

モザンビーク共和国
漁船修理施設整備計画
基本設計調査報告書

平成10年2月

JICA LIBRARY



J 1144041 (9)

国際協力事業団

水産エンジニアリング株式会社

モザンビーク共和国
漁船修理施設整備計画
基本設計調査報告書

平成10年2月

国際協力事業団
水産エンジニアリング株式会社



1144041 [9]

序 文

日本国政府は、モザンビーク共和国政府の要請に基づき、同国の漁船修理施設整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、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9年12月6日から12月20日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。調査団は、モザンビーク政府関係者と協議を行うとともに、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。

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

平成10年2月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝達状

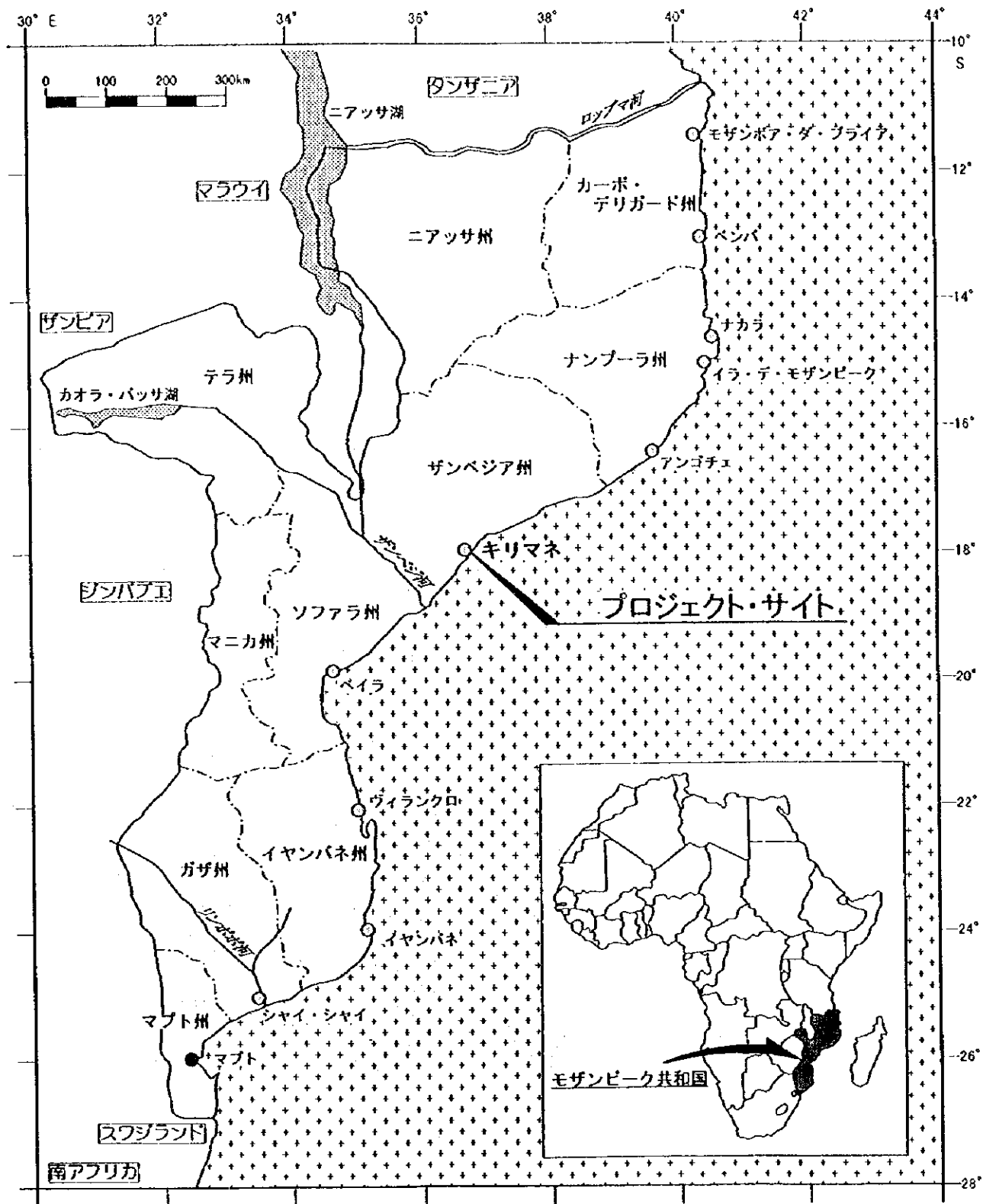
今般、モザンビーク共和国における漁船修理施設整備計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成9年11月21日より平成10年2月20日までの3.0カ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、モザンビークの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

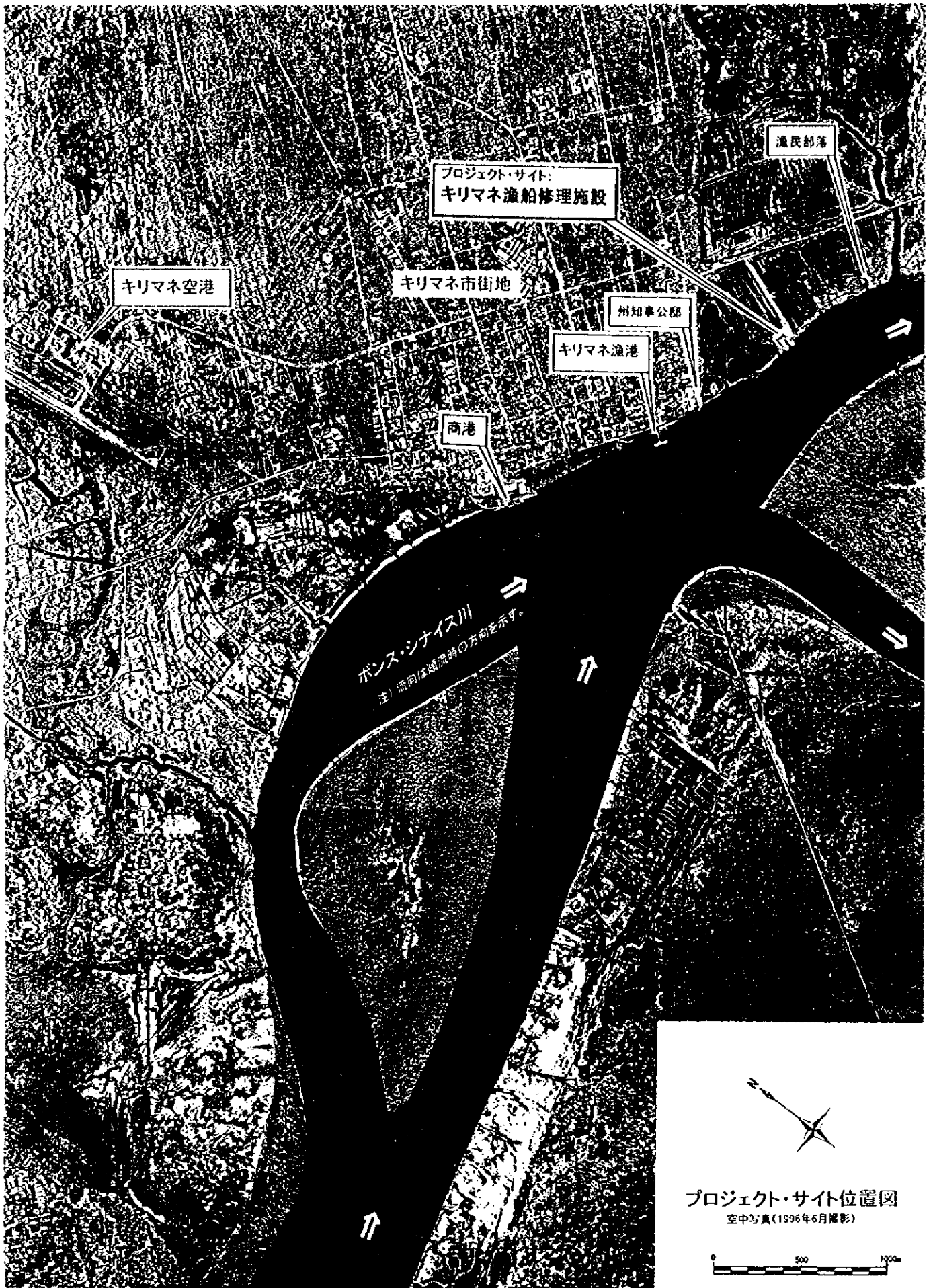
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成10年2月

水産エンジニアリング株式会社
モザンビーク共和国
漁船修理施設整備計画基本設計調査団
業務主任 渡辺邦弘



モザンビーク国キリマネ漁船修理施設整備計画
サイト位置図



漁民部落

プロジェクト・サイト:
キリマネ漁船修理施設

キリマネ空港

キリマネ市街地

州知事公邸

キリマネ漁港

高港

ホンス・シナイス川
(注) 流向は観測時の方向を示す。

プロジェクト・サイト位置図
空中写真(1996年6月撮影)

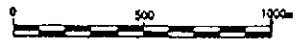




写真-1
上空よりサイトを見る
空中写真(1997年12月撮影)



写真-2
漁民部落の河岸浸食の状況
河岸は激しく浸食を受けている。



写真-3
州知事公邸前の河岸浸食の状況
護岸の擁壁基部が浸食され、擁壁が
倒壊している。(サイト上流約 500m)

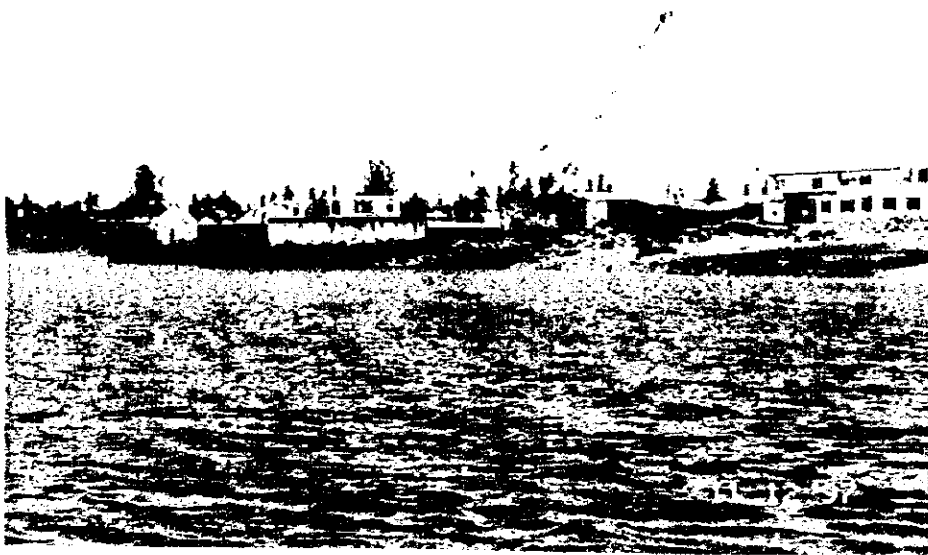


写真-4
下流側よりドックを見る。



写真-5
ドックの下流側の側部

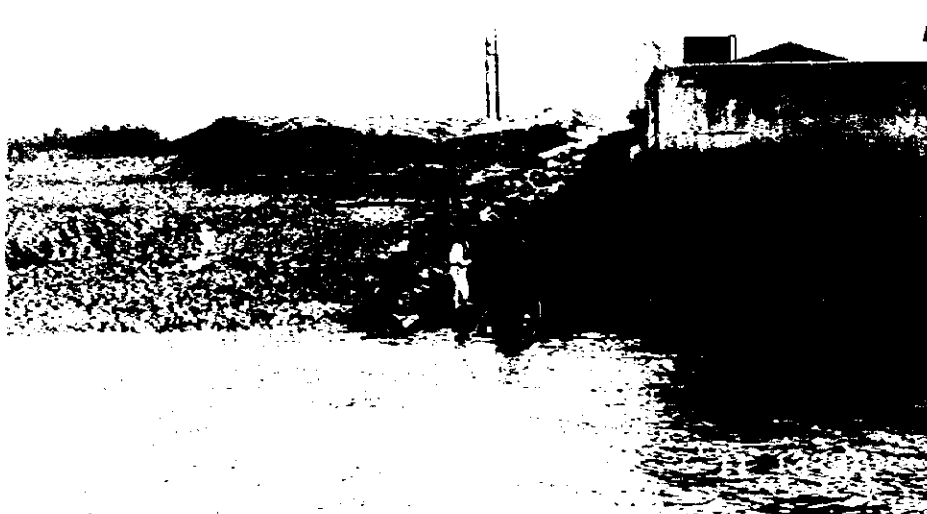


写真-6
ドックの上流側の側部
河岸は激しく浸食を受けている。

要 約

モザンビークはアフリカ大陸の南東部に位置し、面積は80.2万平方km、人口は1,811万人(1995年)で、その国土は南北に約2,100kmと長く、海岸線延長は2,740kmに達する。インド洋から供給される湿った空気が北部および西部の高地にあたって降雨をもたらすため、同国の中・北部では年間1,000~2,800mmの降雨量に恵まれている。これらの降雨はザンベジ川などの多くの河川を形成し陸上起源の栄養塩類を海域に供給しており、南赤道海流から分流し南流するモザンビーク海流、南北200海里にわたって広がるソファラ堆の存在などとあいまって、水産資源の再生産に好適な環境をもたらしている。このため、モザンビークの沿岸海域ではエビをはじめとする漁業資源の開発が活発に行われている。これらの漁業生産物は外貨獲得と国民への動物たん白食料供給の役割を担い、国民経済に重要な貢献をなしている。特にエビ類の輸出額は1995年には7,150万ドルに達し、カシューナッツ、綿、砂糖、木材などの伝統的な輸出品を加えた全輸出額の約43%を占め、エビは同国最大の外貨獲得商品となっている。

エビ類の大部分はトロール漁船により漁獲されるが、これらの漁船が毎年の定期点検や修理を行うために利用する修理施設は、モザンビークの最南端部に位置する首都のマプトと、マプトからおよそ700km北のペイラにあり、これらの施設が同国の長い海岸線に比して南部に偏在しているという問題があった。このため、モザンビーク政府は、同国中部に位置し主要漁場からも近いキリマネに漁船修理施設を整備する計画を策定したが、この計画はわが国の無償資金協力により実施され、施設は1994年12月にキリマネ乾ドックとして完成した。同施設は、漁船専用に整備された作業性の良好な施設であること、機械操作技術者など運営体制も整備されていること、などに加えて、マプトの浮きドック施設が老朽化のため操業を停止し漁船の修理需要に応じられなくなったこともあり、その運営は順調に推移し、97年7月末まで合計24隻の漁船の上架作業を行った。しかし、ボンスシナイヌ川の河岸浸食により乾ドック前面の構造物が深刻な洗掘を受け、前面護岸の鋼矢板下部およびドックゲート前面のコンクリート床版下部の地盤が流出し、キリマネ乾ドックは1997年8月から操業を停止する事態に至っている。

現状のままでは、施設の前面護岸の鋼矢板下部の跳ねだしあるいは前面護岸の円形すべりが生じることが懸念されるため、モザンビーク政府は、緊急に施設前面の埋め戻しを行い構造物の安全を確保するとともに、漁船の効率的で安全な操業を維持し漁業セクターによる経済活動を持続させるため、キリマネ乾ドックの機能回復を目的とした「漁船修理施設整備計画」(以下本計画という)を策定し、日本政府に無償資金協力の要請を行った。

モザンビーク政府の要請を受けて、日本政府は、1997年7月に実施した施設の現状確認調査に続き、本計画の基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団(JICA)は、1997年12月に基本設計調査団を同国に派遣した。

基本設計調査団は、ドック施設の修理に係る最適案を含む基本設計概要書を作成し、この内容をモザンビーク側関係者に説明すると同時に、本計画の重要性および緊急度の検証、運営機関の財務状況および技術水準の調査、ボンス・シナイス河の水位、流速、流量、河床の洗掘、地盤などを含む自然条件調査、今後の河岸浸食の進行を監視するためのモニタリング計画を含む維持管理内容の調査、施工・機材関連調査、事業効果の発現・持続性確保に係る調査などを実施した。

モザンビーク政府農業水産省、公共事業省、キリマネ乾ドック関係者との協議ならびに現地調査の結果から、キリマネ乾ドックは、キリマネを基地として操業しているエビトロール漁船を中心とした漁船が安全で効率のよい運航を行うために必要不可欠な基盤施設として機能していること、エビ資源を保護しその持続的開発を図るため、大規模漁船による漁獲努力の抑制をはかるモザンビーク政府の政策を推進するためにキリマネ乾ドックの機能回復が重要な役割をはたすと考えられること、漁業活動に伴う雇用機会の創出と消費活動が地域経済に大きな波及効果をもたらしていること、などが明らかにされ、キリマネ乾ドックの機能を早急に回復することの社会的・経済的必要性は高いと結論された。

現地調査の結果を基に解析・検討を行った結果、本計画の実施効果を高め事業の持続性を確保するためには、以下の基本構想にそって構造物を設計することが妥当であると結論された。

1. ドック前面の洗掘により崩壊の危険のある護岸構造物を浸食保護柵により保護し当初のドックの機能を回復すると同時に、将来の河岸浸食の進行に対処するため、ドックの両側面を既存前面護岸から50m 手前の範囲まで浸食保護柵で囲う。
2. ドック前面の浸食保護柵は、前面の水深が現在の河床の最大水深である-14m に下がった場合にも耐えられる構造とし、その前面に蛇かごを設置して杭構造物の直前面の洗掘を防止する。浸食保護柵の内側のマウンドの高さは、ドックゲート部の水深とほぼ同一の-2.0m とし、表面を平坦に仕上げることにより流れが乱れることを回避し操船上の安全を確保する。
3. 将来の河岸浸食の様態を正確に予測することは現状では困難であるので、浸食の進行状況を常時監視し、予測を超える浸食が発生した場合には迅速な措置を講ずることが可能なように、キリマネ乾ドック自身で浸食状況の観測記録作業が行える監視用機材を計画する。

本計画の目的を達成するために整備すべき施設、機材は以下のとおりである。

項目	内容(仕様)	規模・諸元
浸食保護工 (鋼管杭の打設)	鋼管杭 φ 711 x 12t x 16.0~16.5m.	天端高 -5.0~±0.0m L=16.5m 延長 150.5m L=16.0m 延長 81 m
護岸前面マウンド造成工	砂のう 中詰め砂 被覆石 洗掘防止シート	2,980 m ³ 7,500 m ³ 3,540 m ³ 5,814 m ²
前面護岸保護工 (鋼矢板の打設)	鋼矢板Ⅳ型 14m.	天端高 +3.5 m 水深 -2.0 m 延長 86.4 m
既存構造物修復工	ドックゲート床版: プレキャスト・コンクリート版 + H鋼杭 目地開き修正: セメント・モルタル注入 上部コンクリート・クラック補修	150 m ² 1 式 1 式
洗掘防止工 (じゃ籠の設置)	じゃ籠 T = 50cm	1,940 m ²
モニタリング機材	(1)記録式測深機:0-50m, 200kHz, 乾式記録紙 150mm 幅 (2)レベル:自動式 3級 (3)作業艇:FRP 艇体, 60psディーゼル 船内機関, 全長 8m	1 台 1 台 1 隻

本計画に必要な事業費は、総額約7.70億円(モザンビーク側負担なし)と見込まれる。本計画の全体工期は実施設計も含めて12.5カ月が必要である。

本計画の実施機関は、34名の職員を擁し既存の漁船修理施設の運営管理を行っているキリマネ乾ドックである。本計画の実施にとまない発生する維持管理は、将来の河岸浸食の進行にもなって必要が生じると予測されるドック構造物と浸食保護柵との間の法面の埋め戻し作業であり、これらの法面補修費は、平均的には年間1.1億MTとなる。この維持管理費は、96年のキリマネ乾ドックの減価償却費を除く運営余剰が6.1億MTであることを考慮すれば、ドックの機能が回復されこれまでと同様な運営努力がなされる限り、政府補助金などの特別の予算措置などを必要とせずにキリマネ乾ドックの運営経費のなかで負担が可能であると判断される。

本計画の実施によりキリマネ乾ドックの機能が回復すれば、キリマネ以北を基地とする29隻の漁船が毎年定期検査のため、ベイラ、マプトまたは直近の国外の修理施設である南アフリカのダーバンまで回航する必要がなくなり、効率的な操業が保証される。

