

調査結果の総括

I. はじめに

1. 日本国政府は、ヴィエトナム社会主義共和国の要請を受けて、紅河内陸水運改善計画調査を実施した。

2. 調査の目的は次の通りである； (1)紅河デルタ内陸水運システムの長期戦略（2020年目標）を策定すること、(2)ハノイ区間における内陸水運システムのマスタープラン（2020年目標）を策定すること、(3)ハノイ区間における内陸水運システムの短期整備計画（2010年目標）を策定すること、(4)優先プロジェクトについてフィージビリティ調査を実施すること、(5)ヴィエトナム側カウンターパート職員に対して技術移転を行うこと。

II. 社会経済の概況と需要予測

3. 北部ヴィエトナムは、紅河デルタ（9省市）、北東地域（13省）及び北西地域（3省）の3つの経済地域からなる。2000年における北部ヴィエトナムの人口は28.3百万人で、全国の36%を占める。1999年における北部ヴィエトナムのGDPは100兆VNDで、全国の25%を占める。2020年における北部ヴィエトナムの人口とGDPは、それぞれ38.8百万人、271.5兆VNDに増加するものと予測される。

4. 北部ヴィエトナムにおける従来型の内陸水運貨物は、2001年の18.6百万トンから2010年32.3百万トン、2020年51.3百万トンに増加するものと予測される。太宗品目は建設資材、石炭、セメント、肥料である。

5. 2020年におけるSRV（海河兼用船）利用可能貨物需要は、ハノイ発着1.0百万トン、ニンビン発着貨物2.4百万トンと見積もられる。北部海港とハノイ間の内陸水運利用可能コンテナ需要は、2010年32千TEU、2020年67千TEUと見積もられる。

6. ハノイ起点の新たな旅客航路に係る内陸水運利用可能旅客需要は、2010年60万人、2020年90万人と見積もられる。さらに、河川クルーズを利用すると見られる観光客は、2010年10万人、2020年30万人と見積もられる。

III. 紅河デルタ内陸水運システムの長期戦略

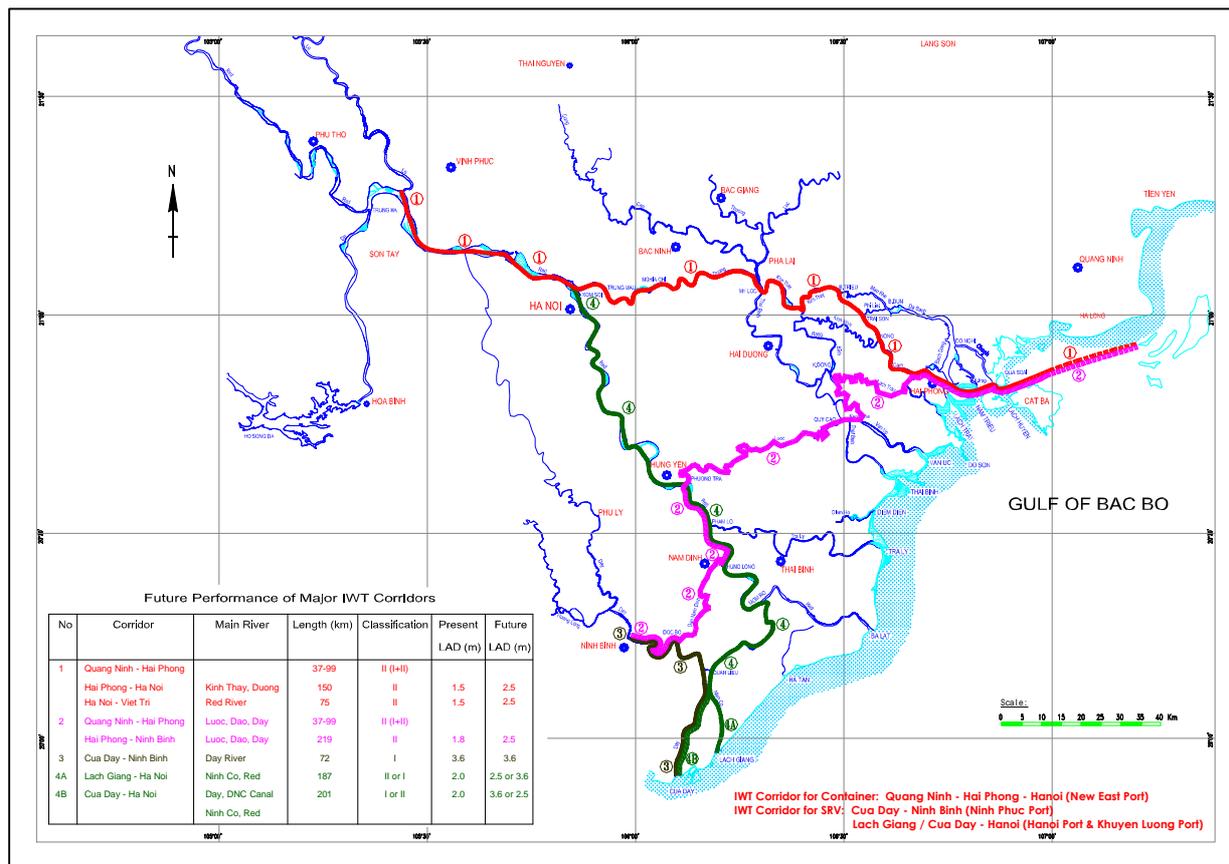
7. 紅河デルタの内陸水運システムは、次のような有利性とポテンシャルを活かし、社会経済開発及び地域住民の生活向上に重要な役割を果たすことが期待されている； (i) 充実した水路網、(ii)内陸水路の低利用度、(iii)理想的な港湾配置、(iv)低エネルギー消費、(v)低CO₂排出。

