のある路線は国道1、7、13、21および23号線である。道路局で管理している58橋のうち、ほとんどはコンクリート橋（鉄筋コンクリート橋およびプレストレストコンクリート橋）であり、鋼橋はわずか2橋にすぎない。

オマーン国において道路整備が本格的に実施されたのは1970年代からで、道路橋は1975年から1982年に架設されたものが多い。したがって、ほとんど20年以上の供用である。最近、交通量の増大および大型車両の増加により、既設橋梁の劣化が著しい。橋梁維持管理調査の対象となったものは、58橋のうち代表的な橋梁として鉄筋コンクリート橋6橋、プレストレストコンクリート橋3橋である。

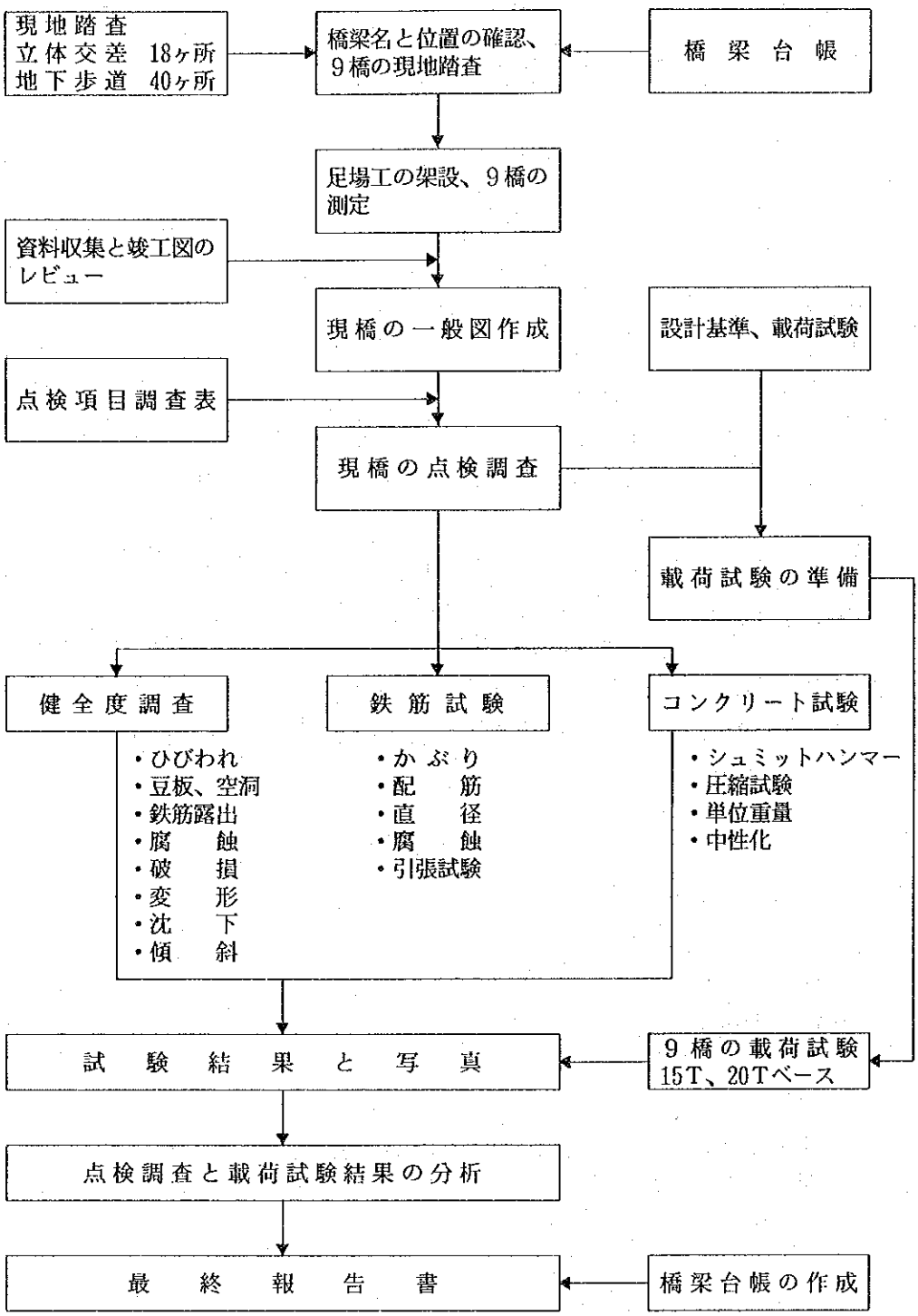
調査対象橋梁の位置は位置図に示すとおりである。

3．2　橋梁の点検調査と載荷試験の方法

橋梁維持管理調査は次のように大きく2分野から成り立っている。すなわち、

- 橋梁の点検調査
- 載荷試験

調査全体のフローは「図－6　調査のフロー」に示すとおりである。


現地踏査
立体交差 18ヶ所
地下歩道 40ヶ所
橋梁名と位置の確認、9橋の現地踏査
橋梁台帳
足場工の架設、9橋の測定
資料収集と竣工図のレビュー
現橋の一般図作成
設計基準、載荷試験
点検項目調査表
現橋の点検調査
載荷試験の準備
健全度調査
鉄筋試験
コンクリート試験
・ひびわれ
・豆板、空洞
・鉄筋露出
・腐蝕
・破損
・変形
・沈下
・傾斜
・かぶり
・配筋
・直径
・腐蝕
・引張試験
・シュミットハンマー
・圧縮試験
・単位重量
・中性化
試験結果と写真
9橋の載荷試験
15T、20Tベース
点検調査と載荷試験結果の分析
最終報告書
橋梁台帳の作成