また、漁業資源の中でも特に価値の高いエビ資源の持続的な利用を可能とさせる資源管理施策がより確実に実現されると判断される。

以上から、基本設計調査団は、本計画をわが国の無償資金協力により実施する意義は大きいと判断する。

本計画の実施にともなう課題としては、次の2点があげられる。

1. 本計画の実施により、将来の河岸浸食の進行に対しても相当程度防護される施設が実現する。しかし、計画施設が大きな潮位差により常に順流と逆流にさらされる河口域に位置するという条件から、周辺の河岸浸食の正確な将来予測を定量的に行うことは困難である。このため、本計画の実施機関であるキリマネ乾ドックが計画地付近の河岸変遷の状況を計測・監視し、それらの結果を時系列に整理し河岸浸食の進行状況を常時把握しておくことが重要である。過去との比較により河岸浸食の状況を判断する作業は長期にわたり継続される必要があり、本計画で作成されるモニタリング・マニュアルに基づき、キリマネ乾ドック自身がこれらの作業を実施する必要がある。
2. 乾ドックの機能が回復され、今後予測される中規模漁船の勢力が伸張するにともない、修理施設に対する需要も増大すると予想される。これは同時に、漁船規模・船型の多様化が進むことを意味し、これらの状況に対応して最適なドック作業が行えるような施設整備を作業の閑散期を利用してドック自身の手で実行するなど、単に旺盛な修理需要に依存するだけでなく、堅実で効率の高い積極的な運営維持管理努力を継続することが必要である。

目次

序文

伝達状

位置図／写真

要約

1.要請の背景.....	1
2. プロジェクトの周辺状況.....	2
2.1. 水産部門の概要.....	2
2.1.1. 社会・経済の概況.....	2
2.1.2. 海洋環境の特性.....	2
2.1.3. 開発可能資源.....	3
2.1.4. 漁業生産量.....	4
2.1.5. 水産業開発計画.....	5
2.1.6. 既存の船舶修理施設.....	6
2.1.7. 漁業振興政策とドライドックの今後の需要.....	7
2.1.8. キリマネ乾ドックの運営組織と実績.....	7
2.2. 他援助機関との関連.....	8
2.3. わが国の援助実施状況.....	8
2.4. プロジェクト・サイトの状況.....	9
2.4.1. プロジェクト・サイトの位置.....	9
2.4.2. 自然条件調査内容.....	9
2.4.3. 自然条件調査結果.....	11
2.4.4. 社会基盤整備状況.....	19
2.4.5. 既存施設の現状.....	20
2.4.6. 既設構造物の安全性の評価検討.....	26
2.5. 環境への影響.....	27
3. プロジェクトの内容.....	28
3.1. プロジェクトの目的.....	28
3.2. プロジェクトの基本構想.....	28
3.3. 河岸浸食の状況と発生機構.....	29

3.3.1. 河岸浸食の状況.....	29
3.3.2. ドック周辺における河岸浸食の発生機構.....	32
3.3.3. 河岸浸食の将来予測.....	34
3.4. プロジェクトの最適案に係る基本設計.....	37
3.4.1. 浸食保護工の設計方針.....	37
3.4.2. 基本計画.....	40
3.4.3. モニタリング計画.....	51
3.4.4. モニタリング用機材.....	53
3.4.5. 基本設計図.....	54
3.5. プロジェクトの実施体制.....	57
3.5.1. 組織.....	57
3.5.2. 予算.....	58
3.5.3. 要員・技術レベル.....	58
4. 事業計画.....	59
4.1. 施工計画.....	59
4.1.1. 施工方針.....	59
4.1.2. 施工上の留意事項.....	59
4.1.3. 施工区分.....	60
4.1.4. 施工監理計画.....	60
4.1.5. 資機材調達計画.....	63
4.1.6. 実施工程.....	64
4.1.7. 相手国負担範囲事項.....	65
4.1.8. 概算事業費.....	66
4.2. 運営維持・管理費.....	67
5. プロジェクトの評価と提言.....	68
5.1. 妥当性にかかる検証および裨益効果.....	68
5.2. 技術協力・他のドナーとの連携.....	69
5.3. 課題.....	69

第1章 要請の背景

モザンビークの海岸線延長は2,740kmで、インド洋に面した同国海域の大陸棚面積は約10万平方kmある。沿岸海域は、南赤道海流から分枝し南流するモザンビーク海流、陸上起源の栄養塩類を供給するザンベジ川等の多くの河川および南北200海里にわたって広がるソファアラ堆等の存在により、エビをはじめとする漁業資源の再生産に好適な環境にあり、漁業資源の開発が活発に行われている。モザンビークの伝統的な輸出品であるカシューナッツ、綿、砂糖および木材等の一次産品の中にあつて、エビ類の輸出額は、これらの伝統的な輸出品を加えた全輸出額の約13%(1995年)を占め、漁業は国民に対する動物たん白食料の供給を担うと同時に同国の外貨獲得に重要な役割を果たす産業となっている。

エビ類の大部分はトロール漁船により漁獲されているが、漁業部門を管轄するモザンビーク政府農業水産省は、エビ資源の持続的利用を図るため、大規模エビトロール船による浅海エビのTAC(許容漁獲総量)を年間6,500トンに設定するとともに、毎年1月1日より60日間の禁漁期間を設け、大規模漁船による漁獲努力量を抑制する政策を採っている。同時に、漁船が効率的で安全な操業を継続できるよう水揚げ施設や修理施設の拡充に努めているが、これらの漁船が毎年の法定点検や修理を行うため利用する修理施設がモザンビークの最南端部に位置するマプト、マプトからおよそ700km北のペイラにのみ存在し、同国の長い海岸線に比してこれらの施設が南部に偏在しているという問題をかかえていた。このため、モザンビーク政府は、同国中部に位置し主要漁場からも近いキリマネに漁船修理施設を整備する計画を策定し、この計画がわが国の無償資金協力により実施され、漁船修理施設は1994年12月にキリマネ乾ドックとして完成した。

同施設は、漁船専用に整備された作業性の良好な施設であること、大型機械の操作など自前の技術者を確保し、さらにドックマスターとして日本人専門家が派遣されるなど、運営体制も整備されていることなどから、その運営は順調に推移してきた。しかし、ボンスシナイス川の河岸浸食により乾ドック前面の構造物が深刻な洗掘を受け、前面護岸の鋼矢板下部およびドックゲート前面のコンクリート床版下部の地盤が流出し、キリマネ乾ドックは1997年8月から操業を停止する事態に至った。

現状では施設の前面護岸の鋼矢板下部の跳ねだしあるいは前面護岸の円形すべりが生じることが懸念されるため、緊急に施設前面の埋め戻しを行い構造物の安全を確保するとともに、漁船の効率的で安全な操業を維持し漁業セクターによる経済活動を持続させるため、モザンビーク政府は、キリマネ乾ドックの機能回復を目的とした「漁船修理施設整備計画」(以下本計画という)を策定し、日本政府に無償資金協力の要請を行った。

第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1. 水産部門の概要

2.1.1. 社会・経済の概況

モザンビークは、石炭、タンタライト等の鉱物資源やエビ資源を中心とした漁業資源に恵まれていること、農業に適した気候にあり、カシューナッツ、綿花、砂糖、茶等の栽培も盛んに行われていること、ザンビア、ジンバブエ、マラウイ等の隣接する内陸諸国に対する物資輸送ルートの提供が主要な外貨獲得源になること等、経済開発を進めるための基盤条件には比較的恵まれた環境にあった。しかし、1975年の独立以降、長期にわたる内戦の恒常化、行政組織や生産基盤の弱体化、洪水や旱魃などの自然災害、等の原因により、同国経済は低迷の一途を辿った。このため、モザンビーク政府は1987年に世銀による構造調整を受け入れ、経済再建計画(ERP)に着手した。その結果、農業や軽工業を中心に生産活動は徐々に回復を見せ、特に、1993年には好天と内戦の終焉により経済成長率は19%を記録した。その後も、外資の導入による工業生産の伸びや民間部門の経済活動の活性化などが見られ、1987～95年までの成長率は平均6.7%に達した。しかし、一人当たりのGNPは80ドル(95年)と依然として低い水準に置かれている。同国の社会・経済の概要については、巻末の付属資料--4に示した。

2.1.2. 海洋環境の特性

モザンビークの水深200m以浅の大陸棚面積はおよそ10万平方kmで、アンゴシェからペイラ沖合にかけて広がるソファアラ堆がその6割を、サベ河以南の南部海域が3割弱を、アンゴシェ以北の北部海域が残りの1割強を占めている。北部海域と南部海域では、一般的に、散在する海底谷や珊瑚礁のため底引網漁業には適さない地形が多いのに対して、中央のソファアラ堆では大陸棚の傾斜が比較的なだらかなこともあり、底引網漁業の可能な海域が広い。

モザンビークの主要河川としては、ロブス、ルリオ河(北部)、ザンベジ、ブンケ、ブジ、サベ河(中部)、リンボボ、インコマチ河(南部)の8河川があげられる。これらの河川によりモザンビーク海域に流入する陸水は膨大な量にのぼり、沿岸海域の海洋構造に季節的に大きく影響するとともに、年々輸送される栄養塩類やシルト系沈泥は大陸棚の海洋生物の再生産に重要な影響を与えている。さらに、これらの主要河川の河口域を中心に、全域で総面積850平方kmに達するマングローブ林が繁茂し、1,200kmの海岸(河口域および上流域を含む)を覆っている。特にザンベジ河、ブンケ河など主要河川の集中する中部海岸域では面積で8割に相当する670平方kmのマングローブが生育している。

本計画の対象地域であるキリマネの沖合は、南北200海里にわたって浅海エビの漁場が広がっているが、これは曳網可能水域が広く、流入陸水が豊富なことと広大なマングローブ域が存在することなど、エビの再生産に有利な自然環境に恵まれていることに由来している。

2.1.3. 開発可能資源

モザンビークの周辺海域での漁業資源調査は、1975年の独立直後から外国機関やFAOの支援により数回にわたり実施されている。1991年の9月に、モザンビーク水域の漁業資源に関する国際会議が当時のモザンビーク政府漁業研究所で開催されており、有用資源に対する許容漁獲総量(TAC)、資源管理のための規制などが取りまとめられている。1994年8月に発表された水産分野の総合開発計画では、1991年のデータをベースにその後の漁獲努力や漁獲量の推移を考慮し、開発可能資源の状況を表2.1-1のようにまとめている。

表 2.1-1 モザンビーク周辺海域の開発可能資源

資源	可能資源量 (トン)	推定漁獲量 (トン)(1993)	開発強度
甲殻類			
Peneideエビ	19,100	11,522	ソファラ堆、マプト湾では圧力大、他の小規模漁業地域では中庸
Mundleエビ	4,100	3,151	漁獲圧力大
深海エビ	3,500	1,830	中
深海ロフスター	400	292	大
深海イセエビ	500	450	中
深海カニ	800	309	中
イセエビ	150	20	小
マングローブカニ	13,300	2,000	小
海産魚類			
大型底魚類	29,500	7,338	セントラサロ堆では未開発、他は中
大型表層魚	37,000	4,212	極めて小
サメ	10,500	2,236	小
小型底魚	116,500	15,875	小
小型表層魚	131,300	35,894	小
底棲魚	500	250	小
軟体類および他の海産資源			
ナマコ	750	700	大
イサナ	2,000	240	小
海草	500	0	小
貝類、二枚貝	2,200	200	小
淡水魚			
タガニーカイリン(カボラハッサ)	15,000	460	小
底魚(カボラハッサ)	5,000	4,500	大
テラピア類(ニアサ湖)	22,000	4,000	小
合計	391,400	96,566	

(出典: Master Plan, State Secretariat of Fisheries, Aug. 94)

上表による可能資源量と現状での漁獲強度から、同国水産庁(Secretaria do Estado das Pescas = SEP、当時)が1994年に策定した水産総合開発計画では、今後の水産資源開発の方向は、海域および淡水域とも未・低利用の甲殻類および魚類の開発、エビトロール漁業の混獲魚の有効利用および海面養殖に向けられるべきとしている。

2.1.4. 漁業生産量

同国の漁業生産統計は、全長20m、主機関馬力350psを越える漁船で行われる大規模漁業、全長10m-20m未満、主機関馬力350ps未満の漁船による中規模漁業、全長10m未満の漁船による小規模漁業に分類されて、集計されている。1992-96年の漁獲量を表2.1.-2に示す。

表 2.1.-2 漁業種類別漁獲量 (単位: トン)

漁業種類	1992	1993	1994	1995	1996
大規模漁業	22,701	12,522	17,690	17,217	16,281
中規模漁業	1,271	2,834	2,405	4,184	7,123
小規模漁業	3,835	3,839	3,362	3,512	11,511
合計	27,807	19,195	23,456	24,913	34,915

(出典: Estatísticas de Pesca, Direcção Nacional de Pescas, 1996)

大規模漁業による漁獲量のうちエビ類の占める割合は1996年では約54%と大きいですが、資源管理の徹底とともに漁獲量の変動は小さくなる傾向があり、今後の大規模漁業による漁獲量の拡大の可能性は少ないと判断される。中規模漁業の漁獲量は増大しているが、これは現在政府が推進している中規模漁業に対する振興政策によるところが多いと推定される。小規模漁業の漁獲量が96年に大きく増大しているが、これは小規模漁業による漁獲が実際に市場流通している量を正確に把握することの困難さも一因となっていると思われる。主要魚種別の漁獲量を表2.1.-3に示す。

表 2.1.-3 主要魚種別生産量 (単位: トン)

魚種	1994	1995	1996
エビ	6,645	7,699	8,005
深海エビ	2,250	1,770	1,771
イセエビ	307	248	137
小型イセエビ	261	179	132
カニ	345	414	564
イカ	106	142	366
ナマコ	0	6	54
二枚貝	111	38	57
タコ	30	29	49
マグロ類	3,914	3,347	2,461
カジキ類	0	312	358
サメ類	0	165	21
その他海産魚類	7,437	6,209	12,490
タンガニーカワシ(淡水)	925	3,173	5,574

(出典: Estatísticas de Pesca, Direcção Nacional de Pescas, 1996)

エビ類およびイセエビ類は輸出に向けられる割合が極めて大きく、特に大規模・中規模漁業で漁獲された製品のほとんど全てが輸出されており、外貨獲得に貢献している。表2.1.-4に魚種別輸出量(製品重量 = 例えば無頭処理されたエビなど)を示す。

表 2.1.-4 魚種別輸出量 (単位: トン)

魚 種	1994	1995	1996
エビ	5,694.1	6,219.8	5,620.1
深海エビ	1,603.5	1,055.6	1,178.0
イセエビ	243.0	173.8	203.3
小型イセエビ	169.0	121.3	71.2
カニ	215.1	176.0	156.7
ナマコ	7.3	4.5	0
軟体類	7.5	89.3	13.5
その他魚類	332.2	521.9	1,092.8

(出典: Estatísticas de Pesca, Direcção Nacional de Pescas, 1996)

2.1.5. 水産業開発計画

1995年1月に発足した新政府は、同国の経済再建計画にしたがい、政府の果たすべき役割を再検討し、より必要性の高い分野に資源を配分し市場経済を通じた経済社会開発を重視する方向をより鮮明に打ち出した。水産分野でも国の役割の再編成を中心とした見直し作業が行われ、94年8月には、政府の中期および長期の開発目標の設定、民間の投資および活動対象を明確にするなどの目的で、水産分野の総合計画が策定されている。現在モザンビークの水産行政は、基本的にはこの総合計画に沿って進められている。

水産総合計画によれば、水産開発における国の基本的な役割を、水産資源の所有者として漁業活動がその持続的な利用を脅かすことのないようまた漁業活動による国民の利益が極大化するように保障すること、と規定している。具体的には、

- ① 環境を保持しながら水産開発が進むように誘導する。
- ② 民間投資に有利な環境を整え同時に生産を調整しうる機構を導入する。
- ③ 商業的な目標を持つ活動には直接関与しない。
- ④ 漁港と関連施設の所有を維持し、生産者の必要に応じてそれらの整備発展に責任をもつ。
- ⑤ 漁業、加工、流通に必須の基盤施設をそれらが正当化される場所に整備する。
- ⑥ 専門技術訓練、漁獲物の品質検査などの必須の行政サービスを提供する。
- ⑦ 水産業の構造変革をうながす経済的な優遇策を準備する。
- ⑧ 漁業権や関連事業、あるいは行政サービスから対価を徴収する。

との8項目をあげており、政府は民間の事業に直接干渉せず、資源の持続的な利用と基盤施設の整備に責任をもち、受益者に対し国の資源を利用することから生じる利益に対して課税する、という明確なガイドラインが示されている。

一方、水産分野における民間の役割として、

- ① 国家経済の向上に貢献する主要な分野として存在する。
- ② 法令や規制に従い漁獲、加工、流通、その他の商業活動を行う。
- ③ 事業団体としてまとめ、開発目標を達成するために政府が優先して取り組むべき活動を形成させる。

と規定しており、国の社会経済発展のために水産分野における民間の活動が果たす役割が大きいことを明確にしている。

2.1.6. 既存の船舶修理施設

小規模な斜路施設などを除き、鋼製の船舶が法定整備を行うために入渠できる船舶修理施設は、97年12月現在、首都のマプトに1カ所、マプトからおよそ700km北に位置するベイラに1カ所、ベイラからさらに北に約300kmにあり本計画の対象となっているキリマネ乾ドックの3カ所ある。これら3カ所の修理施設の他に、1996年まではマプトに浮きドックが稼働していた。この浮きドック本体の規模は長さ155m×幅18m×深さ6.5mで、そのほかに工作機械工場、鋼板加工工場、付属設備などを備えた大型施設であったが、維持管理費がかさんで施設の運営を圧迫し、設備等の更新がなされなかつたため船台が傾斜し始め、回復の見込みがたたないことから完全に操業を停止した。

現在稼働しているマプトの船舶修理施設は民間が運営しているが、施設自体は政府の所有となっている。乾ドック本体の規模は、長さ80m×幅12m×深さ13.9mで、浮体式のドックゲートを設備している。小型船舶用の斜路も併設されているほか、工作機械、鋼板加工機械、木工機械などの工場施設も充実しており、首都のマプトに位置していることもあり技術者の質も高いと言われている。従業員数は約180名で、97年の入渠船隻数は30数隻に達すると予測されている。特に最近はドックの規模を充分活かした大型船の入渠実績が増加し、ドックの運営状況は好調である。設備関係では老朽化が目だちつつあるものがあるが、排水ポンプなど一部の主要設備の更新がなされている。

ベイラのドックは、長さ110m×幅17m×深さ6.5mの乾ドック本体、7トン走行クレーン、工作機械などが設備されており、現存している3カ所の修理施設のなかでドック本体の規模は最も大きい。全長35m程度以下の船舶であれば2隻が同時に入渠できる。このため同型船を短期間に上架させるには好都合であるといえるが、入出渠は常に2隻同時におこなわなければならないため、修理内容の異なる2隻の修理期間を調整する必要が生じ、効率が落ちるとい問題はさげられない。ベイラの修理施設の運営はポルトガル系企業により行われているがその詳細は不明である。規模が大きいだけに収益を確保するためには相当な運営努力が要求されるものと考えられる。

以上のとおり、モザンビークには既存の船舶修理施設が3カ所しかなくそのうち2カ所はマプトとベイラという同国の南部に位置している現状から、キリマネの漁船修理施設はキリマネを基地として操業しているエビトロ

ル漁船を中心とした漁船が安全で効率のよい運航を行うために必要不可欠の施設として機能しており、この施設の機能が長期間にわたり停止することは、これらの漁船の漁業活動に大きな影響を与えると判断される。

2.1.7. 漁業振興政策とドライドックの今後の需要

1997年現在漁業許可を保持している漁船数は、大規模漁船が103隻、中規模漁船が50隻である。このほかに外国船籍の漁船116隻に漁業許可が発行されている。

水産総合計画では、中規模漁業は国内消費用の漁獲拡大と輸出による外貨獲得の双方を達成できる漁業と位置づけられており、この階層の漁業は、漁船も複雑化せず必要な漁労技術も比較的単純で、大規模漁船との比較において、投資額の割には収益もあがるとされ、現状のモザンビークの企業能力からして最適な漁業形態として位置づけられている。政府は、特にエビトロール漁業について混獲魚の利用を考慮した中規模漁業による開発については大きな可能性があると判断しているが、既存の中規模漁船の多くは、船齢も古く、劣悪な保守管理状況、脆弱な技術力、不十分な資本力や信用力という問題を抱えており、これらの問題の解決のため、当面は外国との合弁企業が中規模漁船の導入を図ることに対しては優先的に漁獲枠を与える等の優遇措置を講じている。

キリマネで漁業活動を行っている代表的な企業として、スペイン系と日系の合弁漁業会社があげられる。これらの2社は、97年12月現在でそれぞれ11隻、14隻の漁船を使用して操業を行っているが、同国の水産分野の総合計画に従って、日系の合弁企業では98年1月から新たに3隻の中規模エビトロール船の投入を計画しており、さらに98年の実績により99年にも同数の増隻を計画しているとされている。また同様に、スペイン系の合弁企業でも中規模漁船の投入を検討中とのことであり、そのほかにキリマネを基地として操業を計画中の中規模漁船も数隻あるといわれている。中規模漁船の将来の増加動向については98年から着業する中型エビトロール船の操業実績がある程度あきらかになるまでは確定的な予測は難しいが、少なくともキリマネの漁船勢力が増強されることは確実にしており、乾ドックの需要が増大することは間違いない。入渠船舶が小型化した場合には、上架後の渠内作業時間に比べて入出渠作業に必要な時間が相対的になくなるため、開閉が簡単なフラップ式のドックゲートや渠内排水時間が短いなどの特徴を備えるキリマネ乾ドックの経済性は中規模漁船の振興にとっても重要な支援要因となると考えられる。