8. 紅河デルタ内陸水運システムの基本方針は以下の諸点を網羅すべきである； (1) ヴィエトナムの工業化・近代化や国際及び地域連携に向けた社会経済開発に、他の輸送機関との連携を図りつつ貢献すること、(2)高質かつ効率的なサービスの提供と航行の安全を図りつつ、輸送需要に対応すること、(3)航路、港湾、荷役機械及び船舶からなる内陸水運システムを同期させつつ改善すること、(4)環境に優しい輸送機関であるという特性を活かし、環境保全に貢献すること、(5)内陸水運システムに係る国の役割を強化するとともに、適正な予算、人員及び設備を配することにより国の管理能力を高めること。

9. 今後は、内陸水運需要に対応するため、より大型で高速な船舶が導入されるものと考えられる。長期戦略のタイムスパンでは、次のような最大船型が想定される；(1)バージ・トレイン: 2隻@600DWT+押船、(2)バージ・トレイン:4隻@400DWT+押船、(3)自航船:300DWT(浅喫水型 400DWT - 600DWT)、(4)海河兼用船:1,000DWT。

10. 紅河デルタにおける将来の船舶構成については、300DWT以上の大型船のシェアが輸送需要の増加により拡大する一方、主に自家利用か省内輸送に用いられる100DWT以下の小型船はそのシェアを落とすであろう。

11. 将来における主要水路のパフォーマンスは次のように設定される； (1)増大する船舶交通が通航可能な水路であること、(2)大型船舶が通航可能な水路であること、(3)水路クラス別技術基準に適合すること。将来における主要水路のパフォーマンスは図1の通りである。



出典) JICA 調査団

図1 将来における主要水路のパフォーマンス

12. 将来における主要河川港のパフォーマンスは次のように設定される； (1)増大する貨物を港湾群において取り扱うこと、(2)荷役効率を向上させること、(3)船舶の在港時間を短縮すること、(4)大型船舶が接岸できること、(5)港湾群における機能分担を明確にすること。紅河デルタにおける主要河川港は表1の通り特定される。

表1 紅河デルタにおける主要河川港 (2020)

City / Province	Cargo throughput (million tons)				Major river port in 2020		
	2001 total	2001 (*)	2020 total	2020 (*)	Major river port	Throughput (million tons)	
						Low case	High case
Hanoi	6.0	6.0	16.2	16.2	Hanoi, Khuyen Luong, New Nort, New East, Chem	8.1	13.0
Ninh Binh	1.4	1.2	3.2	2.8	Ninh Binh & Ninh Phuc	1.4	2.2
Bac Ninh	0.5	0.4	1.8	1.4	Dap Cau	0.7	1.1
Nam Dinh	0.6	0.4	1.6	1.1	Nam Dinh	0.6	0.9
Thai Binh	0.6	0.3	3.2	1.1	Thai Binh	0.6	0.9
Phu Tho	4.7	0.5	14.0	1.0	Viet Tri	0.5	0.8
Hai Duong	6.5	0.4	14.9	0.9	Cong Cau	0.5	0.7
Bac Giang	0.6	0.5	1.2	0.8	A Lu	0.4	0.6

Note) SRV cargoes (Hanoi: 1.0 million tons, Ninh Binh: 1.3 million tons) and containers (Hanoi: 64,000TEUs) are excluded.