図－6　調査のフロー

3.2.1 点検調査

本調査において、9橋の健全度を判定するために、「表－11　調査内容」および「表－12　点検項目」が現場で実施された。
調査は橋梁上部工、下部工、および基礎工について実施され健全度の総合判定が行われた。

表－11　調査内容

調査項目	調査内容	調査方法および試験方法
(1) 現状調査	ひび割れ、ジャンカ鉄筋の発錆状況表－12による調査	損傷部分写真
(2) 施工状況の調査	断面形の測定	コンベックス、テープ
	鉄筋のかぶり	パコメーターおよびはつりによるかぶりの測定、および観察
(3) ひび割れ調査	ひび割れ幅	目視観察（クラックスケール）
	ひび割れ長さ	コンベックス他
(4) コンクリートの品質調査	圧縮強度 弾性係数 単位体積重量 吸水率	シュミットハンマー コアの試験
	中性化試験	フェノールフタレイン法
(5) 鉄筋の調査	発錆状況	はつり、目視による
	引張試験	静的引張試験
	配筋・鉄筋径	はつり、パコメーター

表－12　点検項目

部材区分			点検項目
上部工	コンクリート	主桁	ひびわれ　剥離・鉄筋露出　遊離石灰 豆板・空洞　変色・劣化　漏水・帯水 異常振動　異常たわみ　欠損
		横桁・縦桁	ひびわれ　剥離・鉄筋露出　遊離石灰 豆板・空洞　変色・劣化　漏水・帯水 欠損
		床板	剥離・鉄筋露出　遊離石灰　豆板・空洞 抜け落ち　鋼鈑接着部の損傷　床版ひびわれ 変色・劣化　漏水・帯水
下部工	コンクリート	橋脚躯体・橋台躯体	ひびわれ　剥離・鉄筋露出　遊離石灰 豆板・空洞　すりへり・浸食　変色・劣化 漏水・帯水　欠損
	基礎		沈下　移動　傾斜　洗掘
支承	本体	鋼	腐食　亀裂　ゆるみ　脱落 破断　塗装劣化　漏水・帯水　変形 土砂詰り　沈下　移動　傾斜
		ゴム	変色・劣化　漏水・帯水　変形 土砂詰り　欠損
	モルタル		ひびわれ　欠損
	アンカーボルト		腐食　亀裂　ゆるみ　脱落 破断　変形
高欄	鋼		腐食　亀裂　ゆるみ　脱落 破断　塗装劣化　変形
	コンクリート		ひびわれ　剥離・鉄筋露出　遊離石灰 豆板・空洞　変色・劣化　欠損
地覆	鋼		腐食　亀裂　ゆるみ　脱落 破断　塗装劣化　変形
	コンクリート		ひびわれ　剥離・鉄筋露出　遊離石灰 豆板・空洞　変色・劣化　欠損
舗装	アスファルト		段差・コルゲーション　ポットホール ひびわれ　わだち掘れ　漏水・帯水
伸縮装置	本体	鋼	腐食　亀裂　ゆるみ　脱落 破断　遊間異常　異常音　変形
		ゴム	破断　遊間異常　異常音　変形　欠損
	後打材		ひびわれ　剥離・鉄筋露出　欠損
排水設備			腐食　亀裂　ゆるみ　脱落 破断　塗装劣化　変色・劣化　漏水・帯水 変形　土砂詰り　欠損
照明設備			腐食　亀裂　ゆるみ　脱落　破断 塗装劣化　変色・劣化　変形　欠損
添架物			腐食　亀裂　ゆるみ　脱落　破断 変形　欠損

3.2.2 載荷試験

9橋について、各橋梁の最も状況の悪化している1スパンを選定し、載荷試験が実施された。実荷重よる静的載荷を行い、橋梁のたわみ、鉄筋応力、コンクリート応力、温度等を測定した。その結果得られたたわみ、および応力は、理論値との比較検討を行って、橋梁の耐荷力を推定し、最終的に橋梁の総合的健全度を判定する資料とした。

(1) 載荷重車

載荷重はダンプトラック上に水タンクを固定し、水によって載荷重を調節できるようにした。1台のダンプトラックの最大重量を20tになるよう水量を調節し、最小荷重は水タンクが空となる状態とした。したがって、1台のダンプトラックの最大と最小荷重は次のとおりである。

		前輪軸重	後輪軸重
最大	T－20ton（タンクに水）	3.0×2ton	7.0×2ton
最小	T－14.6（タンクに水なし）	2.7×2ton	4.6×2ton