2.1.8. キリマネ乾ドックの運営組織と実績

キリマネ乾ドックは1996年1月に操業を開始し97年7月末にドックゲートの完全開閉ができなくなるまで約19カ月間操業を続けた。97年12月現在でも、上架作業は不可能であるがドックの機材の賃貸業務は継続しており、これがドックの唯一の収入源となっている。19カ月間の操業期間中に上架作業を行った船の数は24隻であるが、施設規模がモザンビークで操業している漁船の大部分を占めている全長40m程度以下の船に適合しており、ドックの作業性も良好なことから、97年8月以降にも少なくとも14隻の漁船の上架予約があったとされている。

1996年のキリマネ乾ドックの損益計算書は以下のようになっている。

表 2.1-5 キリマネ乾ドック1996年損益計算書 (単位: 千MT)

支出項目	96年度	収入項目	96年度
直接原材料購入費	1,108,334	上架料収入	2,225,912
人件費	661,931	クレーン等賃貸料	911,000
光熱水道・燃油費	411,131		
維持修理・通信・外注費	235,487		
その他の原価	108,064		
原価小計	2,524,947	売上小計	3,136,912
当期減価償却費	8,985,855	営業損失	8,373,890
合計	11,510,802	合計	11,510,802

表2.1-5のとおり売上総額が31.3億MTに対して原価総額は25.2億MTであり、この段階では6.1億MTの運営余剰を記録している。施設および機械の減価償却費を加えれば、会計上の損益は大幅なマイナスとなるが、施設・機械がわが国の無償供与によるモザンビーク政府の国有資産であること考慮すれば、キリマネ乾ドックの運営は黒字となる。

1997年はドックが操業を停止する7月までに10隻の上架作業を行い、これらの入渠料収入が15.6億MT、その他の機械賃貸料収入が9.1億MTで、収入合計は24.7億MTとなる。一方、同期の合計経費は10.8億MTで、96年に続いて順調な運営がなされていると評価される。8月以降は入渠料収入はなく、8～11月で1.47億MTの機械賃貸料収入をあげた。同期間の経費は合計4.09億MTである。したがって、97年11月末時点では、収入総額は26.17億MT、経費総額は14.89億MTとなり、キリマネ乾ドックにとって上架料収入が獲得できれば順調な運営が可能であるが、機械賃貸料収入のみではいずれ運営が行きつまるのは明らかである。

2.2. 他援助機関との関連

本計画の実施機関であるモザンビーク政府農業水産省では、97年12月現在では、水産セクターに関して外国あるいは国際機関からの経済援助を受けて実施している計画はない。技術援助に関しては、FAOが同省水産局に政策顧問として専門家1名の派遣、DANIDAが同じく専門家1名、NORADが同省の水産研究所に専門家1名を派遣中である。キリマネ地区に関する援助計画としては、世銀等による道路改修計画、同じく世銀による地方自治組織再編計画によるキリマネ市組織再建計画などがある。

以上のとおり、本計画に直接関連する他の援助機関はない。

2.3. わが国の援助実施状況

モザンビークの水産部門に対してわが国は以下の無償資金協力を行っている。

表 2.3-1 わが国の援助実施状況

実施年度	計画名	主な内容
1982年度	漁業振興計画	製網工場、漁業コンプレックスの整備
1986年度	キリマネ漁港整備計画	80mLx10mWx2.5mDの浮き棧橋、冷蔵庫、製氷機の整備
1988年度	ルベニョ漁業センター護岸整備計画	長さ50mの鋼矢板護岸の整備
1989年度	漁獲物沿岸運搬船建造計画	総トン数680tの冷凍運搬船の供与
1992年度	漁船修理施設建設計画(1/2期)	ワークショップ、管理棟、機械棟の整備
1993年度	漁船修理施設建設計画(2/2期)	45mLx13mWx7.8mD乾ドックの整備

また、技術協力については、国際協力事業団が本計画の対象施設であるキリマネ乾ドックに専門家1名をドックマスターとして派遣中(任期1999年3月)である。

2.4. プロジェクト・サイトの状況

2.4.1. プロジェクト・サイトの位置

キリマネ乾ドックは、モザンビークの中北部に位置するザンベジア州の州都であるキリマネ市にある。キリマネ市はボンズ・シナイズ川(Rio dos Bons Sinais)の左岸に開けた街で、インド洋に注ぐ河口から約23kmほど上流に位置する。川沿いに展開している市街地は上流の商港から下流のザンベジア州知事公邸までの約1,500mの区間にあるが、キリマネ乾ドックは、キリマネ市街の端部からさらに約500m下流の左岸に位置している。川沿いに展開している市街地の区間は商港上流側を含めて堆積傾向が見られるため、計画サイトは、堆積傾向の見られない地域で、かつ施設の性格上市街地内での立地をさけて選定された。

2.4.2. 自然条件調査内容

自然条件調査は、河川の浸食の原因、浸食のメカニズムやプロセスを明らかにすることを目的に下記の項目について行った。

- | | | |
|------------|-------------|--------------------------|
| (1) 深淺測量 | (調査位置および結果: | 巻末付属資料-5-2-1 (1)~(7)に示す) |
| (2) 河岸線観察 | (調査位置および結果: | 巻末付属資料-5-2-2に示す) |
| (3) 潮位調査 | (調査位置および結果: | 巻末付属資料-5-2-3に示す) |
| (4) 河川流況観測 | (調査位置および結果: | 巻末付属資料-5-2-4 (1)~(3)に示す) |
| (5) 気象調査 | (調査位置および結果: | 巻末付属資料-5-2-5 (1)~(2)に示す) |
| (6) 地質調査 | (調査位置および結果: | 巻末付属資料-5-2-6(1)~(7)に示す) |
| (7) 聴取調査 | (次節に述べる) | |

調査内容の概要は、下記のとおりである。

(1) 深浅測量（巻末付属資料-5-2-1(1)～(7)参照）

河川の河床形状の変化および最大水深を把握するために、下記a)～e)の位置・範囲において深浅測量を実施した。施設前面の河床形状については今回の測量結果と既往測深図(1992年9月および1997年7月実施)との比較を行った。

1997年7月と、97年12月の測量では、測量用GPS受信機(トリンプル社製4400型)3台を用いてキネマティック法により実施した。また測深は音響測深機(アルパテック社製1素子型)と上記GPS測量機の連動システムを構成した方式で実施した。(調査位置については資料5-2-1(6)を参照)

- a) 施設前面河川(300m x 100m)の水域の詳細深浅測量と陸上部(300m x 50m)の汀線測量
- b) ドック両翼部、中心線の3測線の河川横断測量 (Dock-UP, Dock-MID, Dock-DN)
- c) 施設上流部の合流点における各1測線の河川横断測量 (UP-L, UP-R, DN-L, DN-R)
- d) 施設下流部の約600mにおける1測線の河川横断測量 (DN-C1)
- e) 既往深浅測量図(93年8月測量)による前面河川の最大水深の確認

(2) 河岸線観察（巻末付属資料-5-2-2参照）

河岸線の平面形状の変化を把握するため、ドックを中心として下記の要領で河岸線の観察を行った。

- a) サイトから下流部の約20kmおよび上流約5kmを船上より観察を行った。この観察は河岸線の堆積、浸食、安定の状況、マングローブ等の植生、構築物の廻り、合流点の中洲の堆積状況および流れ等に注目して行った。
- b) 広域的な河岸の形状を把握するため、ドックを中心とした上流部と下流部の広い範囲に渡って航空機による観察と写真撮影を行った。
- c) 河岸線の形状変化については、上記航空機から撮影した写真と既往空中写真(1996年6月撮影、巻頭のプロジェクト・サイト位置図参照)との比較を行った。

(3) 潮位調査（巻末付属資料-5-2-3参照）

1997年12月12日～13日(月齢12.5～13.5)に連続27時間の潮位観測を行った。

(なお1992年9月12日～13日(月齢15.8～16.8)の大潮時においても同位置で連続25時間の約1時間毎の潮位観測が実施されている。)

(4) 河川流況観測（巻末付属資料-5-2-4(1)～(3)参照）

河川流況を把握するために、下記の位置において流向・流速の観測を実施した。

- a) ドック前面の3点、25時間連続(表層、中層、下層の各3層) (St. 1, St. 2, St. 3: 図2.4-1に示す)
- b) ドック上下流における2点(表層、中層、下層の3点) (C1, C2)
- c) ドック上流の派川における各3カ所の12点(表層、中層、下層の各3層)、順流時・逆流時(UP-L-1～3, UP-R-1～3, DN-L-1～3, DN-R-1～3)
- d) 目視による施設前面河川の流況観測
注) 表層は水面より水深の2割、中層は水面より水深の6割、下層は水面より水深の8割の深さ。

(5) 気象調査（巻末付属資料-5-2-5 (1)～(2)参照）

キリマネ空港の航空気象観測所にて、1952年から現在に至るまで、一般気象観測を実施している。今回の調査においては、降水量、湿度、気温、気圧の観測データについて1993年～1997年11月までの5年間分を収集し、1992年時の調査(1982年～1991年のデータを収集)と合わせて比較、検討を行った。

(6) 地質調査（巻末付属資料-5-2-6(1)～(7)参照）

鋼管杭が打設される前面水域において動的貫入試験を7カ所、陸上部にてオランダ式2重管コーン貫入試験(以下グッチコーンと呼ぶ)4カ所の地質調査を実施した。なお、1992年9月に実施された計画施設内の陸上部3カ所、および87年2月に計画地より約700m上流にあるキリマネ漁港の棧橋建設のために行われた2カ所のボーリング調査結果があるので、これらも合わせて検討を行なった。

(7) 聴取調査

ドック周辺の住民、漁業、港湾関係者等に、河川の流況、特に河岸線の浸食、過去の自然災害等についての聴き取り調査を行った。

2.4.3. 自然条件調査結果

(1) 河床水深と河底形状

浸食の進行による河川の河床形状および最大水深の変化を把握し、浸食の機構の解明に資するため、1997年12月に実施した計画地の前面水域の深淺測量およびドックの前面、上流の河川合流点上部、下流部の各位置における横断測量結果、1992年9月および1997年7月に実施された測量結果を比較、検討した。

a) 横断形状

- ・ 92年9月と97年7月の河岸位置の比較からドック周辺ではこの5年間に約20m程度の浸食を受けたことが確認された。(付属資料5-2-1(4)参照)
- ・ 最深河床高は、92年9月には約-13m、97年12月には約-14m程度で、その位置はドック側に40m程度近付いている。(付属資料5-2-1(1)～(4)参照)
- ・ 97年7月と同12月の5ヵ月間の比較では、ドック上下流では河岸浸食による汀線の後退(等深線がドック側に寄ってくる)は見られない。一方河床水深は50cm程度下がっている場所が確認されている。(付属資料5-2-1(4)参照)

b) 平面形状

- ・ 92年には最深河床は-13m程度で、その位置は上流よりドック前面沖合い150mにかけて存在した。
- ・ 97年7月には最深河床部-14mの範囲はドックより80m沖合いの上流部140m付近に局所的に見られたが、12月の調査では上流から下流に向けてやや下がって施設中心から上流沖合80m付近まで拡大しており、上流側から下流側に河底形状が移動していく傾向が見られる。

- ・ 97年7月には-13mの範囲は上流からドック沖合いまでであったものが、97年12月にはドックの下流200mまで伸びている。

c) 最深河床高の変移

- ・ 最大水深が-14mよりさらに深くなる傾向は認められないが、その区域は下流方向および河岸方向に今後も拡大すると考えられ、将来的には、ドック前面の最大水深は-14mとなる可能性がある。
(最深河床高さの設定については、本文3.3.3項 (1) 最深河床高さ、参照)

(2) 河岸線の状況

- a) 船上からの河岸観測から、河岸の浸食はサイト上流から河口部に至るまで兩岸のところどころで確認された。(後出、図3.3.-2参照) これらの浸食場所ではマングローブが倒れかかって残存している場所もあり、現在も浸食が進んでいる状況にある。一方、湾曲部の対岸側等では堆積傾向にある場所も見受けられた。
- b) 広域的な河岸形状については、河川が著しい蛇行を繰り返すとともに、河川内に中洲を形成した複雑な様相を呈している。キリマネ乾ドックは、上流側の中洲により分断された流路が一旦合流した後、ドック前面の中洲によって再度分流された流路の湾曲部に位置していることが確認された。
- c) また、既往の測量用空中写真(96年6月撮影、巻頭プロジェクト・サイト位置図)と航空機からの写真(97年12月撮影、巻頭の写真-1)を比較した結果、ドック下流の漁民部落周辺を中心として約1.5年間に15~20mの浸食を受けている状況が確認された。この事実は、漁民部落における聞き取り調査の結果とも一致している。

(3) 地質条件

計画地の地質条件を明らかにする資料として、1992年9月に本計画地の陸上部3カ所で実施されたボーリング調査結果および87年2月に計画地より約700m上流にある現キリマネ漁港の棧橋建設のために行われた2カ所のボーリング調査結果が既にある。このため、97年12月の調査では、主に土層構成および土質特性の確認のために、陸上部4カ所において地盤上部の粘性土を対象としたオランダ式2重管コーン貫入試験(以下、ダッチコーンと呼ぶ)および地盤下部の比較的硬質の砂質土および粘性土を対象とした動的貫入試験を河川域で5カ所、陸上部で2カ所実施した。陸上部の動的貫入試験はダッチコーン試験位置と同一位置で実施した。

92年9月および97年12月に計画地実施された地盤調査の位置は、巻末の付属資料5-2-6 (1)に、また、ダッチコーンの試験結果である貫入抵抗値、および動的貫入試験の結果である打撃回数を付属資料5-2-6 (2)、(3)に、92年のボーリングによる地盤調査結果を付属資料5-2-6 (4)~(7)に示す。

各土層の高さおよび土質特性は、既存のボーリング調査結果と比較して大差ない結果が得られた。また、既存ボーリング調査結果同様に、粘土層の下層の砂層のN値については、相当の幅がある。

ダッチコーンの場合はコーン貫入抵抗値とN値および一軸圧縮強さ、また動的貫入試験の場合は打撃回数とN値の相関性等が知られている。

コーン貫入抵抗値(qc)から粘着力および砂のN値への換算は下式が知られている。

N値への換算式は、マイヤホフ(Meyerhof)の提案によるものであるが、この式の係数である“4”は、土質の種類によって2~10以上までの広い範囲で変化する。

- ・ 粘着力(Cu) $q_c(\text{kg/cm}^2) = 14 \sim 17 \cdot C_u$
- ・ N値 $q_c = 4 \cdot N$

N値から砂の内部摩擦角を推定する場合には、ペック(Peck)およびマイヤホフ(Meyerhof)の提案が知られており、これらの相関関係は表 2.4.-1 のとおりである。

表 2.4.-1 ペック、マイヤホフによる砂質のN値、内部摩擦角、相対密度の関係

N値	相対密度(Dr)	内部摩擦角φ(°)	
		ペック	マイヤホフ
0~4	非常にゆるい (0~0.2)	28.5以下	30以下
4~10	ゆるい (0.2~0.4)	28.5~30	30~35
10~30	中位 (0.4~0.6)	30~36	35~40
30~50	密な (0.6~0.8)	36~41	40~45
50以上	非常に密な (0.8~1)	41以上	45以上

以上の推定方法と経験的な判断によって、ダッチコーン試験および動的貫入試験結果より推定される土質特性を表 2.4.-2 に示す。

表 2.4.-2 土質特性

ダッチコーン試験				
高さ(m)	+5.5~+3.5	+3.5~-5.5	-5.5~-9.0	-9.0~
コーン貫入抵抗(MPa)	1.9~2.6	0~1.6	4.2~14.6	15<
土質	砂(盛り土)	粘土	砂	砂
換算N値	2~5	<5	10~40	50<
内部摩擦角(粘着力)	30~32	(10~40 kPa)	32~38	38<
動的貫入試験				
高さ(m)	±0.0~-5.5	-5.5~-8.0	-8.0~-11.0	-11.0~-14.0
換算N値	1~10	10~40	15~40	40<
土質	粘土	砂	砂	砂
内部摩擦角	-	32~38	32~38	38<

注) 高さは、海図基準面(C.D.L.)を基準とする。

上記の調査結果と既存のボーリング結果から、計画地の地盤条件は、河川域のため 0~8m 層はN値=1の粘土層で、いわゆる軟弱地盤であり、8~17mの第二層は相対密度は中位ないし締まっているが、N値は10~50とばらつきが大きく、N値=50以上の基盤層は25~30m以深に確認されるものとなっている。

る。計画地のミクロ的な特徴としては、特に第二層のN値のばらつきが大きいことがあげられ、固化した砂の層位が存在することがうかがわれる。

本基本設計に用いる土質定数の設定については、92年に実施した既往ボーリング調査結果、今回の地質調査結果、およびキリマネ乾ドックの建設時に施工した鋼矢板、鋼管杭の打設記録等を勘案した結果、92年のボーリングによる調査結果が最も信頼性が高く、かつ前述のとおり今回の調査結果と照合しても土層構成に相違が認められないことから、92年のボーリング調査結果を元に土質定数の設定を行なうこととした。(設計に用いる土質定数は3.4.2項に示す。)

(4) 潮位(付属資料5-2-3参照)

サイトは感潮区域にあり、干満差が約4m以上におよぶため、通常、1日2回、順流、逆流の両方向の流れが発生し、これがこの河川の支配的流況となっている。

浸食が発生した原因として平均潮位の変動があるか否かを確認するため、1997年12月12日～13日(月齢12.5～13.5)と92年9月12日～13日(月齢15.8～16.8)の大潮時において実施された潮位観測結果と、キリマネの潮位表に示されているボンス・シナイス河河口部に位置するモルブネ(Morrubune)での同時期の潮位推算値との比較検討をおこなった。

97年12月の測定結果と潮位表(=潮位推算値)の比較では、ドック前面での満潮水位はモルブネに較べて約20cm高く、干潮水位は約29cm低い。潮時は計画地が満潮時は20分程度遅れ、干潮時には26分程度遅れる。92年9月の比較では、潮差は20cm大、潮時は20分遅れであり、ほぼ同様の比較結果が得られた。潮差の若干の差異は調査時の季節的な異なりによる平均水面の変異等によるものと考えられ、これらの結果から潮位について特に顕著な変動は起きていないと判断する。

(5) 河川の流況

河川全体の流況状況を把握して浸食のプロセスとの関連につき考察し、あわせてドック前面の浸食対策工の設計に用いる河川の最大流速を推算するため、図2.4-1に示す位置において、流向・流速の観測を実施した。

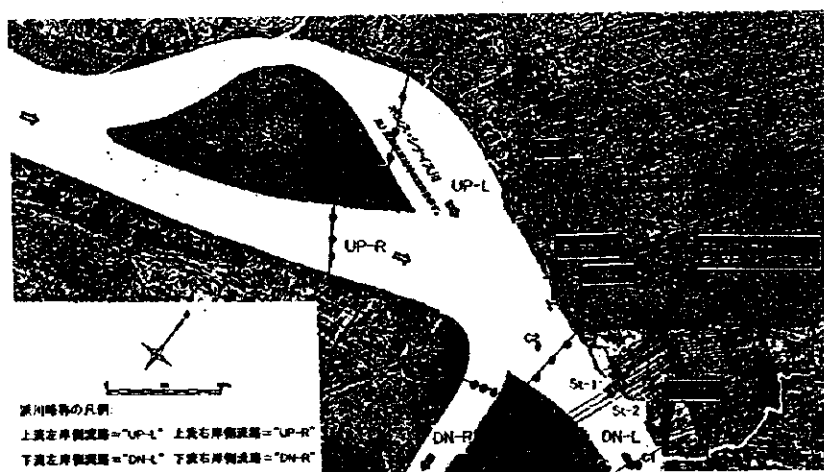


図 2.4-1 流況調査位置図

a) ドック前面水域

ドック前面の2点(St.1, St.2)、3層(表層、中層、下層)、25時間観測については、92年 9月12日～13日(月齢15.0～16.0)および97年 7月17日～18日(月齢12.2～13.2)の観測記録がある。97年12月11日～12日(月齢11.5～12.5)の調査では、これらの2測点に加えて、ドック前面沖合50.0mに測点(St.3)を設けたが、高潮時にこの測点の係留ブイが沈み込んだため信頼性のある計測値は取得できなかった。

観測計器は92年は直読式流向流速計を、また97年7月および同12月の調査では、ドブラー式自記流向流速計を使用した。解析内容は24時間分の実測データに基づく電算調和解析(92年9月、97年7月調査)および最大潮流、回帰潮流の計算(92年9月、97年7月調査)である。

92年9月、97年7月の調査結果と97年12月の計測結果を比較すると、毎時の流速および最大流速の何れも92年9月の計測値が最も大きい値を示した。これは月齢、潮位の差および季節の違いによる平均水面の変動や河川流量の変化によって生じたものである。

表2.4.-3に92年9月、97年7月および同12月におけるそれぞれの最大流速(実測値)と流向観測結果を示す。

表 2.4.-3 最大流速実測値

測点	観測層	観測年月日	流向	流速
St.2	-4m	92.9.13	90.0°	114cm/sec.
		97.7.18	100.6°	92.4cm/sec.
St.2	-2m	97.12.11	95.6°	90.94cm/sec.