Note) Container handling port: New East Port, SRV calling port: Hanoi Port, Khuyen Luong Port and Ninh Phuc Port.

Note) Cargo throughput in column of (*) is that excluding specialized ports, seaports, exploitation sites, etc.

Note) Cargo throughputs of major ports are set assuming the following shares in their provinces.

Low case:	50%
High case:	80%

Source) JICA Study Team

IV. ハノイ区間の航路計画

13. 将来における航路の諸元は表2及び図2のように提案される。

表2 将来におけるハノイ区間の航路諸元

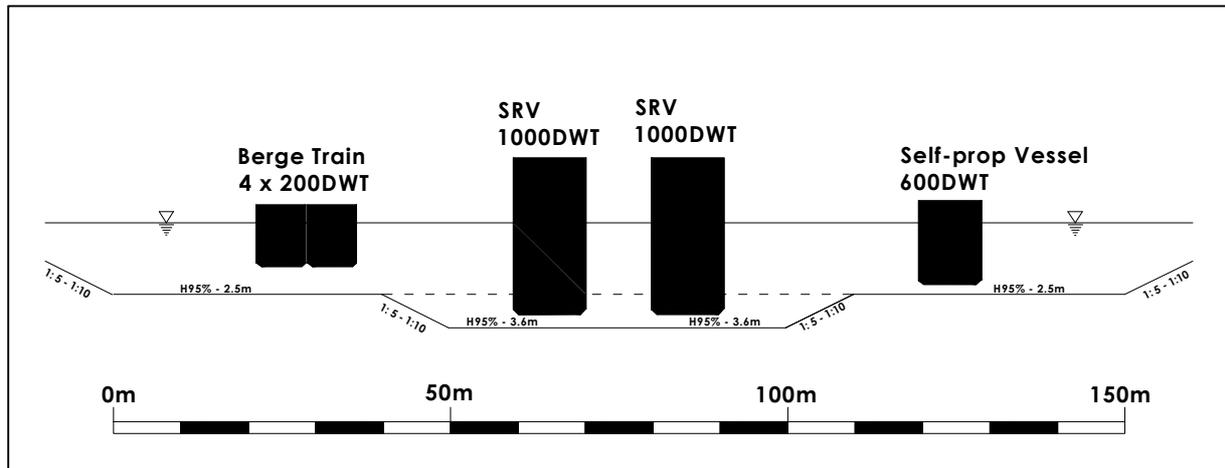
区間	コリドー	最小水深	最小幅員	最小曲線半径	橋梁桁下空間
紅河 (ドンライ - ハノイ港)	1 (クアンニン-ヴェッチ)	2.5m	50m - 150m	500m-700m	H5% + 7m
紅河 (ハノイ港 - イエンミイ)	4 (海 - ハノイ)	3.6m (2.5m)	50m - 150m	> 700m (500m-700m)	H5% + 10m
デュオン河 (分岐点 - フードン)	1 (クアンニン-ヴェッチ)	2.5m	> 50m	500m-700m	H5% + 7m

備考) 紅河ハノイ区間の航路は4レーンとする。

備考) コリドー1の橋梁桁下空間については、クラスIIは9mとされているが、7mを提案する。

備考) 2010年におけるコリドー4の最小水深と最小曲線半径は、カッコ書きの2.5m及び500m-700mである。

出典) JICA調査団



備考) SRVは2020年にハノイ港まで配船される。

出典) JICA調査団

図2 将来におけるハノイ区間の航路断面

14. 歴史的に3種類の河川形状が観察されている。これら3種類のうち、港湾埋没、河川分岐と取排水口、居住地の浸食可能性、既存河川安定化施設の有効活用、投資規模の各観点から、現在の河川形状が望ましい河川法線として提案される。