(2) 載荷位置

一橋の載荷試験において2台のダンプトラックを使用し、「表－13　橋梁載荷ケース」に示す4通りの載荷を行い計測した。

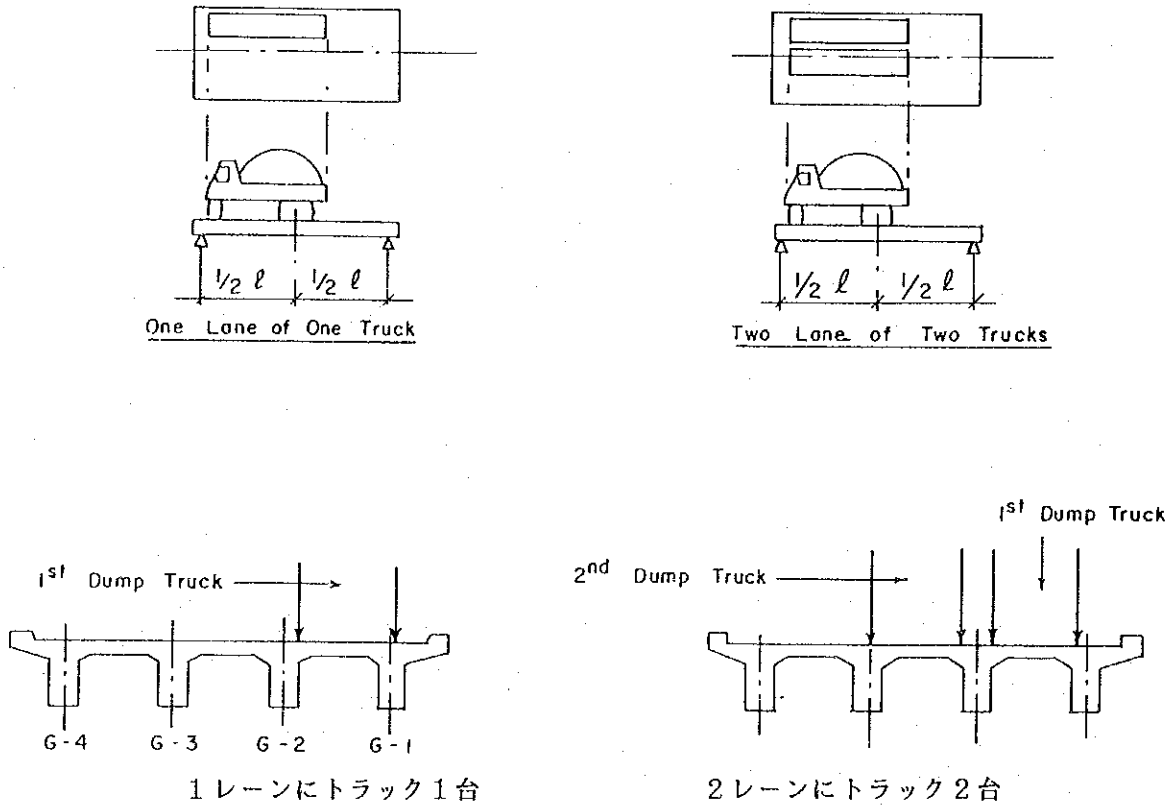
－	ダンプトラック	20.0t	1台
－	ダンプトラック	20.0t	2台
－	ダンプトラック	14.6t	1台
－	ダンプトラック	14.6t	2台

表－13　橋梁載荷ケース

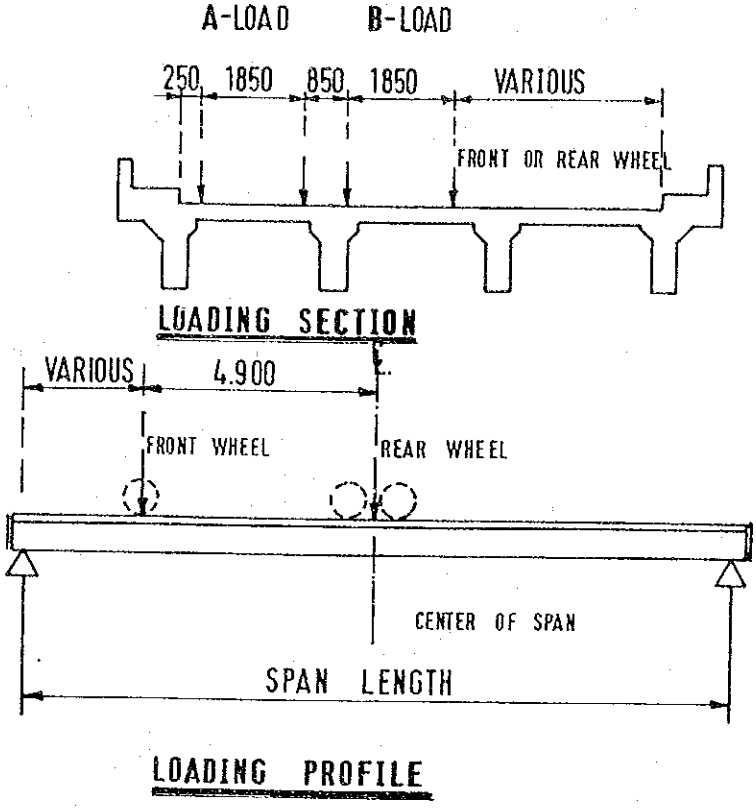
ケース No.	トラックA					トラックB					Total Load
	A.F.W	A.F.W	A.R.W	A.R.W	A-Total	B.F.W	B.F.W	B.R.W	B.R.W	B-Total	
1	3.0	3.0	7.0	7.0	20.0						20.0
2	3.0	3.0	7.0	7.0	20.0	3.0	3.0	7.0	7.0	20.0	40.0
3	2.7	2.7	4.6	4.6	14.6						14.6
4	2.7	2.7	4.6	4.6	14.6	2.7	2.7	4.6	4.6	14.6	29.2