また大潮平均潮流および回帰潮流の推算値は、調和解析によって得られた主要分潮の調和定数を用いて北方、東方成分それぞれを下式により求め、これをベクトル合成して求める。

・大潮平均潮流: $V_t = V_0 + (M_2 + S_2) \cdot \cos(30^\circ \cdot t - K_m + [Km])$

・回帰潮流: $V_t = V_0 + (M_2 + S_2) \cdot \cos(30^\circ \cdot t - K_m + [KM]) + (K_1 + O_1) \cdot \cos(15^\circ \cdot t - (K' + K_0)/2 + [KM]/2)$

ここで、 M_2, S_2, K_1, O_1 : 主要分潮の振幅($M_2=0.685, S_2=0.379, K_1=0.081, O_1=0.137$)

V_0 : 恒流(この場合、河川流、 $=0.141m/sec$)

K', K_0 : K_1, K_0 の遅角($K'=2, K_0=354$)

K_m : M_2 分潮の遅角($K_m=68$)

$[Km]$: 基準地点の潮汐高潮時の遅角($=133.6^\circ$)

$[KM]$: 基準地点の潮汐高高潮時の遅角($=133.6^\circ$)

t : 時刻(0～11)

*注) 括弧内は92年9月の計測値によって求めた調和定数等。

92年9月、97年7月、97年12月の3回実施された実測値のうち最高流速を記録した92年9月のSt.2の-4m層について求めた調和定数を用いて、上記の手法にしたがって電算解析によって大潮平均潮流および回帰潮流の最大推算値を求めると、表2.4.-4に示す結果が得られる。

注) 調和定数および潮流予報の詳細については海洋観測指針:気象庁編、第16章「調和分析」を参照

表 2.4-4 設計に用いる最高流速

大潮平均最大	St. 2	- 4.00 層	271°	119.7cm/s	河川流	273°	14.1cm/s	計 133.8cm/s
回帰大潮	St. 2	- 4.00 層	271°	137.0cm/s	河川流	273°	14.1cm/s	計 151.1cm/s

調査地域の特徴として、流域に湿地帯を有するために、豪雨による影響は、流量の直接的な増大にならずに、流域に貯留された雨水が徐々に河道内に流入して、河道内貯留量を増加させ、その結果、流速、流量を増大させるものと考えられる。また流速、流量、流向は潮位の影響を受ける。したがって、ドック周辺の流れは、潮位の影響を受けて河道内を順流・逆流する河川流であって、直接的に洪水が流下することはないことから、ドック前面の構造物などの設計に用いる最大流速は、豪雨による河川水の増加等を加味しても、150cm/s程度となる。

b) ドック上・下流域における流況

ドックの下流(C1)および上流(C2)にある航路標識ブイにおいて、表層(2割水深)、中層(6割水深)、下層(8割水深)の3層の流向・流速を計測した。また、上流側の2つに分岐した河川と、同じく下流側で2つに分岐した河川のそれぞれの流量を観測し、順流時(上流→下流)および逆流時(下流→上流)のそれぞれの派川の流量とバランスを把握することを目的に、ドック上下流の派川における4断面における12点(表層、中層、下層の各3層)の流向・流速を、順流時(上流→下流)と逆流時(下流→上流)に計測した。そのほか、目視による施設前面河川の流況観測を行った。

以上の調査地点で計測された流向・流速の測定結果および計測時の潮位との関係は、巻末の付属資料-5-2-4 (1)~(3)にまとめた。

観測されたデータから流積、最大水深、最大流速および流量を求めると表2.4-5のとおりである。

表 2.4-5 派川4断面における流積、流量等

		上流側		下流側	
		UP-L	UP-R	DN-L	DN-R
順流時	流積(m ²)	2,680	3,570	4,760	480
	(流向方向)	(1,540)	(3,020)	(4,660)	(460)
	最大水深(m)	5.34	7.71	10.64	7.69
	平均流速(m/s) (3地点平均)	0.33~0.60 (0.46)	0.58~0.69 (0.63)	0.51~0.92 (0.70)	0.52~1.31 (0.92)
	流量(m ³ /s)	710	1,900	3,260	420
逆流時	流積(m ²)	2,980	3,320	4,570	420
	(流向方向)	(1,500)	(3,310)	(4,300)	(360)
	最大水深(m)	5.78	7.27	10.30	7.22
	平均流速(m/s) (3地点平均)	0.52~0.63 (0.58)	0.46~0.90 (0.62)	0.31~0.78 (0.50)	0.60~0.96 (0.81)
	流量(m ³ /s)	870	2,050	2,150	290

上流側の2流路(UP-RとUP-L)を比較すると、UP-R(南側流路)が流積、水深および流量が大きいことが観測され、「上流側の主流路は、商港側(北側派流)であったものが、近年徐々に南側派流に逆転した」との聴取調査の結果がある程度正しいことが裏付けられたといえる。

一方、下流側の2流路(DN-RとDN-L)を比較すると、その川幅からも明らかなように、DN-L(ドック側の流路)が、流積、水深および流量ともに圧倒的に大きいことが観測され、主流路であることが確認された。

以上から、ドック前面周辺の主流は、UP-R(上流南側の流路)からDN-L(ドック側の流路)に向かう流れ(逆流時はこの反対方向)であり、この主流路の流れは、ドックが建設されている陸側を直撃する方向であることが確認された。

大潮時に、ドック前面の流況の変化を目視により観察した結果は次のとおりである。

- ① 順流時には、河川中央部で観察された早い流れの表面流が時間とともにドック側に移動するとともに、ドック側に近づいた時に、わき上がりや渦の発生が観察されている。
- ② 図2.4.-2に示すとおり、この流れの移動は、上流側の2流路からの流れの時間的なずれによるものであると考えられる。すなわち、上流の商港側の流路からの流量が早く流出するために、まず河川中央部で早い流れとなるが、上流の南側流路からの流量が大きくなるにつれて、流れの速い場所が徐々に下流の陸側に近づいてくる現象と考えられる。

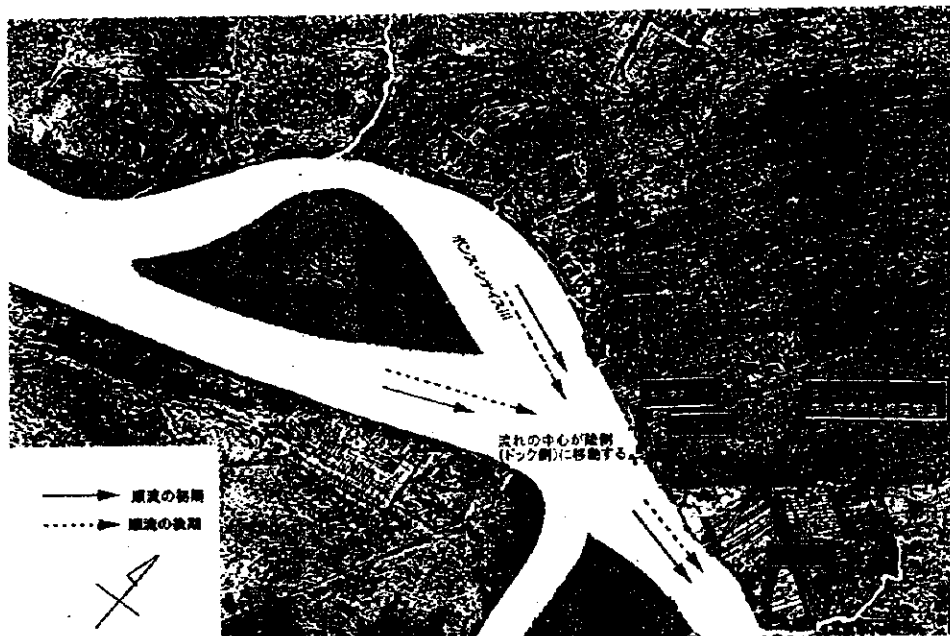


図 2.4.-2 流況の時間変化

- ③ ドック前面でのわき上がりや渦の発生は、順流時、逆流時ともに観察されている。わきあがりや渦は、ドックの前面保護矢板に沿って発生しており、わき上がりの発生原因は前面保護矢板による上昇流、渦の発生原因は前面保護矢板に沿う流れによる剥離現象と考えられる。このわき上がりや渦の発生は、ドック前面の保護矢板沿いの限られた範囲で観察され、保護矢板から少し離れた上下流域では確認されていない。(図2.4.-3参照)

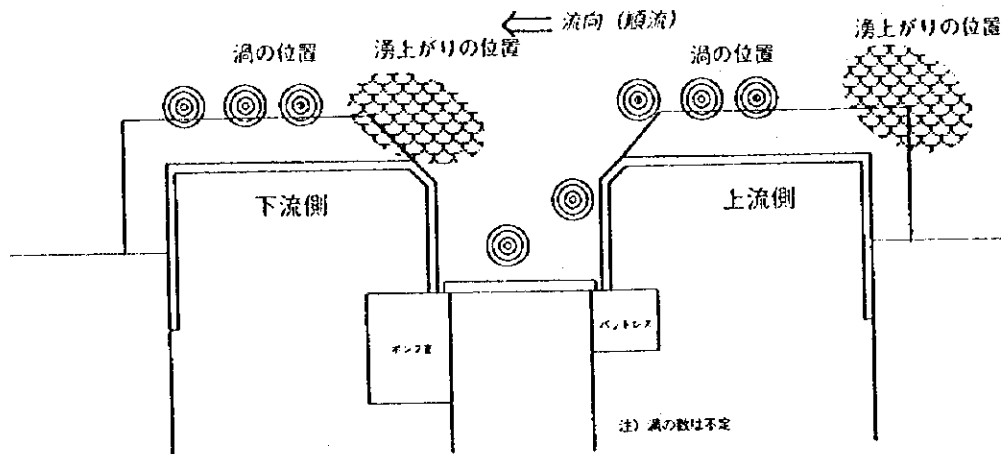


図 2.4.-3 ドック前の流況観察結果(順流時)

(6) 気象調査

降水量、湿度、気温、気圧、について、キリマネ空港の航空気象観測所にて、1993年～1997年11月までの5年間の気象データを収集し、1992年の調査で収集された1982年～1991年のデータと合わせて比較、検討を行った。

a) 降水量

1982年～1997年までの年間降水量を図2.4.-2に示す。(年雨量、月雨量は、巻末の付属資料5-2-5(1),(2)参照)

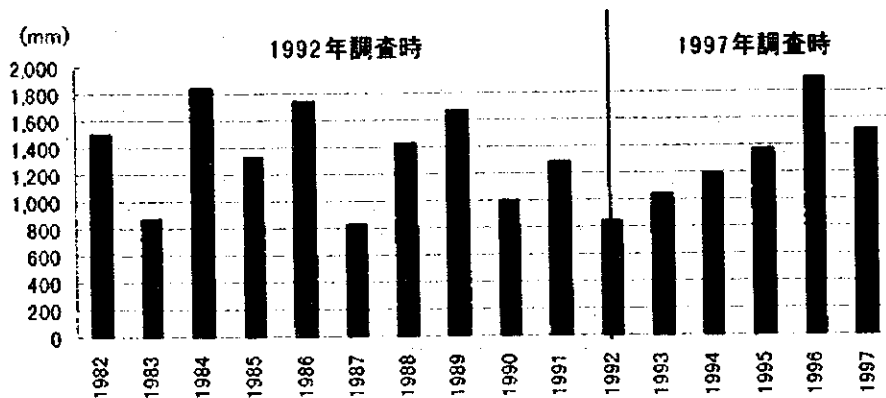


図 2.4.-4 年間降水量

1990～1995年の間は年間雨量は1300mm以下である。1996年の雨量は1897mmと増大したが、これは雨期である1～3月の月間雨量が465.3mm、299mm、308.6mmと過去の平均雨量と較べて約1.5倍になったためである。同じく1997年2月の雨量は588.1mmであり、過去の同月の平均雨量の2倍である。

日降水量については、1993年から97年の5年間に日降水量が50mmを超えた日は27日発生し、96年1月に206mm、また97年2月にも145mmの日降水量を記録している。

b) 湿度

月別平均湿度は、年間60～82%に分布している。夏(1～3月)には湿度が高く、10～12月が低い湿度を示している。

c) 気温

日最高気温は、12月最も高く39.4℃を、また、日最低気温は7月が最も低く、13.8℃を記録している。年平均気温は、25.2℃である。

(7) 聴取調査

河岸線の浸食、過去の自然災害、河川の流況の変化などを知るため、ドック周辺の住民、漁業、港湾関係者等に聴き取り調査を行った。聴取結果の主要な点を下記にまとめた。

- a) 上流側の主流路は、徐々に商港側の流路(UP-L)より、現在では南側流路(UP-R)に変化した。(キリマネ港湾局)
- b) ドックの下流約500mにある漁民部落では1996～97の雨期に多数の家屋が河岸浸食により流出したが、このようなことは、ここに12年間住んでいて初めてのことである。12年前の河岸線は20m程度沖側に位置していた。(漁民部落の住民)
- c) ドック下流部(漁民部落方向)の河岸線は、ドックができて1994年から約20m程度後退している。(キリマネ乾ドック)
- d) ドック前面における河川航路は、昔に比べドック寄りになっている。(キリマネ漁港、現地漁船乗組員)
- e) キリマネ市街地では、雨期に地区内水路が溢れたことはあるが、ボンス・シナイス川からの氾濫による洪水被害の経験はない。(キリマネ港湾局)
- f) 公共事業省の長期計画では河川管理を考えているが、現状は道路、水道等の事業を優先せざるを得ず、河川の管理は行っていない。(キリマネ公共事業省)

2.4.4. 社会基盤整備状況

(1) 道路

市内から既存施設までのアクセス道路は整備されており、工事車両を含め交通の支障は無い。

(2) 電力

既存施設には6.6KVの高圧の商用電力が引き込まれており、敷地内のトランスにて380V/220Vに降圧して各施設に供給されている。また、200KVAの非常用電源も設備されている。工事などに関連して、電力の供給に問題はない。

(3) 上下水道

既存施設内に容量60tの雨水集水用のコンクリート受水槽が設置されており、船体の水洗い等に使用されている。また上水道は本管から100mm管により既存施設に給水されている。

下水管、下水処理施設等は既存施設付近には無い。既存施設から排出される一般排水および汚水は浸透枳方式で処理されている。現状以上の排水負荷が予想される場合は、処理施設の新設等の対応が必要と判断される。

2.4.5. 既存施設の現状

(1) キリマネ乾ドックの施設・機材の概要

キリマネ乾ドックの主要施設および機材の内容は以下のとおりである。

- | | | |
|---------|---|--|
| 1) 土木施設 | 乾ドック本体: | 45 mL x 13 mW x 7.8 mD |
| | 構造様式: | 渠壁: 鋼矢板式組杭控え工
渠底: 鋼管杭コンクリート床版
ゲート方式: フラップ式 |
| 2) 付帯設備 | 高圧水、高圧空気、非常用電源等機械設備、アクセス路、構内舗装等 | |
| 3) 建築施設 | 事務管理棟、作業棟、倉庫、機械室、ウインチ室等 合計782m ² | |
| 4) 機材 | 運搬用機材: | クローラクレーン、トラッククレーン、フォークリフト等 |
| | ワークショップ機材: | 旋盤、ボール盤、溶接機等 |
| | 作業工具: | 砂打ち機、機械工具、電気工具、測定器等 |

(2) 施設の一般構造

施設は、漁船修理を目的としたドライドックである。計画地は河口域にあり、最大潮位差が4mを越す大きな干満差があること、周年を通して河の流軸に対して平行となる南-南東の風が強いこと、河岸線の観察結果から堆積傾向のない場所で、かつ前面の河底傾斜が乾ドックの建設に有利な場所であるなどの自然条件、入渠作業や設備維持管理の技術水準など社会条件を考慮して、漁船の上架の方式として、作業性の高い乾ドック方式が選択されている。ドック本体の構造は、鋼矢板式側壁 + 控え組杭式、渠底は揚力対抗用鋼管杭式とし、主要な建物には杭基礎が採用されている。キリマネ乾ドックの一般配置図および一般構造図を巻末の付属資料 5-1 (1)~(5)に示す。

(3) 施設の状況 (巻末の付属資料 5-3 参照)

a) 上部コンクリートの目地開き

上部コンクリートの目地の開きが増大したという変状は1997年5月下旬に最初に報告されたが、それ以降12月までの目地の開き量の変化について、上流側A点および下流側C点での測点位置と測定位置を図2.4.-5、図2.4.-6に示す。

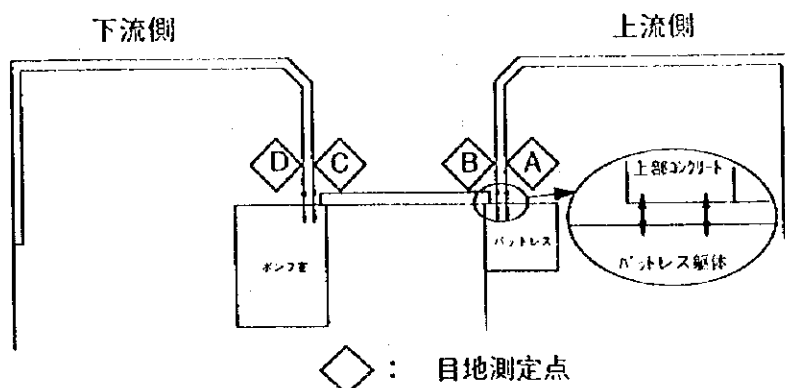


図 2.4.-5 測点位置図

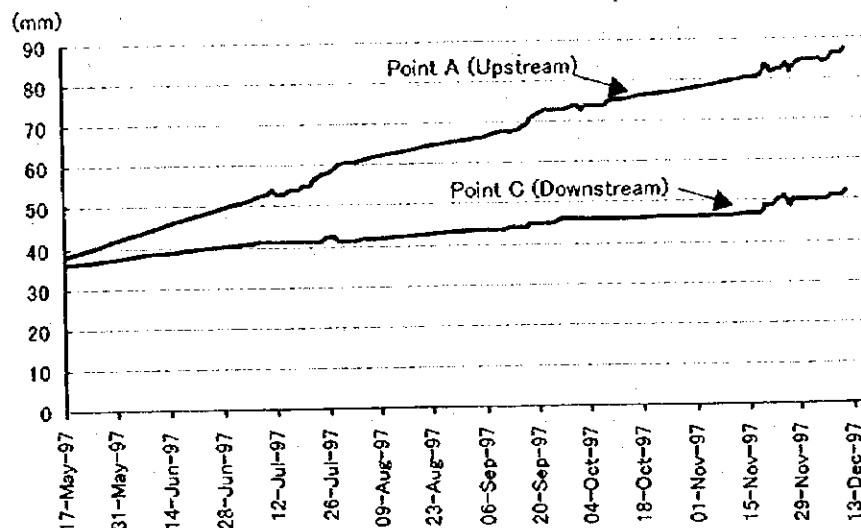


図 2.4.-6 目地の開きの経過

上流側A、B点は、バトレスと護岸の上部コンクリートの目地部を、下流側C、D点はポンプ室と上部コンクリートの目地部を測定している。

目地の開き量は表2.4.-6に示すとおり継続的に漸増しており、これらの挙動から、ドック両翼部の変位は確実に進行している。

表 2.4-6 両翼部の目地の変位

計測点	1997/5/17	1997/7/25	1997/12/11
上流側 A 点	38 mm	58 mm	87 mm
下流側 C 点	36 mm	42 mm	52 mm

b) 前面護岸の鋼矢板の傾斜

護岸鋼矢板の法線方向の傾斜(X)および法線直行方向の倒れ(Y)の度合いを知るため、下げ振りを使用して、干潮時に船上より上下約2.0mの間隔で測定した。

測定箇所および測定結果を図2.4-7に示す。

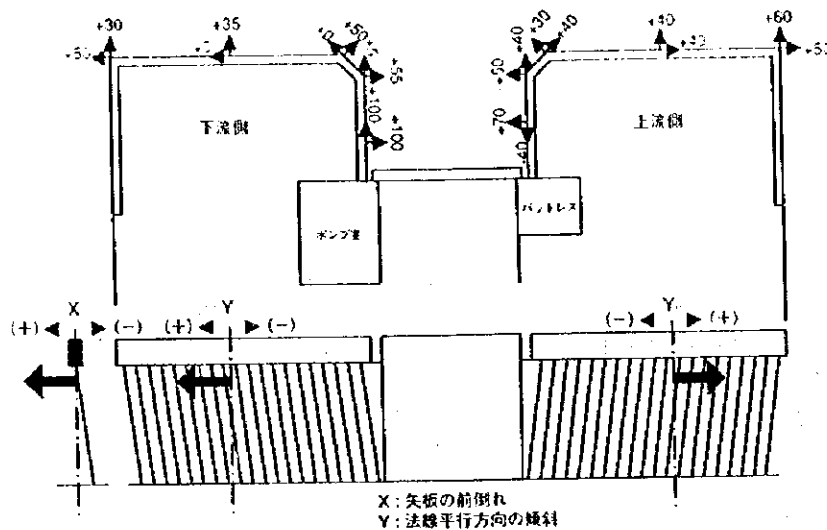


図 2.4-7 護岸鋼矢板の傾斜、倒れ測定結果

法線方向については、ドック正面沖側より見て、上流・下流側共にドック中心より外側に傾斜していることが確認された。また、上流側の変位は下流側に比較して大きい。一般的に鋼矢板は、鋼矢板間の継手摩擦力が作用する位置が異なることなどの理由で、打ち込みの進行方向に傾斜する傾向があり、本工事において、鋼矢板をドック中心からそれぞれ外側に向けて打設したことによるものであると考えられる。ただし、傾斜量について測定したのは今回が初めてであり、施設完成時から現在までの鋼矢板の傾斜の時間的変化および変位量は定かではない。