15. デュオン橋の桁下空間は低く、高水期には回廊1における内陸水運の主要隘路となる。デュオン橋桁下空間改善プロジェクトが、VR及びVRAとの緊密な連携のもと、総合的な交通プロジェクトとして案件形成されるよう提案する。

V. ハノイ区間の航路安定計画

16. 本調査での航路安定の基本的な直接的目的は、水路法線の安定化、すなわち河道代替案 A の航路を維持すること、および航行安全と能率向上のために航路諸元に対する計画条件を満足させることである。他方、MARD、ハノイ人民委員会、他からの以下の要請を考慮する必要がある。すなわち、洪水への望ましくない悪影響、特に洪水時の水位と浸水面積の増加および洪水排水容量の減少を避けること。農業面では、紅河からの灌漑への望ましくない悪影響、特に取水口の閉塞を避け、かつ紅河とドウオン川の流量配分を維持することである。都市計画への望ましくない悪影響、既存の橋梁の橋脚の安定への影響、自然環境と社会環境への悪影響等を避ける必要がある。

17. 紅河の自然条件について、特にハノイ区間での洪水期と乾季、すなわち 2002 年の 1 月と 8 月に、総合的な測量調査を実施した。紅河の水位と流量は、季節的に大きな幅で変動する。ハノイでは、季節的水位変動はおよそ 9m もあり、10 倍から 20 倍の流量変動を伴う。平均的に言って、紅河本流の流量の凡そ 27% がドウオン川に流れている。流速の観測によれば、乾季の流速はほとんど 1.0 m/sec 以下であり、雨季の流速は 1.0 から 1.8 m/sec である。河床物質は、水路部分ではよく篩い分けられた砂であり、浅瀬と高水敷では細砂、シルト、粘土が混ざっている。観測された流速から言って、この細かな土砂は移動し易く、かつ掃流土砂および浮遊土砂として容易に輸送されやすいと判断される。測定された流速 粒径分布図によれば、流速は洪水期には洗掘領域、乾季には中間から洗掘領域に属している。

18. 紅河の“ハノイ区間”においては、過去の主流の変遷の状況から TEDI によって 3 つの河道代替案が示されている。この調査段階では、代替案 A が適当であると判断される。その理由は、ドウオン川への流れを確保しハイフォンとの内陸水運を維持できることばかりでなく、ハノイ港ほかの計画港湾の岸壁、あるいは内陸水運開発で考慮されている他の主要施設の前面でのシルテーションを防止する効果を期待でき、さらに、当該区間にある主要な灌漑用取水口の維持もできるという長所がある。

19. ハノイ区間では、川は多水路の性格を持っており、水路と砂州は強い横断方向の移動と浸食/堆積傾向を示す。過去の断面変化を検証の結果、タンロン橋における断面は相当安定していることが判明した。しかし、例えばチュンハー砂州においては、10m のオーダーの著しい河床地盤高の動的変動が起こっている。これは、タルウエッグの不安定と蛇行が主原因である。

20. ごく最近、主流が代替案 A から代替案 C に移る兆候が顕われた。これは、2002 年の洪水期の後に観察されたものである。この変化は阻止する必要があると言える。

21. 航路安定化計画に関して、まず、航路安定化計画の目的に照らし、望ましい航路法線のガイドラインとして基本蛇行曲線を設定した。次に、河川と航路の安定のための対

策として、3つの**基本的施設代替計画**(代替案1、2、および3)を選択した。代替案1は、航路の現在の配置を安定化し維持する、換言すれば複水路という基本形態を変えないことを狙いとしている。代替案2は、副航路の入口を潜堤で閉ざし主航路を安定化し水深を深くするという、航路を単航路にすることを狙いとしている。代替案3は、主航路の幅を広げ、そこでの流速、流量、水位の過剰な増加を緩和するという代替案2の修正案である。

22. 本調査では、水理的あるいは地形的現象の解析と航路の変化を予測する手段として、円筒座標系の2次元浅水モデルによる**コンピュータ・シミュレーション**を導入した。まず、本モデルの現地適用性を検証するため、2002年1月の乾季と同年8月の洪水期における流速とSSの実測値と計算値を比較した。両者はよく一致しており、少なくとも現在の地形に対しては、モデルの信頼性を実証している。