凡例
トラックA　前輪荷重
トラックA　後輪荷重
トラックB　前輪荷重
トラックB　後輪荷重

載荷位置は「図－7　橋梁の載荷位置および図－8、各々のケースの載荷重条件」に示すとおりダンプトラックの後輪がスパン中央にくるように上述の4ケースの載荷を行う。



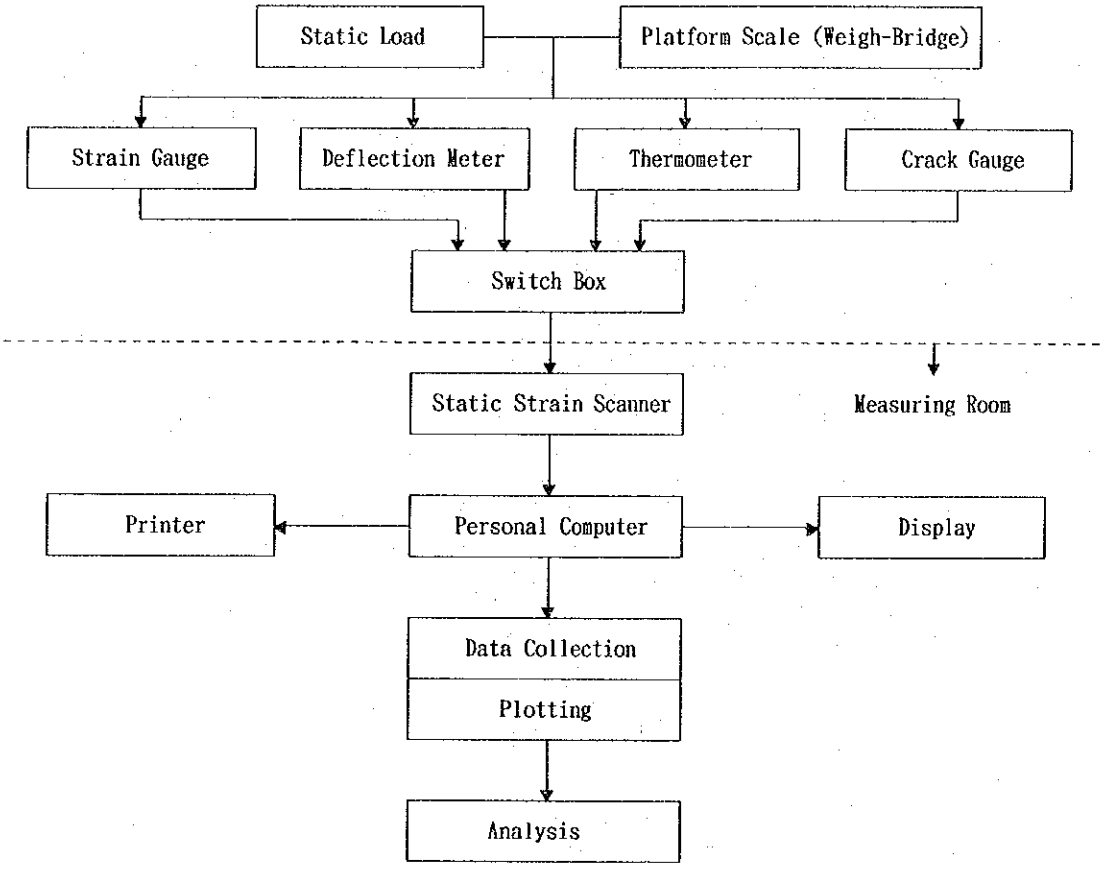
図－7　橋梁の載荷位置



図－8　各々のケースの載荷条件

(3) 計測方法と測定位置

計測は「図－9、静的載荷試験のフロー」に示す手順で行われる。



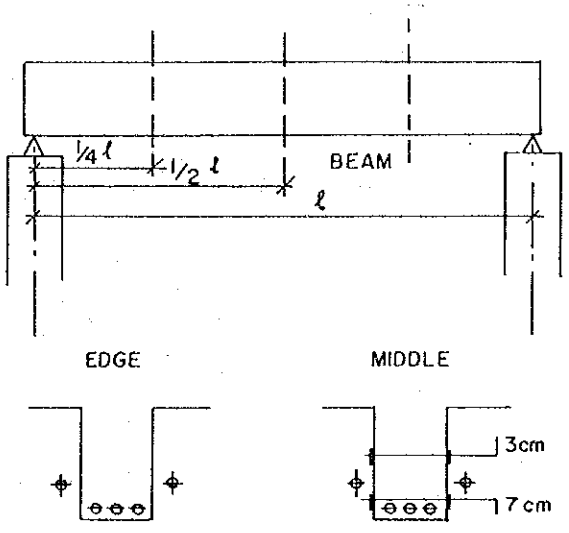
図－9　　静的載荷試験のフロー

なお、計測機器は「表－14　計測機器一覧表」に示す機器を使用した。

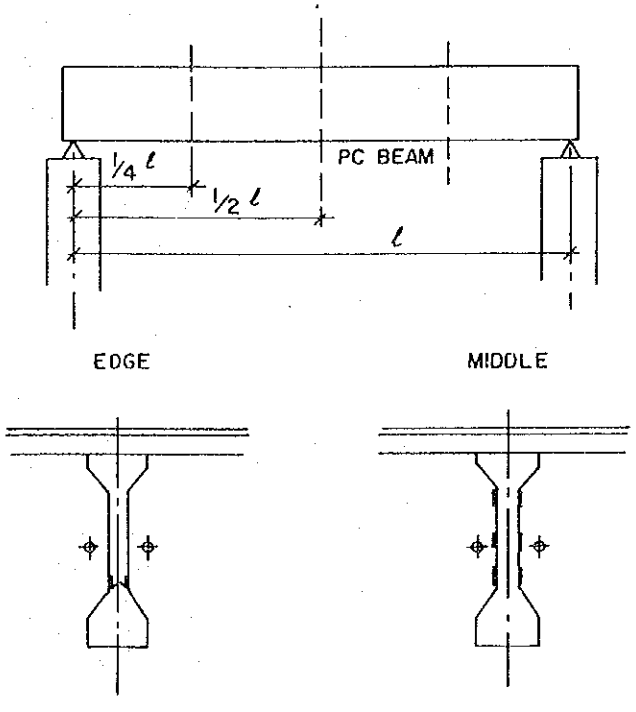
表－14　計測機器一覧表（1橋、1スパン）

	For PC RC Beam
1. Strain Gauge for Rebar (FLK-2)	36Nos.
2. Strain Gauge for Concrete (BT-102B)	32Nos.
3. Deflection、Meter (CDP-50-100)	28Points