法線直交方向の倒れについては、上流側が平均して河川方向に倒れている結果となっているが、目測にては判断できない程度である。また、上流側の変位が下流側に比較して大きい。

c) 前面護岸保護矢板

前面護岸を保護するため打設された保護矢板の状況は、濁度の高い河川水下に没しているため正確には判明してない。しかしながら、上流側の外側角部分の矢板の一部が欠損または大きく外側

に傾斜しており、前面の深淺測量時にも測深機の記録に明確な反応が記録されなかったこと、中央部の保護矢板の頭部は大潮の最干潮時にも干出せず、この部分も外側に傾斜している可能性があること、下流部の保護矢板は角部分が外側かつ河川側に傾斜し矢板のばらつきも大きくなっていること、などが判明している。

d) ドック・ゲート前のコンクリート床版

ドック中央部の洗掘が進行し、ドック・ゲート前のコンクリート床版下にも洗掘が及んだ結果、ゲート前約3mより先は床版が破損し中央部が沈下している。ゲート直前では、傾斜した床版の端部が持ち上がり、ゲートを開いた場合、床版の端部にゲートがあたり160°程度までしか開かない。ゲートが全開しない現象は7月下旬に発生したものであり、これは床版下の洗掘が進行していることを示す現象である。

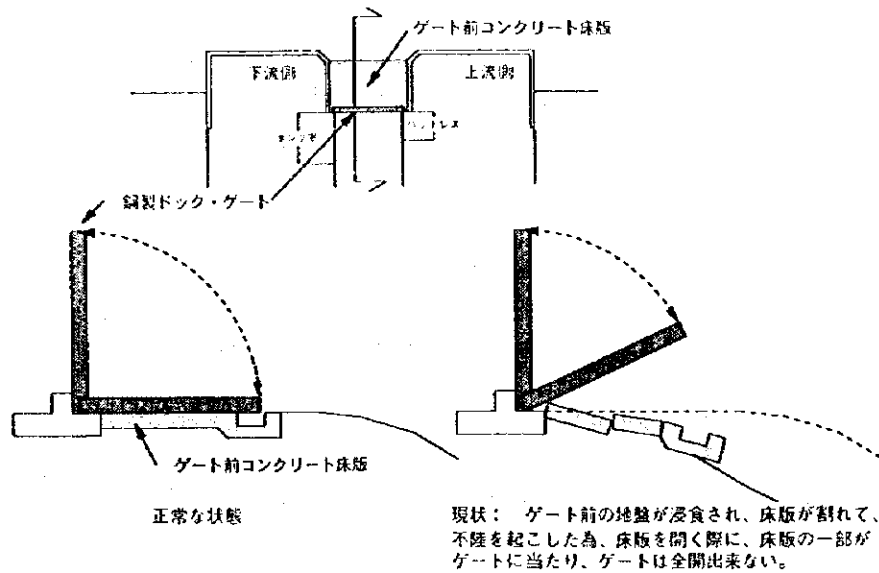


図 2.4-8 ドック・ゲート前のコンクリート床版の変状概念図

e) 前面護岸の上部コンクリートの変状

護岸上部の上部コンクリートのひび割れの位置・幅について調査を行った。また護岸の前面法線および両翼部の上部コンクリートの法線に水系を張って法線の相対的変位を測定した。測定箇所および測定結果は図2.4-9および図2.4-10に示す。

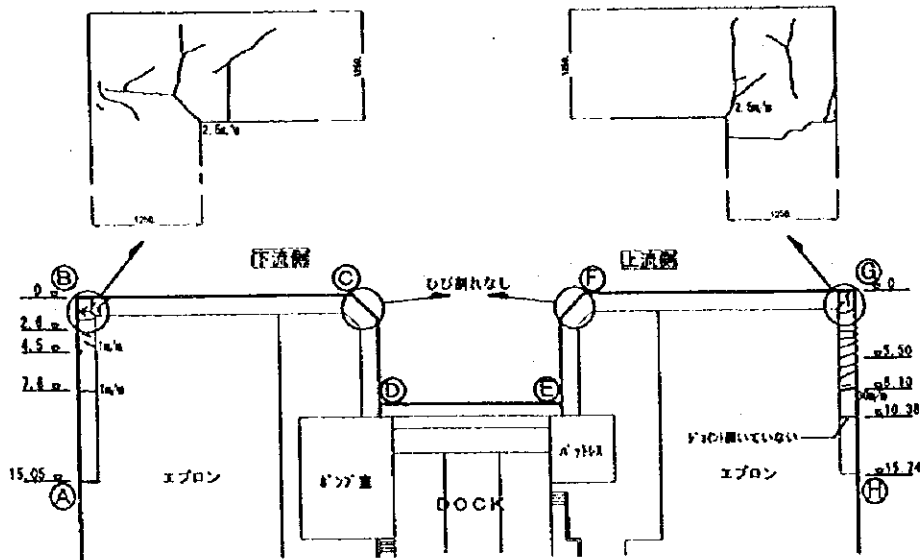


図 2.4-9 護岸上部コンクリートのひび割れ位置図

1997年7月の調査結果と比較してひび割れ個所は増えてはいないが、上流側の上部コンクリートはG-H間のほぼ中央で外側への変位が増大したため、中央のひび割れ幅が5 mm ⇒ 30 mmに進展している。この部分は自立式の護岸であり、前面の洗掘が進んだため側壁を外側に圧する力が相対的に大きくなり中央部分のひび割れが進展したものと判断される。これに起因してG部分は出隅であり、大きな拘束曲げを受けるため、ひび割れは相当に進展している。この部分のひび割れおよびG-H間中央のひび割れは、上部コンクリート面を貫通している。

C、F部分には、97年7月時点と同様にひび割れは見受けられなかった。また、下流側A-B間にも特に著しいひび割れはない。

護岸法線についてはB-G間に水系を張って相対変位を測定した。C点にて14mm、F点にて120mmの差が見られた。

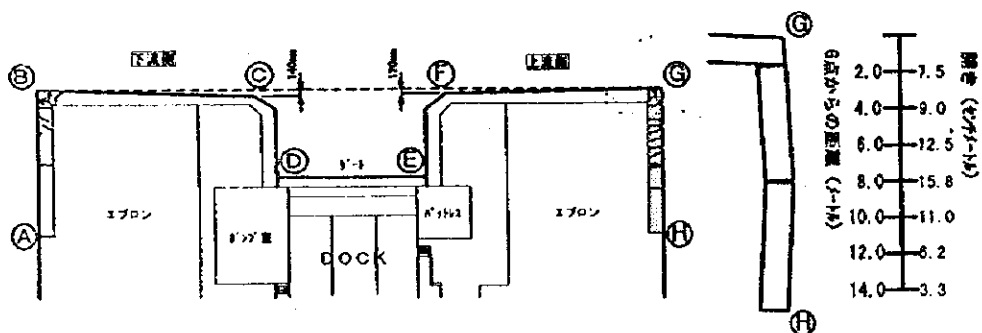


図 2.4-10 護岸上部コンクリートの変位図

f) 前面護岸の控え矢板およびタイロッドの変状

上流側護岸の控え矢板の全長およびタイロッド1本について埋め土を掘削して状況を確認した。測定結果を図2.4.-11に示す。

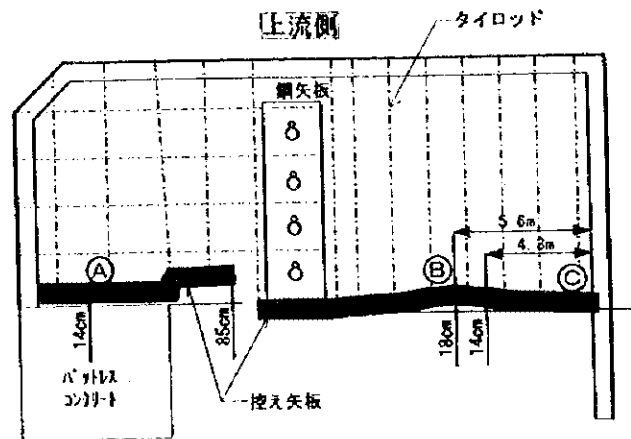


図 2.4.-11 控え工の変形状況

上部の盛土が沈下したことに伴いタイロッドへ鉛直方向の力が加かったと思われるが、控え矢板には、河川側に相当な引っ張り力が作用しており、鋼矢板の頂部変形はバツレス部分で140mm、B、C部分でそれぞれ180mm、140mmに達していた。この控え矢板の変形により、タイロッドは中央部において下方に撓んでいたが、矢板への取り付け部、リングジョイント、ターンバックル等に異常は認められなかった。

g) 残留水位の確認

控え工部分の掘削を行った際に、この掘削部に滞水した溜り水の状況を確認した。97年7月の調査時に両翼部分を上部コンクリート下端の位置である+3.5mまでの掘削した際には、掘削底でわずかな出水と思われるしみだしを確認した程度であった。大潮時の97年12月14日に観察した結果では、高潮位時(高潮位は+4.60m)に見る滞水の水位は潮位とほぼ連動しており、観察中における最も高い場合で、タイロッド取付けレベル(C. D. L. +4.00m)より約10cm上であった。最低低潮位は+1.0mであったが、満潮時から落潮し始めた場合の水位の下がり方は若干遅いように思われた。

前項 e)の「前面護岸の上部コンクリートの変状」で述べたとおり、前面護岸の出隅「G部分」および「G-II間中央部」のひび割れは上部コンクリートを貫通しており、満潮時にはこれらの上部コンクリート躯体のひび割れ部分から水が出入りしていることも確認された。さらに今回の調査でこの部分の中詰め土を一時的に掘削したために、ひび割れ部より流入する水量がより多くなったことも考えられる。

地盤構成(砂質盛土、粘性土、不透水層、砂質土)および前面の河川からの距離、潮位、雨季、乾季等の要因が関係し、実際の水位は複雑に変化していると思われる。

2.4.6. 既設構造物の安全性の評価検討

既存施設の調査の結果に基づき、既設構造物の安定性の検討を行った。前面の河床が洗掘されたため、前面護岸は不安定な状態にある。将来発生する恐れのある破壊形式は図2.4.-12に示すように次の3つが考えられる。

- ① 鋼矢板の曲げ降伏、タイロッドの破断等、
- ② 護岸全体の円形すべり、
- ③ 鋼矢板下部の根入れ部分のはね出し

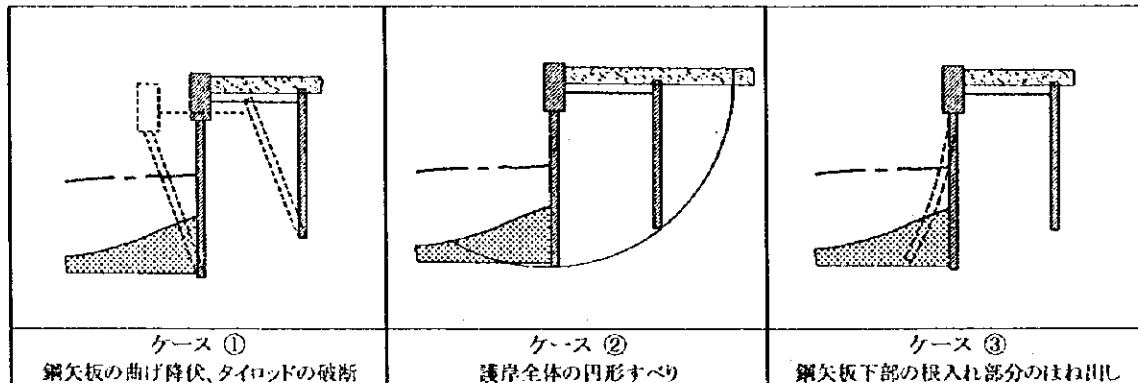


図 2.4.-12 想定される護岸の崩壊形式

これらのうち本施設の場合、②および③の崩壊形式が最も懸念されるため、それぞれの事例について検討した。

(1) 護岸全体の円形すべり

地盤のすべり崩壊に対する安定性を検証するため、前面護岸の4断面について円形すべりの検討を行った。その結果、最下流側の断面の安全率は、内部摩擦角の最低値をとれば、 $F=1.0$ であり、ぎりぎりで安定性が保たれている状態であることが判明し、さらなる浸食の進行により地盤崩壊にいたる可能性がある危険な状態にある。円形すべりによる崩壊は、突発的に起きること、護岸全体を巻き込む崩壊であることに十分な注意を要する。

(2) 鋼矢板下部の根入れ部分のはね出し

洗掘により前面護岸の地盤高さは当初の設計条件より相当程度下がっている。使用されている鋼矢板の根入れ深さを考慮すれば、洗掘による地盤高さの低下による前面地盤の受動抵抗の減少は鋼矢板壁の安定を失わせるものとなっている。設計上は鋼矢板下部の根入れ部分がはね出しかねない危険な状態にある。

以上から、設計上からは護岸の構造は必要な安全性は確保されていないと結論され、早急に護岸前面の地盤を必要な高さまで復旧しなければならない状態である。

2.5. 環境への影響

(1) 騒音・振動・臭気等

ドックの稼働時に発生する騒音・振動・臭気等については、1992年に実施された本施設の基本設計時に検討を行い、騒音・保安の問題についての懸念のない現在のサイトが選定された経緯がある。ドックの営業開始後も大きな騒音・振動、あるいは臭気等を発生する作業は行っておらず、近隣住民への影響などの問題はあげられていない。

(2) 排水

本施設からの排水は、管理事務所棟からの汚水、雑排水およびドック内で船体を雨水タンクに溜めた水で洗浄した後の排水がある。汚水と雑排水については浸透枘方式で処理されているが、地質が粘性土質のため浸透速度が遅く、現状以上の排水負荷が発生した場合は、新規に浸透枘等を設置するなどの対応が必要である。

洗浄水は、主として船体の洗浄に用いられており、油、塗料などを多量に含む排水は発生していない。

(3) 構造物による河川の流況の変化および河岸浸食

ドックの上流約500mの市街地の東端の護岸擁壁がなくなる位置から下流の漁民部落先端までの約1.1kmのドック側河岸は広い範囲で浸食を受けている。ドック構造物の建設により流れが乱されて生じた局所的な洗掘や浸食は、現在はドック両翼端部や中央部分に認められる。本計画による浸食保護工では、局所洗掘等に対する防護を目的に行うが、構造物による広範囲な流れの乱れを完全に回避することは困難である。将来、河岸浸食が進行した場合に自然環境に影響を与える可能性は否定できないが、これらの現象は現在でも河口域にいたる多くの場所で発生しており、計画施設による局所的な流れの乱れを防止することとは別途の対応が必要である。

(4) 航行船舶への影響

本計画の浸食保護工により、ドック護岸前面に浸食保護のための構造物が建設されることになる。計画地付近では、河川の流心がドック側の岸に寄ってくる傾向が見られ、したがって、航路もドックに近づく可能性があることから、構造物の上流、下流側それぞれに標識浮標を設置し、航行船舶の安全を図る必要がある。

第3章 プロジェクトの内容

3.1. プロジェクトの目的

漁業許可を所有している大規模・中規模漁船の数は、1997年現在で153隻であるが、これらの漁船による水揚げ量の合計は年間2～2.3万トンである。このうちの約50～55%はエビであり、これらはほぼ全量輸出され、モザンビークにとって最大の外貨獲得商品となっている。これらの漁船が毎年の定期点検や修理を行うために利用する修理施設は、同国の最南端部に位置する首都のマプトに1カ所、マプトからおよそ700km北のベイラ、同1,100kmのキリマネに各1カ所あるが、本計画の対象となっているキリマネの乾ドックはポンスシナイス河の浸食の進行により構造物の下部が洗掘を受け、1997年8月から操業を停止する事態にいたった。

キリマネはモザンビークの海岸線のほぼ中間地域に位置しており、その沖合が浅海エビ等の主要な漁場になっているため、多くの漁船が基地として操業している。キリマネ乾ドックは、1994年12月にわが国の無償資金協力により完成した漁船用の修理施設であるが、作業性の高い乾ドック方式の新鋭の施設であることなどから、キリマネ以北を基地とするモザンビークの漁船にとって、基本的な基盤施設として機能してきた。

この漁船修理施設の機能が活用できない状況が続くことは、キリマネを中心とする漁船の効率的な操業に重大な影響をあたえ、地域経済に大きく貢献している漁業セクターの経済活動の低下をもたらすことが懸念されている。

本計画は、ドックの前面護岸の崩壊を防ぎ、ドック前面および両側面域を将来の浸食の進行から防護するための保護構造物を構築することによって、外貨獲得を通して国家経済に重要な役割を果たしているエビコントロール船を中心とした漁船の安全でかつ効率的な操業を保證するための基盤施設として機能しているキリマネ乾ドックの機能を回復することを目的としている。

3.2. プロジェクトの基本構想

本計画の基本的な枠組みは次表のように要約される。

表 3.2-1 プロジェクトの計画内容

目的	要請計画	本計画	計画内容
構造物の崩壊の回避	前面の緊急埋め戻し	恒久対策として処理	なし
前面護岸の保護	-2.0m までのマウンドの造成および浸食保護柵の築造	要請計画に準じる	中詰め砂で埋め戻し表面を石張りで覆う。
側面の保護	鋼管杭の打設による浸食保護柵の築造	要請計画に準じる	総延長約 230m に渡り鋼管杭による浸食保護柵で構造物を取り囲む。
局所洗掘の防止	なし	じゃ籠を使用する	浸食保護柵の前面をじゃ籠で覆う。
将来の浸食への対応	なし	モニタリング機材の供与	作業艇、測深機などにより河川形状の定期的な変化を記録する。

本計画の基本構想は以下のとおりである。

- (1) ドック前面の洗掘により崩壊の危険のある前面護岸などのドック構造物を保護し、当初のドックの機能を回復する。河岸浸食は今後も進行すると予測されるため、ドックの両側面を囲う浸食保護柵を構築する。
- (2) ドック前面の浸食保護柵は、水深が現在の河床の最深水深である-14mにまで下がる可能性を想定して、鋼管杭の根入れの深さを-21.5mとして浸食に耐えられる構造とする。
- (3) マウンドの高さは、既存のドックゲート部の水深とほぼ同一の-2.0mとし、マウンド面を平坦に仕上げることにより流れが乱れることを回避し操船上の安全を確保する。
- (4) ドックの両側面については、既存データの分析から得られた平均浸食速度が今後 25 年間継続すると想定して、浸食保護柵を既存前面護岸より 50m(≒25 年@2.3m/年)手前の範囲まで築く。
- (5) 計画地の河岸浸食は今後も進行すると予測されるが、将来の河岸浸食の様態を正確に知ることは現状では困難である。したがって、河床洗掘状況の把握を主体とした浸食の進行状況を常時監視し、予測を超える浸食が発生した場合には必要な措置を講ずることが可能なようにしておく必要がある。河川管理者が不定である現状から、キリマネ乾ドック自身が浸食状況の観測記録作業を行えるよう、監視用機材を計画する。

以下に、上記の基本構想の詳細について検討する。

3.3. 河岸浸食の状況と発生機構

3.3.1. 河岸浸食の状況

(1) 河川の概要

計画地は図 3.3.-1 に示すとおり、ボンス・シナイス川の河口から約 23km 上流の河川下流部デルタ地帯に位置し、河川の蛇行、中洲が発達する。流域面積は、概ね 2 万 km² であるが、流域内には、広大な湿地帯を有する。

サイト地周辺のボンス・シナイス川の河川特性は以下のように整理される。

- ① 河川勾配が非常に緩く、河道内に中洲が発達するとともに著しい蛇行状況を呈す複雑な河川形態を示している。計画地の前面および上流には中洲が発達しているために、流れは分合流し、サイト前面では分流した左側の流路が流下する。
- ② ボンス・シナイス川はキリマネ市から約 7km 上流の地点で、川幅が狭くなり、河床も浅くなるために、キリマネの商港より上流への商船および漁船の就航はない。
- ③ キリマネ市より上流では河川網の発達が著しく、周辺は湿地帯となっている。したがって、流域に降った降雨により増加した河川水はこの湿地帯に氾濫し、キリマネ市内ではボンス・シナイス川の氾濫による洪水被害を受ける頻度は小さい。
- ④ 雨期は 11 月～2 月が主であり、年雨量は 1982 年～97 年の平均で約 1400mm である。
- ⑤ 計画地は潮汐の影響を受ける感潮区間内にあり、大潮時の水位は 4m 程度変動するとともに、河川内の流れには常時順流(上流→下流)と逆流(下流→上流)の現象がみられる。

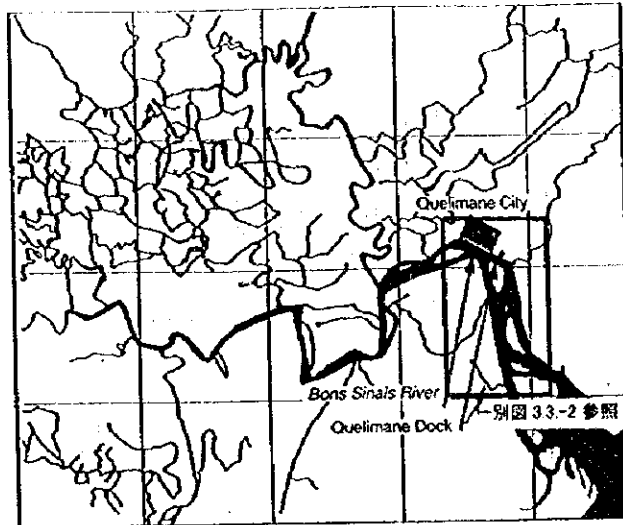


図 3.3.-1 ボンス・シナイス川全体平面図 (1975 年)

(2) 河岸浸食の現状

現地調査結果から、ボンス・シナイス川のところどころで河岸が削られてマングローブやヤシが倒壊しており、ドック周辺だけでなくキリマネ市の上流部から河口までの広範囲で、河岸浸食が進展していることが明らかとなった。(図 3.3.-2 参照)

河岸浸食はもっぱら湾曲部で見られるとともに、その対岸側は堆積傾向を示す場合が多い。

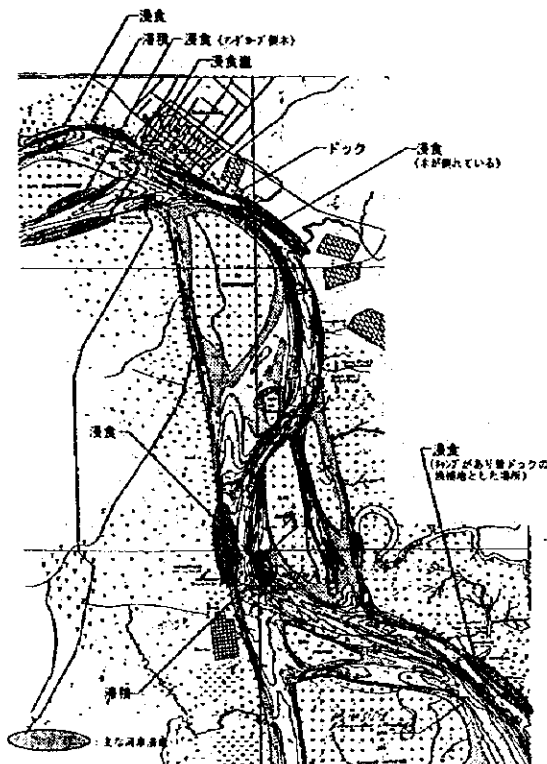


図 3.3.-2 ドック上流部の中洲付近からドック下流 12km 付近までの河岸浸食状況

サイト周辺の浸食・堆積状況は図 3.3.-3 に示すとおりであり、キリマネ乾ドックは河川の湾曲部に位置し、湾曲部における浸食が発生していることが解る。なお、計画地上流の現在の主流路は兩岸とも浸食傾向にあり、旧流路の市街地より上流部では逆に堆積傾向が見られる。

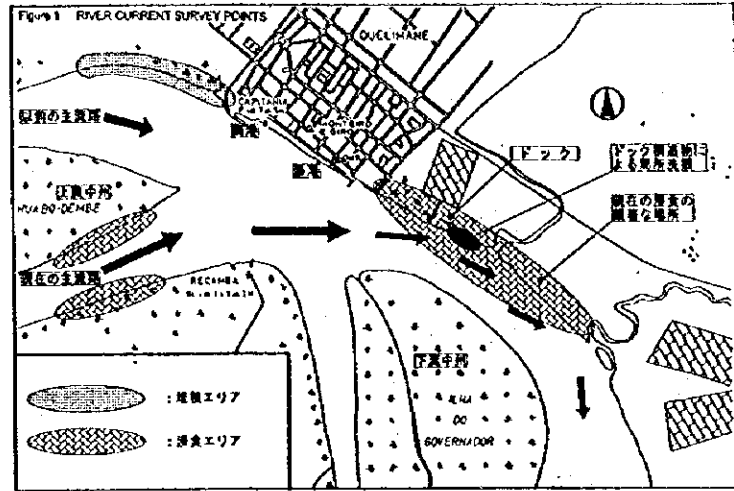


図 3.3.-3 計画地周辺の河岸浸食状況

また、深淺測量の結果から明らかなように、ドック前面では局所的に深掘れが生じており、これは湾曲部における浸食というよりは、構造物の存在による局所洗掘(例えば、河道内橋脚による洗掘と同様な現象)として捉えられる。

(3) 河岸浸食の進展

図3.3.-4に一般的な河川の蛇行の発達過程を示す。蛇行による浸食の発達と減衰個所は、蛇行の過程において湾曲部の中でその位置を移動させながら発達する。

キリマネ乾ドック周辺の河岸浸食は、ドック上流を始点とし漁民部落を最浸食部とする湾曲部における現象であり、ドック地点を含み、現在も浸食が進んでいる。なお、この状況は一般の蛇行河川の現象と同様に、浸食の進展とともに最も浸食の激しい地点は下流側に徐々に移動している状態にあると言える。

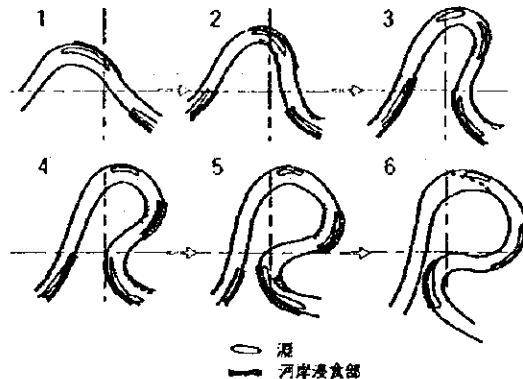


図 3.3.-4 蛇行の発達過程

3.3.2. ドック周辺における河岸浸食の発生機構

河川においてこの深掘れを生じさせる要因としては、一般的に次のものが挙げられる。

- ① 砂州によるもの
- ② 水路の曲がりによるもの
- ③ 川幅の変化によるもの
- ④ 小規模河床波によるもの
- ⑤ 構造物によるもの
- ⑥ その他の原因によるもの

河川では、これらの原因が重なって深掘れが生じ河岸浸食の原因となるが、キリマネ地区のように最大潮差が4.5mに達する感潮河川においては、「①砂州によるもの」、「④小規模河床波によるもの」の影響は小さいと考えられるために、それ以外の原因、すなわち「②水路の曲がり」、「③川幅の変化」、「⑤構造物」によるものと想定される。

ドック周辺の浸食現象は、河川形態上からの湾曲部における浸食とドック前面の構造物による局所洗掘として捉えられ、また、この浸食現象は現在進展中であり、今後も継続すると考えられる。

計画地における河岸浸食は、このように「湾曲部における河岸浸食」と「構造物前面の局所洗掘」にわけて捉えられるので、それぞれについて発生原因および発生機構を以下に示す。

(1) 湾曲部の河岸浸食

a) 河岸浸食の発生機構

ボンス・シナイス川は、中洲が形成された複雑な流れを有する感潮河川であり、ドック上流側と前面に中洲が発達している。現地での同時流量観測結果によれば、現在の主な流路は上流側では南側、下流ではドック側である。

ドック周辺水域での流向・流速を見ると、ドックの位置する左岸側湾曲部方向への流向成分が大きい。このため、ドック上下流の河岸線では、流れの集中や湾曲による二次流の発生によって浸食が生じている。

その機構は慣性力により直流してきた流水が湾曲部で集中し、流速が速くなり河床構成材料に対する流送能力が増して掘れるのと、湾曲部で流線が曲げられ遠心力が生じ外湾部の水面が高くなるために河川横断方向に圧力差が生じ、底面近くに内湾に向かう二次流が発生して土砂が内湾部に移送されて掘れることによるものである。

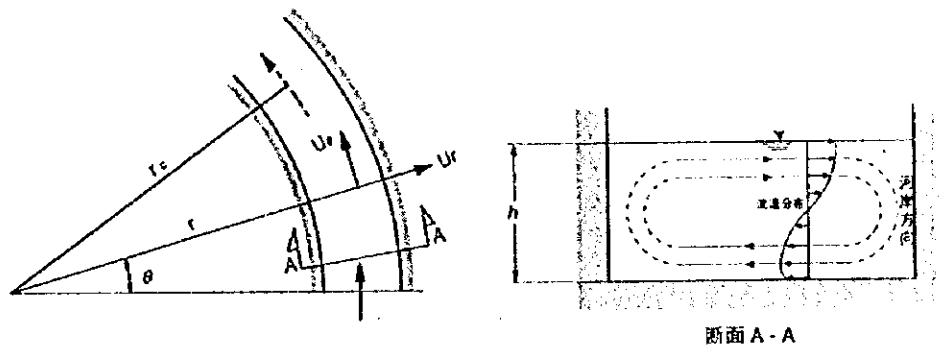


図 3.3-5 湾曲水路の二次流

このように流れがドックの位置する周辺に集中し、河岸浸食を促す現象が発生している原因としては次の自然的条件があげられる。

- ① 蛇行の湾曲部に位置すること
- ② この湾曲部方向への流れの成分が大きいこと
- ③ 潮汐によって順流・逆流の流れの影響を絶えず受けること
- ④ さらに大降雨時には河道内の貯留量が増えて順流時の流速を増やすこと

b) 河岸浸食の発達経緯

ドック周辺域の河岸浸食は、ドックを上流端とし漁民部落をその中心として発達してきている。現地での観測および聞き取り調査から、その原因として次の事項が挙げられる。

- ① 計画サイト上流の中洲を挟んだ流路は、近年その主流路を南側寄りに変えてきており、そのためドックを上流端とした河岸線に流れが直接当たるようになってきていること。
- ② 流路の変化に伴い、その川幅・水深が増大して河道内貯留量も増加し、この貯留量が潮位の変化によって移動することになり、湾曲部に向かう流量の増加を招いていること。
- ③ また、近年発生した比較的大規模な降雨により、河川への流入が増えて河道貯留量が増加し、その結果、浸食を増長させる要因となったと考えられる。漁民部落での聞き取り調査によれば、96～97年の雨期に多数の家屋が河岸浸食により流出したとのことである。漁民部落は12年前から形成されているが、家屋の流出事故はその時が始めてであり、この雨期には短期間で比較的まとまった降雨が発生していることから、河道貯留量が増加して浸食を増長させる原因となったと思われる。

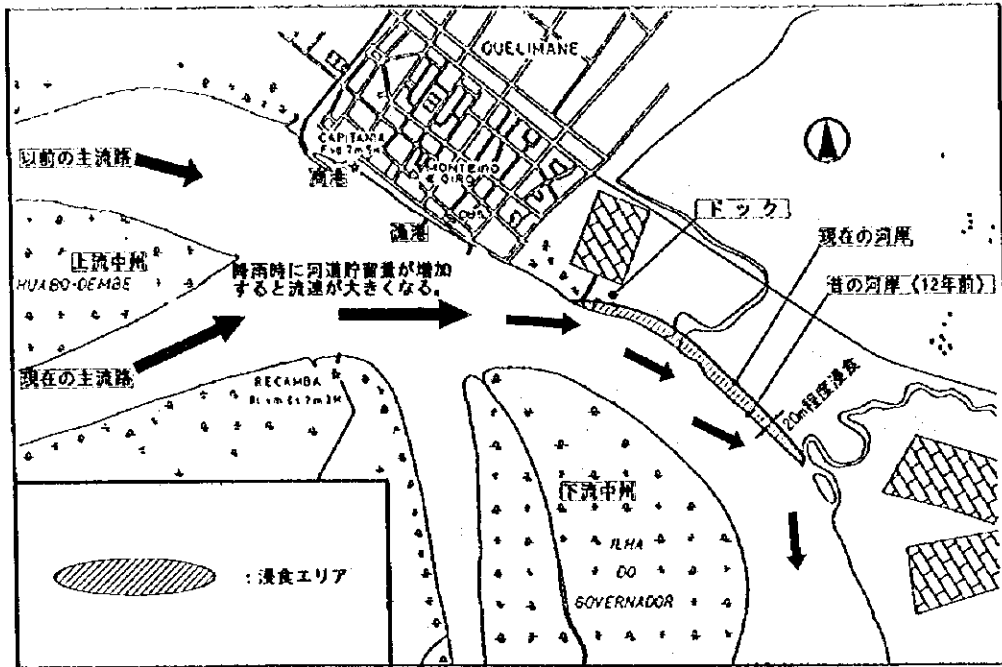


図 3.3-6 ドック付近の河岸浸食の発達経緯

(2) 構造物前面の局所洗掘

構造物による局所洗掘は、流れの中の構造物回りの流速が増大したり、流れの乱れの作用(渦、二次流)による河床方向の流れにより河床構成材料が移流して発生するものである。既存構造物の局所洗掘の最も激しい位置・範囲は、深淺測量結果および流向・流速観測結果から判断すると、順流時および逆流時の両方向の流れの影響を直接受ける前面護岸矢板とドック中心部の角部である。

局所洗掘の概念図を図 3.3-7 に示す。

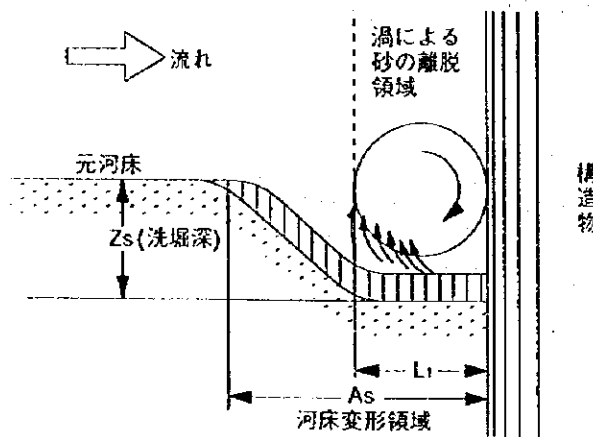


図 3.3-7 局所洗掘の概念図

3.3.3. 河岸浸食の将来予測

ドック周辺の河岸浸食の発生原因は、河川湾曲部の浸食という自然的条件と構造物による局所洗掘の両方によるものであり、今後も継続するものと判断される。このため、本計画の設計条件として、将来の浸食状況

をある程度予測する必要がある。現地において入手できた河川データは限られたものであるが、これを踏まえた予測方法を選定することが求められる。

一般に、河岸浸食を予測し評価する方法として、次の各方法があげられる。

- ① 経年的な変動データから評価する方法
- ② 既往の研究成果から評価する方法
- ③ 数値計算により評価する方法
- ④ 水理模型実験により評価する方法

上記の予測方法のうち、「①経年的変動データからの評価」はある程度可能であるが、「②既往の研究成果からの評価」は、調査地域のような感潮河川での潮汐による河岸変動の研究は未だに不十分であること、「③数値計算による評価」および「④水理模型実験による評価」に対しては、現地の地形・水理データが不十分で条件設定が困難である。

したがって、ここでは「①経年的な変動データから評価する方法」により河岸浸食すなわち、「最深河床高さ」と「河岸浸食速度」の将来予測を行う方針とする。

(1) 最深河床高さ

最深河床高さは、河川特性から決まる河床高さと構造物の局所洗掘により決まる河床高さがあるが、ここでは河川特性による河床高さを想定する。構造物前面の河床高さは、局所洗掘により河道特性で決まる河床高さよりさらに深くなる可能性はあるが、この現象は局部的であり洗掘対策工を実施することによりその進行を防御することができるので、ここでは対象としない。

最深河床高さは、深淺測量成果と既往の海図との比較により、湾曲部の河床の安定深さを-14 mとする。

理由は以下のとおりである。

- ① 既往の海図によれば、サイトを含む上下約2kmの範囲の左岸寄り河床が深くなっており、それより上流および下流では逆に浅くなっている。すなわち、サイト周辺部の河床はお盆状の形状を示し、広域的に河床変動する場所とは異なると考える。
- ② 1992年9月と97年7月に作成した深淺測量図より、このお盆状の河床面の最深部はほぼ-13~-14mで、過去約5年間の河床高はほぼ安定を保っている。
- ③ 97年7月と12月の比較によると、-14mの等深線が、お盆状の範囲内で下流側に伸びてきていることが認められるが、河床最深部は-14mより下がっていない。

(2) 河岸浸食速度

河岸の浸食は、横断測量結果から明らかなように、河岸脚部の浸食による河岸の急勾配化とそれに伴う崩壊の繰り返して進展している。この河岸浸食は、日常的な潮汐の影響だけではなく、降雨・大潮時等を契機として急激に進展する断続的な現象として考えられることから、その浸食速度は比較長い期間のデータの平均値により推定が可能となる。

したがって、ドック周辺河岸の浸食速度は、経年的なデータの比較により年平均値として評価し、河岸後退速度を平均2.3m/年とする。

理由は次のとおりである。

- ① 1992年9月、1997年7月および12月に作成した深浅測量図より-10、-7、-5、-3、±0、+2mの各等深線と既存護岸前面法線との平均距離を試算した。
92年9月から97年12月までの5.3か年間に、各等深線が後退した距離は最小で10.8m、最大で12.3mとなり、深さによる浸食速度の差は1.5mと小さく、各深さともほぼ同様な浸食速度を示しているといえる。また同期間の浸食による河岸線の後退速度を求めると、年間2.30mを得た。(巻末の付属資料-5-4参照)
- ② ドック下流に位置する漁民部落での聞き取り調査から、12年前に比べて河岸線が20m程度後退したとの情報を得た。これは年平均値に換算すると、およそ1.67m/年となる。
- ③ 1996年6月撮影の測量用空中写真(巻頭プロジェクト・サイト位置図)と97年12月の調査時の航空機からの写真(巻頭の写真-1)とを比較し、漁民部落周辺の河岸の後退状況を概算すると、河岸の浸食速度は年間2.0~2.6m程度と考えられる。

(3) 浸食範囲と保護工の範囲

上記の検討から、最深河床高さは-14m、浸食速度は年2.3mが得られた。

既存護岸の前面については、浸食保護工の前面水深が-14mとして、既存護岸の安定に必要なマウンドを造成する。ドックの両側面は、現時点では河岸浸食を受けていない部分であるが、この部分の地盤高さが将来の浸食の進行により低くなってもドック本体の構造物に影響しないように保護構造物を構築する範囲は、ドック施設に使用されている鋼材の考え方と同様に決定する。すなわち、鋼材の腐食に対する耐用年数は30年としているので、施設完工後5年を経過していることを考慮し、対策後25年間の浸食に対抗するのに必要な範囲に保護構造物を設定するものとする。

以上に述べた考え方を図3.3.-8の模式図に示す。

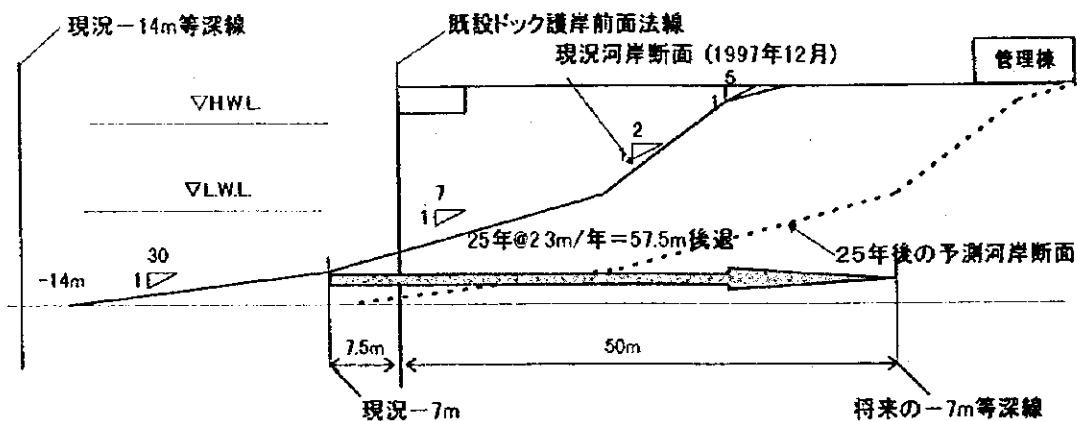


図 3.3.-8 現況河岸断面と25年後の将来予測断面

3.4. プロジェクトの最適案に係る基本設計

3.4.1. 浸食保護工の設計方針

対策工の基本計画にあたって、主として、(1)浸食保護工法と、(2)構造様式の比較について検討し、設計方針を立てる。

(1) 浸食保護工法の検討

一般に、河川の河岸部における浸食防止対策としては、次に示す「河岸浸食防止工」と「水流の流向制御工」および「その組合せ工法」が挙げられる。

表 3.4-1 浸食防止対策の種類

浸食防止対策	具体的対策工の種類
① 河岸浸食防止工	護岸工
② 流向制御工	水制工
	床固工
③ 河岸浸食防止と流向制御の組合せ	護岸工+水制工
	護岸工+床固工