4. Crack Gauge (KV-5C KV-25B)	11Points
5. Crack Meter (BCD-5B)	12Points
6. Thermometer (BT-102B)	8 Points
7. Thermo Gauge (KTR-KTC)	8 Points
8. Plate Mirror	5 Points

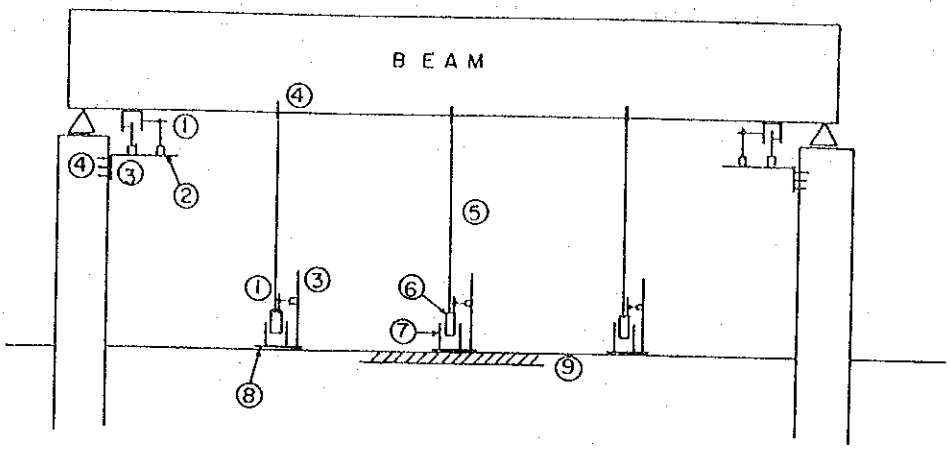
ストレーンゲージの位置はＲＣ橋では「図－10　ストレーンゲージの位置」、ＰＣ橋では、「図－11　ストレーンゲージの位置（ＰＣ橋）」に示す。その他の計測機器の位置は、「図－12　その他の計測機器の位置（ＲＣ、ＰＣ橋）」に示すとおりである。



図－10　　ストレインゲージの位置（ＲＣ橋）



図－11　　ストレインゲージの位置（ＰＣ橋）



① Deflection Meter CDP - 50 ~ 100mm
② Magnet Stand
③ Fixing Arm
④ Anchor Bolt
⑤ PC Wire
⑥ Weight 80 x 170
⑦ Sway Stopper
⑧ Fixing Plate
⑨ Scafolding Pipe or River Bed