河岸浸食防止工は、浸食部を人工構造物により直接防護するものであり、そのために効果の即効性を有するとともに、目的を確実に達成しやすいという特徴を有する。具体的な施設としては、護岸工やその洗掘を防御するための根固工が挙げられる。

一方、流向制御工は、流路を河川の中央部に移動させて河岸を浸食から遠ざけるとともに、河岸前面の堆積を促すものであり、具体的な施設としては水制工、床固工が挙げられる。このうち水制工は、その効果が個々の河川特性に強く影響を受けるために即効性および確実性の点で問題を有する。また、床固工は河川を横断する構造物であり、河川幅が大きい場合には経済的に不利となる。

以上の各浸食対策工の特徴と、保護すべき対象施設が漁船修理施設であり局部的であること、効果が即効性を有しかつ確実であることが必要とされる等の条件を考慮すると、浸食保護工としては、河岸浸食防止工による対策が流向制御工に比べて有利であると判断される。

また、護岸の破壊はその基礎部の洗掘を契機として生じることが多いために、本計画の対象河川でも、その地点の流勢を減じ、河床を直接覆うことで急激な洗掘を緩和する目的の根固工を併せて設置する必要がある。したがって、キリマネ乾ドックの浸食保護工では、保護工の前面を洗掘から防ぐために根固め工もあわせて配置する方針とする。

(2) 構造様式の比較検討

浸食保護工の構造様式については、浸食の状況、将来の浸食予測、土質条件、既存護岸の構造等を検討した結果から、以下の3形式が考えられる。

- ① マウンド式
- ② 直立式

③ マウンド式と直立式の混成式

マウンド式は、ドックの前面護岸の洗掘された部分を石材等で埋め戻し、構造物を保護するためのマウンドを築く方式である。直立式は、既存の護岸の直近に杭、矢板等を打ち込みこれらにドックの主動土圧を負担させる方式である。マウンド式と直立式の混成方式は、既存護岸から離れて杭を打設して浸食の進行に対抗する一方、ドック前面はマウンドを形成する方式である。

これらの3形式を比較検討した結果を表3.4.-2に示す。

表 3.4-2 浸食保護工の構造様式の比較

条件	マウンド型	直立型	混成型
概略構造図			
特徴	石材等の投入により、マウンドを形成する。一般的には、河床面が良好な地盤に多く用いられる。	杭、矢板を直近に打設し浸食からの防護する。水深により、構造的には大規模になる。	マウンド式と直立式の混成である。両者の併用により、条件によって両者の欠陥を補足できる。
既存施設への影響	・石材の投入なので影響なし。 ○	・直近への杭等の打設となるため、既存護岸への影響は大きい。 ×	・既存施設から離れた場所に杭を打設するため、前面護岸前に砕石等を投入することにより打設の影響を少なく押さえられる。 △
安全性	・将来河床の浸食が進行した場合に法尻が崩れる恐れはあるが、将来の法面の安定勾配を見込むことで問題はない。 ○	・杭の直近は洗掘される恐れはあるが根固め工によりある程度は解決可能である。 △	・杭の直近は洗掘される恐れはあるが根固め工によりある程度は解決可能である。 ○
施工条件	・大量の石材の投入と浚渫工事が必要となるため施工機械が大規模になる。 ・石材の量などに余裕が必要で施工の確実性は劣る。 △	・1800mm程度の大口径の鋼管杭等の打込みが必要となるため施工機械が大規模である。 ・無振動杭打設工法を検討する必要があり、必要機材が増える。 ・施工の確実性は得られる。 △	・直立型に較べて杭径は小さくなるので施工機械は中規模である。 ・施工の確実性は得られる。 ○
材料条件	・大量の石材が必要となるが、現時点では現地での調達に難しい。 △	・第三国からの調達となる。 ・石材の必要は無い。 ×	・第三国からの調達となる。 ・中詰めに現地採取土砂を利用できるので、石材の量を少なく押さえられる。 △
維持補修	・将来河床の浸食が進行した場合に法尻が崩れ法面の維持補修が必要となる。 ・補修には石材、投入用の台船、重機等が必要となるが、現段階でも国側で実施負担する事は難しい。 △	・維持補修が少ない。 ○	・維持補修が少ない。 ○
経済性	・一般的には経済的であるが、現時点では現地で大量の石材が入手困難という特殊な制約条件があり不経済となる。 概算工事費： 8.0億円 △	・水深が深いため構造部材が大きくなり、不経済である。 概算工事費： 8.3億円 ×	・経済的である。 概算工事費： 7.7億円 ○
工期	・石材の運搬方法によるが、最速でも12ヵ月以上必要。 △	・他の2つに比べて最も工期が長くなる。 ×	・他の2つに比べて最も工期は短い。(9.5ヵ月) ○
総合評価	・将来の浸食の進行に対して維持管理が必要。 ・大量の石材が必要となり、工期、経済性が劣る。 △	・既存護岸への影響が大きい。 ・将来の浸食の進行に対して安全性は確保されているが、経済的には劣る。 ×	・経済的に有利であり、将来の浸食の進行に対しても安全性は確保されている。 ○

計画地のドック前面では水深-10mと深い部分もあり、また、河床面に軟弱地盤が残っている。河岸の浸食は現在も進行中であるので、マウンド式については法尻面が洗掘を受け将来的に維持管理が必要となる可能性がある。直立式は構造が単純であるが、現状で構造的に危険な状態にある既存護岸の直近に杭を打設するため、既設護岸への影響が大きい。また、水深が深いため自立部分の距離が大きくなり、大口径の鋼管杭等を打設する必要があり、材料や施工機械の調達に制約が生じ、経済性に問題が

ある。混成式は、主要材料や施工機械は第三国からの調達が必要であるが、申請めに現地の砂が利用できること、施工機械の規模も直立式に較べて小さいことから経済的に最も有利である。

以上の検討から、本計画では、浸食保護工の構造様式としてマウンド式と直立式の混成式を採用する方針とする。

3.4.2. 基本計画

(1) 設計条件

自然条件調査等の結果から、本計画で採用する設計条件は以下のとおりとする。

a) 海象条件

- ・潮位

H.H.W.L.	C.D.L.+5.30m
L.L.W.L.	C.D.L.+0.10 m
R.W.L.	C.D.L.+4.00 m (残留水位)
- ・最大流速 150 cm/sec

b) 土質条件

本設計に用いる土性値は下記のとおりとする。

+2.50 m	粘性土	
	単位体積重量	$\gamma = 1.6 \text{ tf/m}^3$ (空中) $\gamma' = 0.6 \text{ tf/m}^3$ (水中)
	粘着力	$C = 0.7 \text{ tf/m}^2$ (一軸圧縮試験結果より) $N \text{ 値} = 1$
-5.50 m	砂質土	
		$\gamma = 1.8 \text{ tf/m}^3$ (空中) $\gamma' = 1.0 \text{ tf/m}^3$ (水中) $N \text{ 値} = 14, \phi = \sqrt{12N + 15} = 28^\circ$
-7.50 m	砂質土	
		$\gamma = 1.8 \text{ tf/m}^3$ (空中) $\gamma' = 1.0 \text{ tf/m}^3$ (水中) $N \text{ 値} = 30, \phi = \sqrt{12N + 15} = 34^\circ$
-14.0 m	粘性土	
		$\gamma = 1.8 \text{ tf/m}^3$ (空中) $\gamma' = 1.0 \text{ tf/m}^3$ (水中) $N \text{ 値} = 20, (C = 4.85 \text{ tf/m}^2)$
-28.0 m	砂質土(基盤層)	
		$\gamma = 1.8 \text{ tf/m}^3$ (空中) $\gamma' = 1.0 \text{ tf/m}^3$ (水中) $N \text{ 値} = 40, \phi = 40^\circ$

c) 設計震度 特に考慮しない。

d) 既設護岸の条件

- ・護岸天端高 C.D.L.+ 6.0 m
- ・上載荷重(常時) 1.0 tf/m²

e) 設計海底面 C.D.L.-14.0 m

0) 準拠する基準等

運輸省監修「港湾の施設の技術上の基準・同解説」

農林水産省監修「漁港構造物標準設計法」

日本工業規格(JIS)等

0) 主要材料の条件

① 盛土材料

材料	平均N値	単位体積重量 (t/m ³)		内部摩擦角(°)
		湿潤	水中	
中詰め砂	5	1.80	1.00	27.5
被覆石	40	1.80	1.00	35

② 鋼材

材料	許容応力度 (kgf/cm ²)
鋼管杭 (SKK400)	1,400
鋼矢板 (SY295)	1,800

③ 鋼材の腐食速度

腐食環境		腐食速度(mm/年)
海側	H.W.L.以上	0.3
	H.W.L.～L.W.L.-1.0m	0.1～0.3
	L.W.L.-1.0m～海底部まで	0.1～0.2
	海底泥土中	0.03
陸側	陸上大気中	0.1
	土中(残留水位以上)	0.03
	土中(残留水位以下)	0.02

④ コンクリート

材料	単位体積重量	許容応力度
鉄筋コンクリート	2.45 t/m ³	24 N/mm ²
無筋コンクリート	2.30 t/m ³	18 N/mm ²

(2) マウンド工の検討

a) マウンドの天端高さ、幅

既設の前面護岸の底部が洗掘を受け、鋼矢板構造の既設護岸の受動側土圧が低減し崩壊の危険が及んでいるため、護岸前面に土砂等を投入してマウンドを築き所定の受動土圧を発生させることができる地盤を築くことが必要である。既設の鋼矢板式護岸の構造的安定を回復するため必要なマウンドの天端高さは、既存護岸に使用されている鋼矢板の種類および根入れ長により決定する。また、マウンドの天端幅は、各鋼矢板の根入れ安全率を満足する値(安全率1.50以上)を確保するために必要な受働崩壊面と鋼管矢板にかかる主働崩壊面が交わらないために必要な幅によって決定される。

これらの条件に基づき検討した結果を表3.4.-3に示す。(マウンド断面の算出については、巻末資料-9(2/2)参照)

表 3.4.-3 マウンド天端高と天端幅

既存前面護岸位置	マウンド高さ	マウンド幅	根入れ安全率
前面中央部	D.L. - 2.0 m	17.5 m	1.51 > 1.50
前面両端部	D.L. ± 0.0 m	17.5 m	1.51 > 1.50
両側部	D.L. + 2.5 m	10.0 m	1.53 > 1.50

前面護岸に使用されている鋼矢板の種類および根入れ深さは、設計時における仮想海底面が異なるために上表の3断面においてそれぞれ異なっており、このため受動側土圧を回復させるために必要なマウンドの天端高さとは幅は構造的には異なる結果となる。

構造的に必要な断面形状に加えて、① 局所洗掘を防止する流れに対する配慮、② 漁船の入渠作業の際の操船上の安全性、③ 施工性・耐久性、などの点を検討する必要がある。

局所洗掘を防ぐためには、流れを乱さないことが重要であり、この点からはマウンドの高さ、幅とも均一である方が有利となる。漁船の操船上からも、護岸の前面の海底面が平坦な方がより安全であり、施工性からも場所により海底面の仕上げ高さが異なると法面の形成が必要になり施工性が劣るといふ問題がある。

以上の検討からは、マウンドの高さ、幅とも均一であることが望ましく、その場合は、船の入出渠のために必要なドックゲート前の水深である-2.0mとすることが最も合理的である。

しかし、構造的には既存護岸の両端部と両側部のマウンドの高さは、それぞれ±0m、+2.5mが必要である。このため、既設護岸の直近に新たに鋼矢板を打ち込み、両端部と両側部の既存護岸を補強したうえで、マウンド高さおよび幅を全断面にわたり一定に揃えるマウンド形状が最も有利である。

b) マウンドの築堤材料

浸食保護工に必要なマウンドを築堤する主要材料について検討する。

材料に求められる必要条件は、下記の2点である。

1. 流れに対して安定していること
2. 受動側土圧として効果があるもの

以上の条件を満たす以下の材料について比較検討を行う。

表 3.4.-4 各種マウンド築堤材料の比較検討

品目	砂(砂のう含)	モルタル詰砂のう	捨石材
仕様	現地川砂 $\gamma = 1.7 \text{ ton/m}^3$	同上にセメントを混入してモルタル状にしたもの $\gamma = 1.8 \text{ ton/m}^3$	石材の投入 $\gamma = 2.3 \text{ ton/m}^3$
流れに対する安定性	不安定	砂(砂のう)よりは良いが、法面での安定性はない	安定性はある
受動土圧としての効果	効果はある	効果はある	高い
調達先	現地	現地	南ア
納期	問題なし	問題なし	専用船にての搬入となる
価格	安価	高価	高価
総合評価	砂のみの投入では安定をはかるのは不適當。防砂シート等の併用により中詰め土としての使用は可能	モルタル詰砂のうの重量を増すことにより、使用は可能だが、現地で製作しなければならず高価になる	最も適する。中詰め材(砂)の使用で数量を減量できる。

以上の検討結果から、マウンド築堤材料としては、中詰め材には砂を使用し、表面の保護のために被覆材料としては石材を使用することが、最も妥当と判断した。

c) 被覆石の検討

中詰めに砂を使用するが、河川の最大流速の設計値は150cm/secであるので、マウンドの表面は石張りとして中詰め砂を保護する必要がある。この場合に必要となる被覆石の安定重量は、米国海岸浸食局の港湾基準に示された下式により決定する。

$$dg = \frac{v^2}{2 g \gamma^2 (Sr - 1) (\cos \alpha - \sin \alpha)}$$

- ここに、
 dg: 捨石寸法(m)
 Sr: 捨石の比重($\gamma / 1.03$) = [2.65]
 v: 捨石上面における流れの速度(m/sec) = [1.5 m/sec]
 g: 重力加速度(m/sec) = [9.8 m/sec]
 α : 斜面の勾配($^\circ$) = [26.565 $^\circ$]
 γ : イスパッシュの定数 = [0.86~1.20]

上式により被覆石として必要となる被覆石重量は下記のとおりとなる。

$$dg = 0.11 \sim 0.21 \text{ m/個以上} \rightarrow 25 \text{ cm 以上(立方体とした場合の容積} = 15,625 \text{ cm}^3)$$

これを石材重量に換算すると $W = 15,625 \text{ cm}^3 \times 2.65 = 41.4 \text{ kg}$ \therefore 50 kg/個以上となる。

d) 吸出し防止シート

上記に規定する以上の石材を使用すれば、表面の被覆石が流されることはないが、内部の中詰め砂の流失を防ぐためには、中詰め砂と被覆石の間に吸出し防止シートが必要となる。

以上の検討から、浸食保護工のマウンド形状は次図に示すとおりとする。

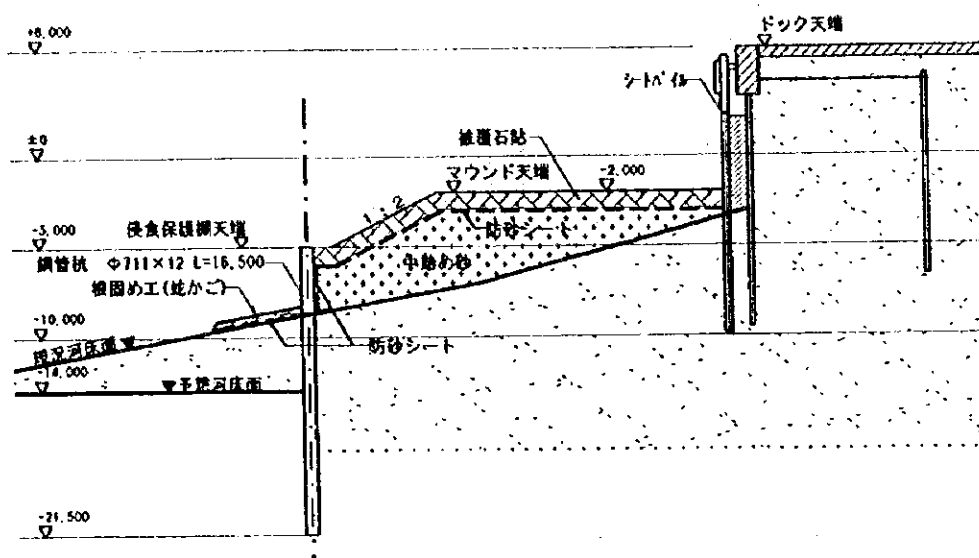


図 3.4-1 マウンド形状

e) 安全性の検討

既存護岸の安定性を回復するために上図に示すマウンドを構築した場合の護岸の安全性を確認するため、円形すべりによる護岸全体の安全率を照査した結果を表3.4-5に示す。

照査断面および解析図は、巻末の付属資料-6に示す。

表 3.4-5 各断面の円形すべりに対する安全率

検討護岸断面	①上流側護岸	②ゲート前面	③ゲート前面	④下流側護岸
安全率	1.422	1.361	1.334	1.416

上記の結果より、各断面の安全率は $F=1.3$ 以上であり、設計基準を満足している。

(3) 浸食保護柵の検討

浸食保護工の構造は、3.4.1.項で検討したとおり、マウンド型と直立型との混成型であり、マウンドの法尻の基盤面が浸食を受けないようにするため浸食保護柵が必要となる。また、ドックの両側面についても、将来の浸食の進行からドック構造物を保護するための浸食保護柵が必要である。以下に浸食保護柵の構造、必要範囲などを検討する。

a) 浸食保護柵の構造方式

浸食保護柵の素材としては、鋼管杭、鋼矢板およびコンクリート杭が考えられる。

構造面から要求される条件は、河床深さが仮想河床面である-14mまで下がっても自立できること、材料調達面では品質的に均一で短期間に調達できるものが有利であり、施工面からは水中工事となるために施工性がよくかつ施工精度が保たれることが要求される。

鋼矢板およびコンクリート杭については、鋼管杭と比較して部材の曲げ剛性が小さい。仮に、鋼矢板あるいはコンクリート杭を水深-5mの位置まで打ち込めると仮定しても、自立高さは仮想海底面である-14mからは9mとなり、自立式壁体を構成する本計画の保護柵としては、構造的観点より採用することが難しい。鋼管杭については大きな曲げモーメントに抵抗できるので、大水深岸壁や自立式壁体を築造するには構造面で最も優れている。施工性についても台船を使用した水上からの作業には適している。調達面では、隣国の南アから調達可能である。以上から、浸食保護柵の素材としては鋼管杭が妥当である。

鋼管杭による浸食保護柵の検討にあたっては、まず計画地の地質条件を確認した。計画地の地質条件は3.4.2.項および巻末の付属資料-9に示すとおりである。

浸食保護柵としての鋼管杭には上載荷重は一切かからないが、河床水深が-14mに達した場合でも自立してドック前面のマウンドの法尻を押さえて保護する機能が求められている。浸食保護柵の検討には、仮想海底面を基準とした主働土圧の合力を計算し、この合力を受けた場合の鋼管矢板の応力をChangの式により地上に突出した杭として計算した。さらに、地盤の横抵抗定数、杭幅および杭の曲げ剛性から求まる特性値を求め、鋼管矢板の根入れ長を計算し、杭頭自由の状態における杭頭変位が10cm以内に収まるか否かの検討を行った。

鋼管矢板の杭径を決定するにあたっては、マウンドの盛土量を低減させる目的からは、自立式鋼管矢板の径を大きくして、護岸近くに配置した方が有利となる。また総延長当りの必要杭本数は杭径が大きいほど少なくなるのが、施工上の制約から扱える鋼管杭の最大径は自ずから制限される。本計画では、ドック本体の建設の際に使用された実績があり施工上の問題がないことが確認されているφ700 x 12tとそれより小さいφ600 x 14tの鋼管杭を対象に比較検討した。

この結果、壁体1m当たりの必要鋼重量は、φ700の場合は4.670t、φ600の場合は5.247t、また壁体1m当たりの杭ピッチは継ぎ手幅を180mmとすると、φ700の場合は1.136本/m、φ600の場合は1.282本/mとなる。以上の検討から、φ700 x 12tの鋼管を使用すれば、より少ない鋼材重量と打設延長をもって浸食保護柵を構築できることが明らかになった。なお、この鋼管杭を水中でヤッコ打ちで打設する場合の限界深さは-5mとする。また、4.1.5.項に後述するとおり、浸食保護柵の鋼管杭の調達先は南アフリカ共和国が妥当であると考えられるため、本計画による鋼管杭の径は南アのインチ規格に合わせてφ711 (φ28") x 12tとする。

以上の検討から、鋼管矢板はφ711 x 12t、必要根入れ長は-21.5mが得られた。

上記の検討過程と計算結果は巻末の資料-9にまとめた。

b) 浸食保護柵の範囲 (巻末資料-8:「浸食保護柵の範囲の検討」参照)