図－12　その他の計測機器の位置（ＲＣ、ＰＣ橋）

3．3　点検調査と載荷試験の結果

3.3.1　点検調査の結果

点検調査の結果は本編Volume Ⅲ 4.2 Results of the Investigation for Soundnessに示す。

結果はそれぞれ、

- ひびわれの現状
- 橋梁のキャンバーと縦断図の測定結果
- コンクリート強度
- 鉄筋強度
- 既設橋梁の構造図
- 塩素含有量
- 損傷度リスト

にまとめられている（本編参照）。

3.3.2　載荷試験結果

載荷試験の結果は本編Volume Ⅲ 4.3 Results of the Load Testに示す。

結果はそれぞれ、

- 鉄筋のひずみより応力を算出
- コンクリートのひずみより応力を算出
- 桁のたわみ
- ひびわれの広がり
- 温　　度

にまとめられている（本編参照）。

3．4　現橋の評価

3.4.1　対象橋梁の評価方法

現橋の健全度に対する総合評価は次の項目で実施した。

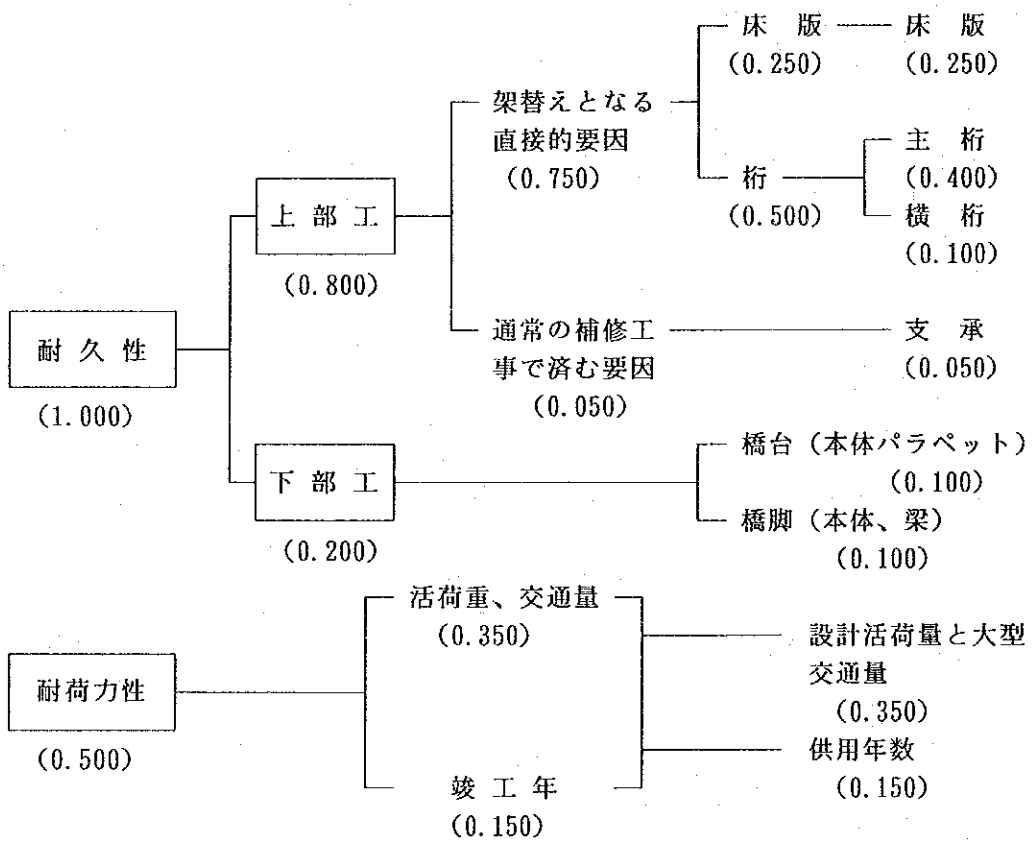
(1) 変状調査結果に基づく健全度評価

橋梁健全度について現在行なわれている手法「耐久性」と「耐荷力性」の２項目で評価することを設定した。

耐 久 性 ： 橋梁主構造の変状程度
耐荷力性 ： 竣工時の示方書と交通量、重交通および供用年数

本調査では各橋の変状調査結果（Damage Ranking List）を基に、耐久性、耐荷力性の主要な評価項目を設定し、評点化する。評価項目の重み付けの係数（bt）は表－15とした。

表－15　主要評価項目の重み係数（bt）の設定



注：（　）内数値は、耐久性および耐荷力性をそれぞれ1.000、0.500とした場合の各評価項目の重み係数（bt）の割合を示す。（Reserch data : Japan Ministry of Construction）

耐久性の評価因子別の評点（at）は次のとおり設定する。

A ： 1点
B ： 2点
C ： 3点
D ： 4点
E ： 5点

耐荷力性の評価因子別の評点（at）は次のとおり設定する。

活荷重と大型交通量

－ 1軸重7.0ton未満で大型交通量少 ： 1点
－ 1軸重7.0ton以上で大型交通量多 ： 3点

竣 工 年（供用年数）

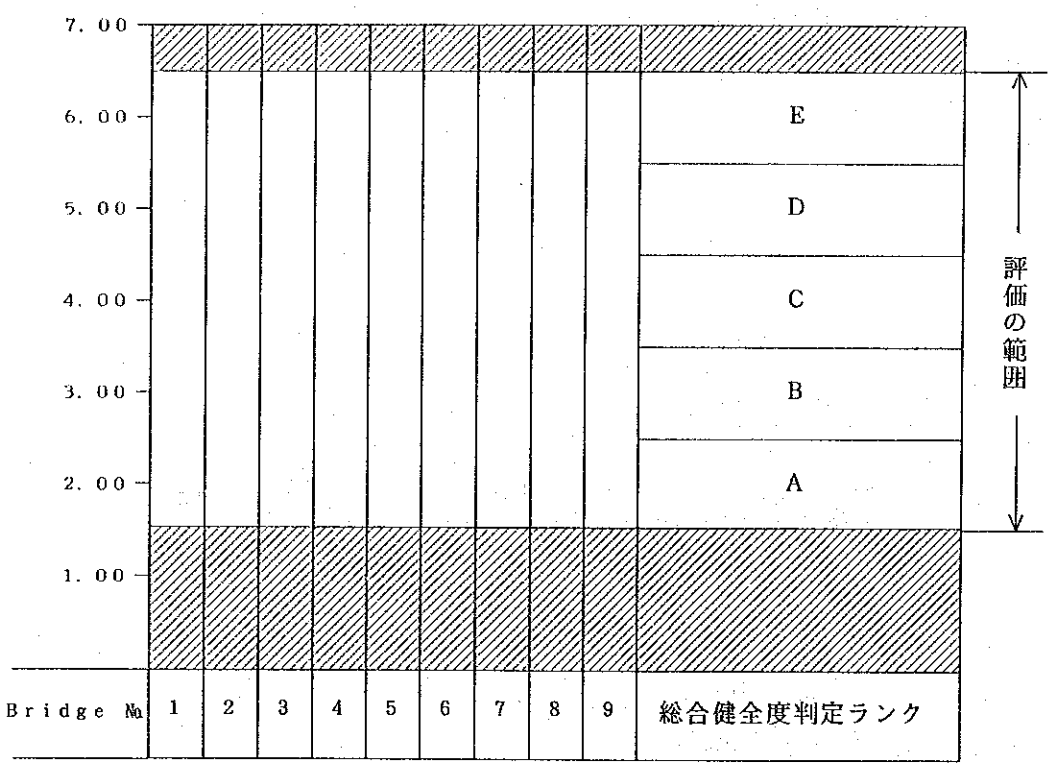
－ 1975年以降（20年未満） ： 1点
－ 1975年以前（20年以上） ： 3点