ドックの両側面の地盤面は現在は浸食を受けていないが、将来の浸食の進行によりこの部分の地盤が低くなった場合にドック本体を保護するためには浸食保護柵が必要となる。

3.3.3項で検討したとおり、浸食保護柵は今後25年間にわたり現在の浸食速度が継続し現在の河岸断面形状を維持したまま河岸が後退し続けた場合を想定し、これについて対応可能な対策を講じることにより、ドックの安定が確保できる範囲とした。

すなわちドック前面から浸食保護柵の終点までは、25年浸食後もドック敷地境界と浸食保護柵の杭頂部を結ぶ法面が安定していること。また保護柵の終点より内陸部では、ドック敷地境界と浸食保護柵の基部を結ぶ法面が安定していること必要となる。

側面の浸食保護柵を既存護岸前面の浸食保護柵の鋼管杭と同等(φ711x12mmx16mL)の鋼管杭で構築する場合、構造上および施工上から考えられる制限条件は下記のとおりである。

- 土質条件より鋼管杭の自立高さは7m～8mと設定される。
- 鋼管杭を地中に打設する場合の杭頭の限界深さは、ヤットコを使用した場合でも地盤面より5mの深さである。

上記の条件から鋼管杭による浸食保護柵は現況地盤から打込める天端高さと、自立可能な高さによって限界があることが分かる。すなわち、本計画の場合、現況地盤は施設の内陸部側の最も高い所で分でC.D.L+5.0mであるので、杭天端高さはCDL±0.0m、またその場所の地盤高が将来、浸食によりC.D.L-7.0mまで下がる可能性がある点が限界となる。

一方、地形条件からは、現況河岸地形と、予想される25年の浸食後の河岸地形から保護柵の必要範囲を検討すると、構造的な限界であるC.D.L-7.0m等深線は、現在、ドック前面護岸から7.5mの沖合いにあり、今後25年の浸食の進行により、後退する距離は年間浸食速度を2.3m/年と設定した場合、57.5m(=2.3m/年x25年)である。この位置は前面護岸から50mの位置となる。

またこの時(25年浸食後)の浸食保護柵の終点でのドック敷地境界と浸食保護柵の基部を結ぶ法面の勾配の安定について検討する。

- 現況の測量結果からは、現在浸食を受けながらも円形すべりに対して安定を保っている河岸断面の法勾配は感潮部の±0.0m～-7.0mが最も急で勾配(1:2)である。

現状の土質条件、流況条件下で浸食が進行した場合、自然に形成される河岸断面の勾配は現況と同等程度に安定的に保たれると考えることができるので、法面の安定勾配は1:2(25.6度)より緩勾配とすることが必要となる。また建設省河川砂防技術基準(案)設計編1よれば、河床洗掘時の斜面勾配は安全を考えると通常30度とすることを示している。これらのことから、ここでは安定勾配1:2(25.6度)が確保できるか、否かを判定の基準とすると、

終点で高低差10m(={現地盤C.D.L.+5.0m} - {浸食後終点地盤高C.D.L.-5.0m})に対して、法面の水平距離(敷地境界～浸食保護柵法線)は約20m(正確には21.35mであるので、法面勾配は1 : 2(=25.6度)となる。したがってこの法面は安定と考えられる。

以上から、本計画における浸食保護柵を施す範囲は、ドック両側面の前面護岸より50mとする。(本文36頁の図3. 3. -8、基本設計図(3/3)および巻末資料-8参照)

(4) 洗掘防止工(浸食保護柵前面の河床の護床工)

浸食保護柵の外側は河床面が直接露出し、浸食保護柵にあたった流れの一部は下向きに変わるため、鋼管杭の根入れ部が洗掘作用を受ける。このため、洗掘防止工が必要となる。河床の浸食は現在も進行中であるため、河床形状の変化に追従しやすいじゃ籠による根固めを行う。

じゃ籠による洗掘防止工の範囲は、現地での洗掘状況、類似した条件での水理模型実験結果、および我が国で河川護岸浸食防止工(根固工)として用いられている標準的な設計値から総合的に検討して設定する。

a) 現地での洗掘状況

深淺測量の結果から、ドック前面の局所洗掘の大きい箇所はドック中央部の出入り口前面、保護矢板およびドック中央部の隅角部に見られる。洗掘はドック施設の上下流が直接当たる両角部と、ドック中央部の河川沖合方向に約10mの範囲で顕著である。(巻末の付属資料-7参照)

これは構造物にぶつかった流水が剥離現象等、三次元的に流れに乱れを生じ渦を発生させる等によるためと、この構造物で跳ねられた流水が角部に集中して、そこでの流速が速くなるためである。

キリマネ乾ドックの場合、感潮区域に位置しており、順流・逆流の両方向の流れがあるために、上流側、下流側およびドック中央開口部両側で洗掘が発生しているものと考えられる。

b) 類似構造物の水理実験結果

キリマネ乾ドック付近の河岸の浸食状況と対策工を検討する上で、最近の類似した事例としては、我が国では河口堰の仮締切工に関する水理模型実験(『紀の川大堰水理模型実験報告書(Ⅲ)』昭和63年3月 建設省土木研究所・河川部河川研究室)が挙げられる。この実験は、図3. 4. -2に示すような条件の下に行われている。

実験諸元: ・流量=4000m³/S(一定流) ・縮尺=1/50 ・通水時間=5時間(模型)
 ・河床材料 d_{60} = 0.25~20 mm(現状)、 d_{60} = 0.24 mm(模型)

(なお、キリマネ乾ドック前面で採取された河床材料の粒度は添付資料-7の図-3に示すとおり、 d_{60} = 0.10~0.15 mmである。)

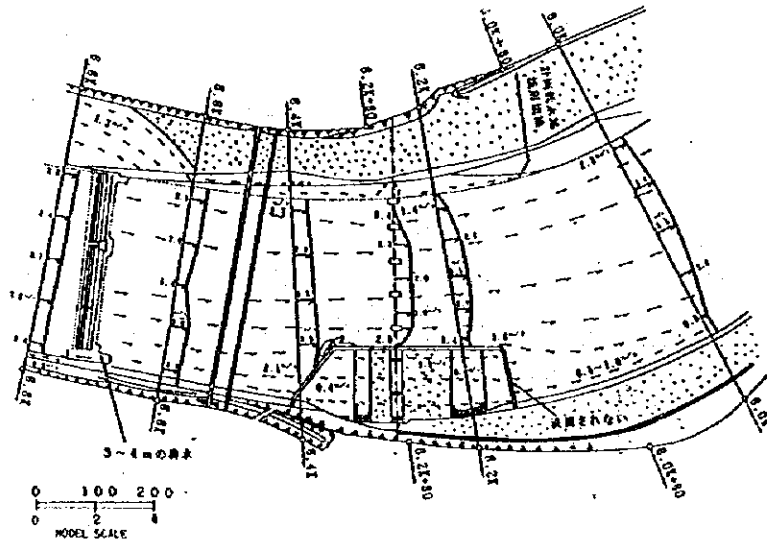


図 3.4-2 仮締切工設置時の河床変動現象の把握実験の流況図

この実験により、次の様な結論が報告されている。

- ・ 仮締切工上流隅角部(流速3.5m/s)で最も大規模な局所洗掘が発生する。
- ・ 仮締切工の下流端隅角部では、当初洗掘傾向を示すが、その上流部の洗掘土砂により堆積傾向となる。
- ・ 仮締切工の直線部では、洗掘は見られず、逆に堆積傾向にある。
- ・ この実験結果をもとに、洗掘対策工としては、洗掘深は大きいものの狭い範囲に限られていること、原因が仮締切工のごく近傍の流れの局所的な集中であることを合わせて考慮して、図3.4.-3に示す幅10mの捨石もしくはサンドマットの設置を提案している。

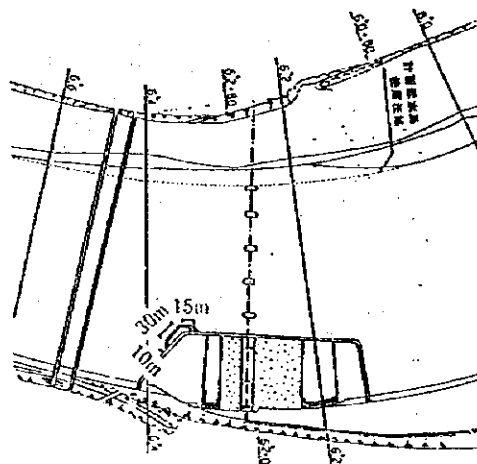


図 3.4-3 実験結果より提案された対策工

●隅角部の洗掘防止工の検討:(付属資料-7参照)

- ① 本計画のキリマネ乾ドック前での河川特性(流量、河床材料、潮流等)と上記の実験諸元とは、厳密には異なるものの、実験結果では洗掘が隅角部で生じていることから、そこでの洗掘対策工(流速3.5m/s)として幅10mのサンドマットが提案されている。
- ② 付属資料-7に示すとおり、現地での洗掘状況が、河川沖合い方向に約10mの範囲で顕著である。
- ③ 「建設省河川砂防技術基準(案)設計編[1]」によれば、護岸工の根固工敷設幅は、下式によることとしている。

$$B = L_n + \Delta Z / \sin \theta$$

ここで、B： 護岸工の根固工敷設幅

L_n ： 護岸前面の平坦幅(2m以上)

ΔZ ： 根固工敷設高から最深河床高の評価高までの高低差

θ ： 河床洗掘時の斜面勾配(通常 30°)

本計画では、 $L_n=2m$ 、 $\Delta Z=4m$ (現況水深の-10mから将来河床高-14mまでとする)、 $\theta=30^\circ$ とすると、根固工敷設幅は、 $B=10m$ となる。

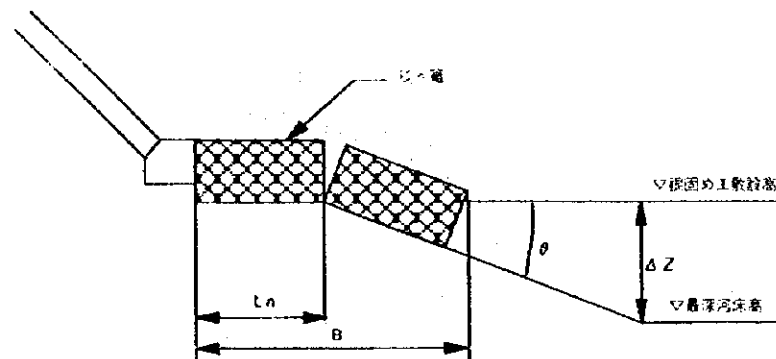


図 3.4-4 護岸工の根固工敷設幅

なお、同じ河川構造物でも、床止め工等の護床工の長さは、跳水の発生により激しく流水が減勢される区間およびその下流の整流区間として求めており、本計画構造物のようなもぐり状態の流れで跳水が発生しないような流況に対しては適用されない。

- ④ 以上により、何れの場合でも、洗掘防止に必要な根固工の幅は10m程度であるために、本対策においては、洗掘現象が集中すると判断される隅角部には、現地で入手できるじゃ籠の最大規格(6m x 2m)より根固工敷設幅を12mとする。また、じゃ籠の下面には吸出し防止シートを敷く計画とする。

●直線部の洗掘防止工の検討:

上述の河口堰仮締切りの水理実験結果から得られる知見によれば、直線部では局所洗掘は発生しにくいと想定されるが、本計画では現地の流況を踏まえ、直線部での対応策を次のとおりとした。

- ① 水理模型実験結果によれば、直線部は洗掘領域ではなく逆に堆積域となっているが、キリマネ乾ドックの場合には順流・逆流という両方向の流れや、図3.3.-5に示したとおり湾曲水路の遠心力によるドック方向の流速成分もみられることから、直線部においても何らかの洗掘防止工(じゃ籠工)を補助的に実施する必要があると考えられる。
- ② 直線部に実施する洗掘防止工の幅は、局所洗掘の原因である「渦による離脱領域」を保護工でカバーする範囲とするが、その範囲は隅角部での洗掘よりかなり小さい。
- ③ したがって、鋼管杭の前面の直線部における洗掘防止工(じゃ籠工)の幅は、隅角部の半分程度を目安とし、現地ですべてできるじゃ籠の最大規格を採用して幅6mとし、じゃ籠の下面には吸出し防止シートを敷く様に計画する。

巻末の付属資料-7に、ドック前の洗掘の現況と、対策工としてじゃ籠を設置した場合の洗掘の影響範囲の検討結果を示す。

なお、局所洗掘への対応は工事後の維持管理も重要であり、定期的な河床状況の把握と早期の対応のために、後述のモニタリングの実施が不可欠である。

(5) 既存構造物の修復

浸食の進行により直接的な損傷を受けた部分の修復を行う。

a) ドックゲート前面床版の補修

ドックゲート前のコンクリート床版(500mm厚)の下部の地盤の一部が流失しているため、コンクリート床版にクラックが入り陥没している状態となっている。また、ゲートの直近部の床版の端部が浮き上がっているため、ゲートが全開しない状態にある。

本計画では、先端のゲート受部についてはH鋼杭を打設し、その他の部分については現在残っている床版を下落させ、割石で均した上にプレキャストコンクリート版を敷設してドックゲート前面部分を復旧させる計画とする。

b) 目地開きの補修

上下流の護岸上部コンクリートとバットレスおよびポンプ室躯体との目地の開きの補修は、目地部分に弾性ゴムを押し込み、目地部分からの土砂の吸出しを完全に塞いだ後、グラウトを注入する工法を採用する。

c) 護岸上部コンクリート部クラック補修

既設護岸の上部コンクリート部のクラックは、特に上流側の自立式の側壁上に多く見られるが、これらを含めたコンクリート部のクラックの補修を行う。

補修工法は、コンクリート・クラックの補修工法として広く採用されているエポキシ系接着剤の注入工法を採用する。

3.4.3. モニタリング計画

キリマネ乾ドック付近の河川の浸食は現在も進行中であり、本計画で浸食保護柵を実施した後においても、次に示すように、河床洗掘状況の把握を主体とした調査を継続することが必要と考えられる。ボンス・シナイス河に関する河川データが不足していることを考慮すれば、計画施設近辺の河川状況を継続的に観測し記録しておくことは、他の計画の実施にも役立つものと考えられる。これらの観測を実施する公共的な管理機関は見あたらないため、本計画で作成されるモニタリング・マニュアルに基づき、当面はキリマネ乾ドック自身でこれらのモニタリング作業を実施することが必要であり、これらの作業は適切な機材が用意されればドックの現有職員で実施することが可能と判断される。

(1) 河床洗掘状況チェックのための調査 (図 3.4-5 参照)

- ①調査項目： 河川横断測量
- ②調査目的： ドック周辺の河床変動状況のチェック
- ③調査頻度： 毎年雨期(前、中間、後)の3回
- ④実施要領： 河川横断方向3測線(97年12月の測線と同一測線)

上下流方向2測線(ドックの両側面) (97年12月時点での0mライン付近) (L=50m)

河川横断方向は、陸上に立てた見通し物標にそって作業艇を定速度で航走させ、往復とも音響測深機の記録をとる。

上下流方向は干潮時にレベルで計測する。

浸食保護柵(鋼管杭)のじゃ籠工と、その前面部分については、特に精密に測量する。

上記の結果によっては、潜水によりさらに詳細調査を実施する。

- ⑤資料整理： 作成した河川横断水深図を時系列に整理して、河床の変動状況をチェックする

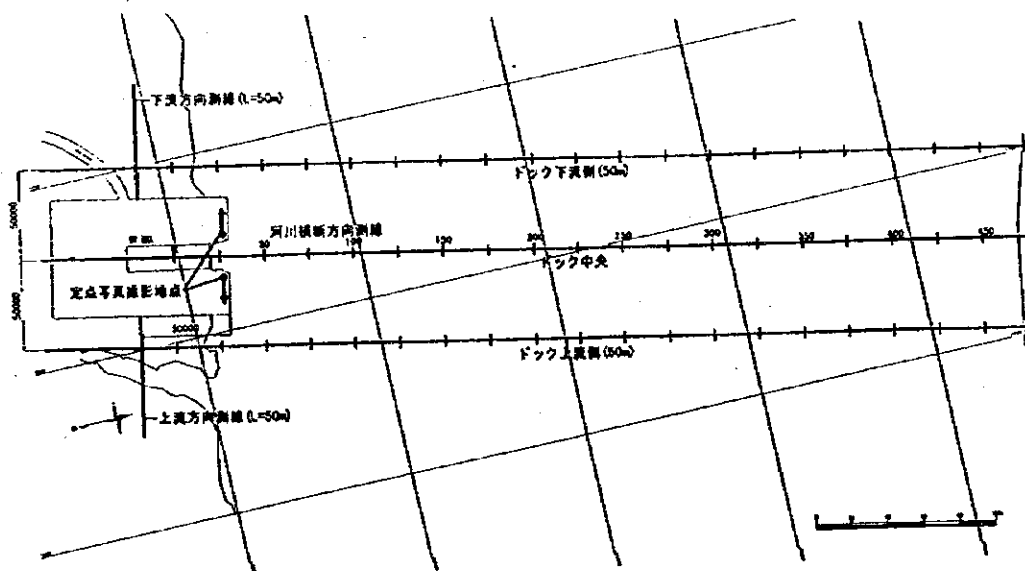


図 3.4-5 河川横断測量の測線位置および定点写真撮影地点

(2) 河岸浸食状況チェックのための調査 (図 3.4.-5 参照)

- ①調査項目： 定点写真撮影
- ②調査目的： ドック上下流の広範地区での河岸変動状況のチェック
- ③調査頻度： 毎年春秋の大潮時(干潮時)
- ④実施要領： ドック先端角部に設置した組立脚立上から、前面護岸法線方向に上流側、下流側の定点写真撮影
- ⑤資料整理： 撮影結果を時系列に整理して、河岸の後退状況をチェックする

(3) ドック施設変状チェックのための調査 (図 3.4.-6 参照)

- ①調査項目： ドック護岸の水平変位測量
- ②調査目的： ドック施設変状のチェック
- ③調査頻度： 完成後2年間は毎月1回(大潮干潮時)、3年目からは2年間の結果により決定
- ④実施要領： 水平変位は鋼巻尺により計測。測線は図 3.4-6 に示す 12 測線。
高さはレベルにより計測。測点は8点。
- ⑤資料整理： 計測結果を時系列に整理して、構造物の変位状況をチェックする

(4) 河川水位の観測

- ①調査項目： ドック前面の河川水位計測
- ②調査目的： 河川水位上昇による洪水発生状況の把握
- ③調査頻度： 雨期(12~3月)の大潮満潮時、および大雨発生後1週間程度の満潮時
- ④実施要領： ドックゲート前の水位標尺の読みとり
- ⑤資料整理： 計測結果を時系列に整理するとともに潮汐表と比較する。
大雨発生時にはキリマネ空港の日雨量のデータも記録しておく。
船舶の出入渠時の水位を計測し、データを記録しておく。

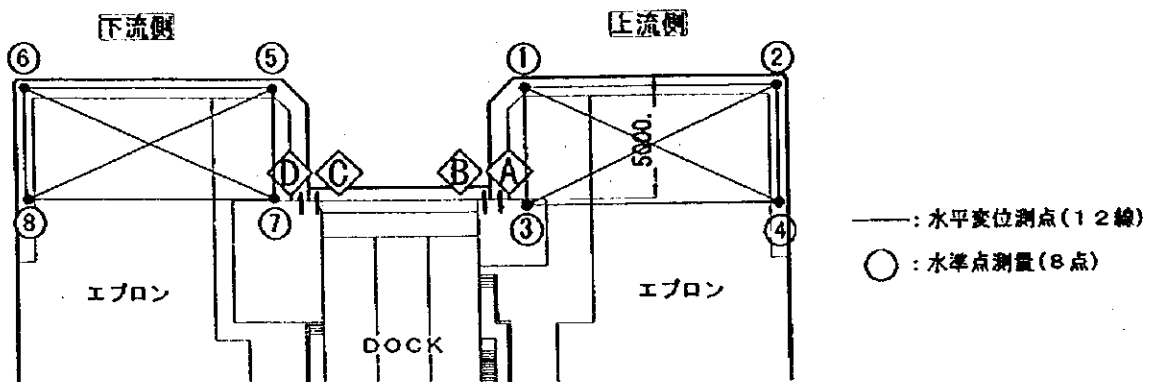


図 3.4.-6 モニタリングの計測地点

3.4.4. モニタリング用機材

モニタリング作業の実施のためには、小型船による定線上の航測、測深機による水深測定、データの整理、写真撮影、などの作業が必要であるが、これらの作業はキリマネ乾ドックの機材と職員を動員してドックの経常作業として実施しうる範囲のもので、かつその経費も施設の運営費のなかで充分まかなえる範囲であると判断される。したがって本計画においては、モニタリング作業を行うにあたってモザンビークでは調達困難と思われる下記の機材の供与を計画する。

表 3.4-6 モニタリング用機材

機材名	仕様	数量
(1) 音響測深機	1素子、0-50m、200kHz、乾式記録紙 150mm 幅	1台
(2) レベル	自動レベル(3級)、標尺(2級 5m)	1台
(3) 作業艇	FRP製艇体、60ps ディーゼル船内機関、全長 8m	1隻