評価因子別の評点（at）に重み係数（前表bt）を乗じて耐久性、耐荷力性の総合得点を算出し、各橋の判定ランクをつける。表－16に評価因子別評点（at）と重み係数（bt）の表を示す。

表－16　評点（at）と重み係数（bt）表

		評価項目		評点（at）					重み係数（bt）	得点at×bt
耐久性	上部工	桁	主桁	A-1	B-2	C-3	D-4	E-5	0.400	
			横桁	A-1	B-2	C-3	D-4	E-5	0.100	
		床版		A-1	B-2	C-3	D-4	E-5	0.250	
		支承		A-1	B-2	C-3	D-4	E-5	0.050	
	下部工	橋台		A-1	B-2	C-3	D-4	E-5	0.100	
		橋脚		A-1	B-2	C-3	D-4	E-5	0.100	
耐荷力性	活荷重と大型交通量	1軸重7ton未満で大型交通量少						1	0.350	
		1軸重7ton以上で大型交通量多						3	0.350	
	竣工年（供用年数）	1975年以降（20年未満供用）						1	0.150	
		1975年以前（20年以上供用）						3	0.150	
総合得点										

表－16より、各橋のそれぞれの評価項目に対して評点（at）と重み係数（bt）を重じた総合得点が算出され、全橋9橋分について、健全度が判明する。これらを総合して健全度のランクが図－13のように示される。



図－13　　総合健全度判定ランク表

(2) コンクリートおよび鉄筋の品質試験結果による健全度評価

ＲＣ橋およびＰＣ橋の材料品質試験結果は、評価する基準値を設定してその基準値を満足するかまたは著しく劣るかどうかを判断するものである。

原則として評価基準値は設計・施工当時の条件値を用いるが、強度試験値以外は日本またはAASHTOの設計基準値を採用する。各試験は主に主桁部材に着目し、各橋ごとで平均値とした。材料試験結果に基づく評価は次の表－17のごとくのランク付けを行なった。

表－17　　材料試験結果に基づく評価

ランク	評　価　内　容
Ⅰ	基準値に対して満足する。
Ⅱ	基準値に対して同等かまたはやや不足する。
Ⅲ	基準値に対して著しく不足する。

(3) 載荷試験による健全度評価

載荷試験は橋の中心と1/4点についてたわみおよび応力度を測定し、コンクリートと鉄筋応力度については、次の公式にて算出した。

鉄筋（コンクリート）の応力度（kg／cm²）＝
ひずみ（$\times 10^6$）×鉄筋（コンクリート）の弾性係数（kg／cm²）

桁のたわみは、たわみ計にて計測した。

一方、載荷試験と同等な荷重体系で理論計算値をコンクリート応力度、鉄筋応力度とについて求めた載荷試験値と理論計算値との差異を比較した。

主桁や床版に大きいひびわれが生じている場合は、コンクリートのたわみが相応して大きくなるが、たわみ値のみで載荷試験値と理論値を比較するのは容易なことではない。したがって、コンクリートの剛性としてはたわみと鉄筋の引張応力度の両方から、現橋の評価をした。ひびわれが大きい部分については載荷荷重によるクラックの増加幅をクラック計で測定している。

それらの結果は、耐荷力計算の要素として加えられる。

(4) 耐荷力による現橋の評価

耐荷力はＲＣおよびＰＣ橋の主桁において、現橋が許容できうる活荷重を算出することにある。耐荷力算定方法は、ＲＣ橋とＰＣ橋とでは異なり、以下にそれぞれ説明する。

オマーン国で適用されている活荷重の基準に従って、格子理論計算を行う。計算結果は実応力度と許容応力度とを比較し、判断する。

1) ＲＣ橋の耐荷力算定方法

主桁の曲げ耐荷力は、現行設計活荷重（AASHTO荷重）に対する曲げ破壊安全率（γ）をもって表わす。中桁、外桁の耐荷力を求め、それらの最小値をその橋の耐荷力とする。

$$\gamma = f \cdot \frac{Mu - 1.1Md}{M\ell}$$

$$Mu = A_s \cdot \sigma_{sy} \left(d - \frac{1}{2} \cdot \frac{A_s \cdot \sigma_{sy}}{0.85\sigma_{28} \cdot b} \right)$$

γ ： AASHTO荷重に対する主桁の曲げ破壊安全率

f ： 実測、計算応力度比＝計算／実測

Mu ： 桁の曲げ破壊抵抗モーメント（t－m）

Md ： 現在の死荷重による曲げモーメント（t－m）

$M\ell$ ： AASHTO荷重による曲げモーメント（t－m）

σ_{sy} ： 鉄筋の降伏応力度（σ_{sa0}＝1,800に対して4,200kg／cm²とする。竣工時の実鉄筋の応力度）

b ： 圧縮フランジの有効幅（cm）

σ_{28} ： コンクリートの設計基準強度（σ_{28}＝210kg／cm²）

As ： 引張主鉄筋断面積（cm²）

耐荷力の算定方法は、表－18に示すように４つの方法が考えられる。

ここに、σ_0、δ_0、$M\ell$ は同じ算定方法（簡易法または荷重分配法）によるものとする。

表－18　耐荷力算定方法

耐荷力算定方法	算定の基準	f値（実測・計算応力比）
第１の方法	簡易計算法により$M\ell$ を求め、f＝1.4としてγを計算する。	1.4
第２の方法	主桁の荷重分配作用を考慮して$M\ell$ を求め、f＝1.0としてγを計算する。	1.0
第３の方法	載荷実験にてたわみを測定し、fは、たわみ計算値をたわみ実測値で除してγを計算する。	$\frac{\sigma_0}{\delta}$＝$\frac{\text{たわみの計算値}}{\text{たわみの実測値}}$
第４の方法	載荷実験にて鉄筋のひずみを測定し、fは応力度の計算値を応力度の実測値で除してγを計算する。	$\frac{\sigma_0}{\delta}$＝$\frac{\text{たわみの計算値}}{\text{たわみの実測値}}$

耐荷力算定方法の第１の方法から第４の方法まで順次計算し、次式のαが1.0を越えた場合は、その橋は耐荷力があると判定する。その４つの方法のうち最大の値をもってその橋の耐荷率のαとする。また、４つの方法によるすべてのαの値が1.0より小さい場合は第４の方法によるγをその橋の活荷重破壊安全率とする。

$$\alpha = \frac{\gamma}{\beta}$$

ここに　α　：　耐荷率

β　：　その橋に必要なAASHTO活荷重に対する破壊安全率で実橋の交通量と今後の供用年数から決まる値でβmax＝2.5とする。

また、その橋が供用できうる耐荷力（Ｐ）は、

Ｐ＝AASHTO活荷重×α（ton）

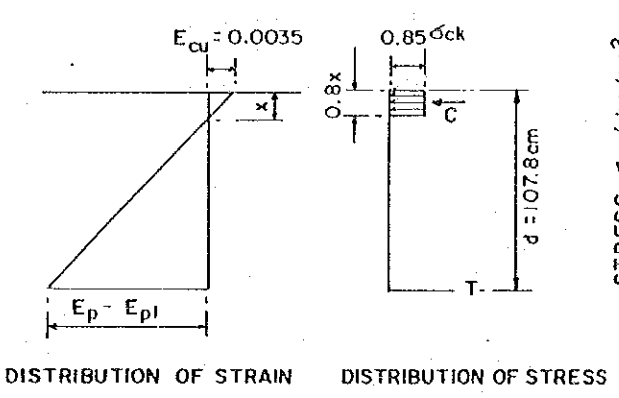
となる。

2)　ＰＣ橋の耐荷力の判定

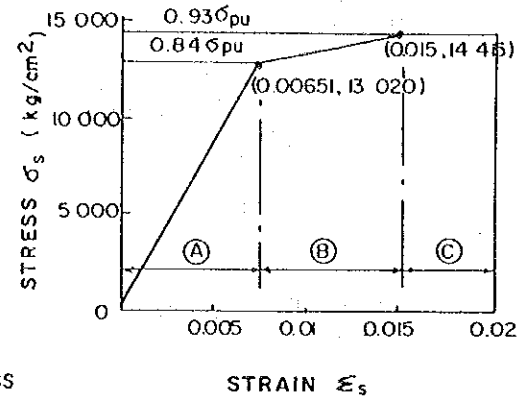
既設のＰＣ橋の耐荷力の判定は、軸力が作用しているＲＣ部材と同様であり、荷重による応力と断面に生じる応力度が比例しないため、簡単でない。また、引張部材として使用されている鋼材の応力や種類が重要となってくる。部材断面の破壊抵抗曲げモーメントによって終局荷重作用時の破壊に対する安全度の照査（荷重係数設計法）を行うことになる。

破壊抵抗曲げモーメントは、竣工図書および格子理論によるAASHTO活荷重体系からの算定によって得られる。

設計条件　：　ＰＣ鋼材量（ＡＰ㎠）
ＰＣ鋼材の破断強度（δpu kg／㎠）
有効プレストレス力（δpe kg／㎠）
圧縮フランジの有効巾（Ｂcm）
コンクリートの設計基準強度（δ_{28} kg／㎠）
有効高（ｄcm）
各主桁の死荷重による曲げモーメント（Ｍｄ　ｔ－ｍ）
各主桁の活荷重による曲げモーメント（Ｍｌ　ｔ－ｍ）
ＰＣケーブルの性質（弾性係数）（Ｅｐ kg／㎠）
コンクリートの終局ひずみ（ε_{cu}）
引張合力（Ｔkg）
圧縮合力（Ｃkg）
圧縮線から圧縮合力までの距離（ｋ・ｘ cm）



図－14　ひずみおよび応力度分布



図－15　PC鋼線φ7㎜の応力度・ひずみ曲線

破壊抵抗曲げモーメント（Ｍｕ　ｔ－ｍ）

$Mu = T\ (d - k \cdot x)$

終局荷重（M_{du}）は次式による。

a)　1.3〔死荷重〕＋2.5〔活荷重〕

b)　1.7〔死荷重＋活荷重〕

したがって、ＰＣ橋の安全度は次式によって判断される。

$$\frac{Mu}{M_{du}} > 1.0$$

3)　オマーン国設計基準による応力度の照査

まず、各国の活荷重設計基準により、代表的なBridge №1、2、6および9について死荷重および活荷重の曲げモーメントを算出し、比較した（Volume Ⅲ、Fig.6.5）。この結果、曲げモーメントの最大値はオマーン国設計基準における60tonトラック荷重を２車線載荷したケースである。

したがって、本対象橋梁では考えられる活荷重ケース、２ケースを設定し（Volume Ⅲ、Fig.6.6、Fig.6.7）、代表的な次のタイプの橋梁で理論計算を行ない、実応力度を算出し、許容値と比較し耐荷性を照査する。