23. これより、まず乾季における紅河40km区間の**現在の水路の安定性**を検討した。現況に対しては、**乾季**(ハノイ水理気象観測所の実測水位=LSD +3.1m)においては、現在の地形と流れは安定しており、顕著な変化は起こらない。**タンロン橋での流向**を強制的に左右に振った場合は、流れの状況は劇的に変化し、影響は河の全域に及ぶ。偏向した側の河床と河岸の浸食と反対側の堆積が予測される。

24. **洪水期**(ハノイ水理気象観測所の実測水位=LSD +9.3m)に対して、各代替案の流速と現状での流速の差異の程度を検討した。各代替案での現状と比較した水位上昇、流速の増加、河積/流量比の分布について比較した結果、基本的には**代替案1**が最も好ましい河川安定化対策のケースとして選定した。

25. 代替案1で計画された、すなわち**優先プロジェクト**としての航路安定化対策施設としては、ヴォンラとドンゴクの突堤群、ニャットン及びトゥリエン=チュンハー砂州の左岸側の導流堤、並びにハイポイ、アンニン、バッカウ=ボデ及びリタイト=バクダンの河岸における低水護岸を取り上げた。

26. **水路の最適幅**については、測量した関係パラメータの値、すなわち流下断面積A、水面幅B、および平均水深Hを勘案して再確認した。その結果、既存の水路は、ニャットン砂州では $B = 600\text{m}$ (主水路) + 300m (副水路) = 900m 、トゥリエン=チュンハー砂州では $B = 500\text{m} + 200\text{m} = 700\text{m}$ という特性を持っていることが演繹された。

27. もう1つの検証として、理論的に動的な平衡状態にある長方形水路の**河積の動的平衡解析**を行った。理論的に水路幅と水深の関係は $y = ax^{-b}$ で表しうる。ここで $y = B/B_0$ および $x = H/H_0$ で、 B_0 と H_0 は基準となる水路幅と水深である。この式に実際の測量データを適用し、最小自乗法で近似した結果、 $a = 1.0624$ および $b = 0.8218$ (相関係数: $r^2 = 0.7751$)となった。この結果、最適な主水路の幅は、ニャットン砂州では約600m、トゥリエン=チュンハー砂州では約500mと確認された。

28. 最後に、**洪水排水容量**を、水位が LSD +12.5m という非常に高い洪水時（上流境界面での洪水流量 = 22,700 m³/sec）と極限の洪水（上流境界面での洪水流量 = 32,400 m³/sec）の場合について、数値シミュレーションで検証した。これらの場合、堤防間の高水敷は全面的に冠水している。**代替案 1**の施設配置でこの洪水を流した場合、航路安定化対策施設の洪水排水にはわずかしが影響しないことが確認された。例えば、このハノイ区間の主要点における水位の変化は、施設設置による浸食効果を見込むと、微小であり、チュオンズオン橋の上流では若干低下し、下流では上昇するが、いずれも cm のオーダーである。ドゥオン川への流入量の変化については、施設の有無によってわずかに減少するのみである。よって、洪水状態への施設の影響は無視できる結論された。なお、いわゆる洪水排水流路は、堤防に挟まれた河川部の全幅を考慮している。

29. 航路安定化対策の**施設平面配置**を **図 3** に示した。その**建設手順**については、突堤は一基ずつ建設すること、導流堤は原則として上流から下流に建設することに配慮している。なお、ラックイットにおける 2 次水路の入口を固定する導流堤と護岸施設の水路内の浸食対策としての効果と経済性に注意しておく必要がある。

30. **結論**として、最近、主水路が副水路に移行しつつあるという現地の流況の急展開に鑑み、上に述べた航路安定化対策を早急に打つ必要がある。その際、航路安定化のための上述の施設は、段階的に施工し、少なくとも雨季と洪水期の年 2 回の追跡調査によりその効果と影響を注意深くモニターする必要がある。また、期待された効果と実際の結果、優先度、タイミング、施設規模を考慮し計画をレビューしなくてはならない。なお、ハードな施設の建設に加え、弾力的かつ機動的な浚渫を導入する必要がある。初期浚渫としてはオーダー的に 3 百万 m³ ほど、またある程度の定期的維持浚渫を見込んでおく必要がある。

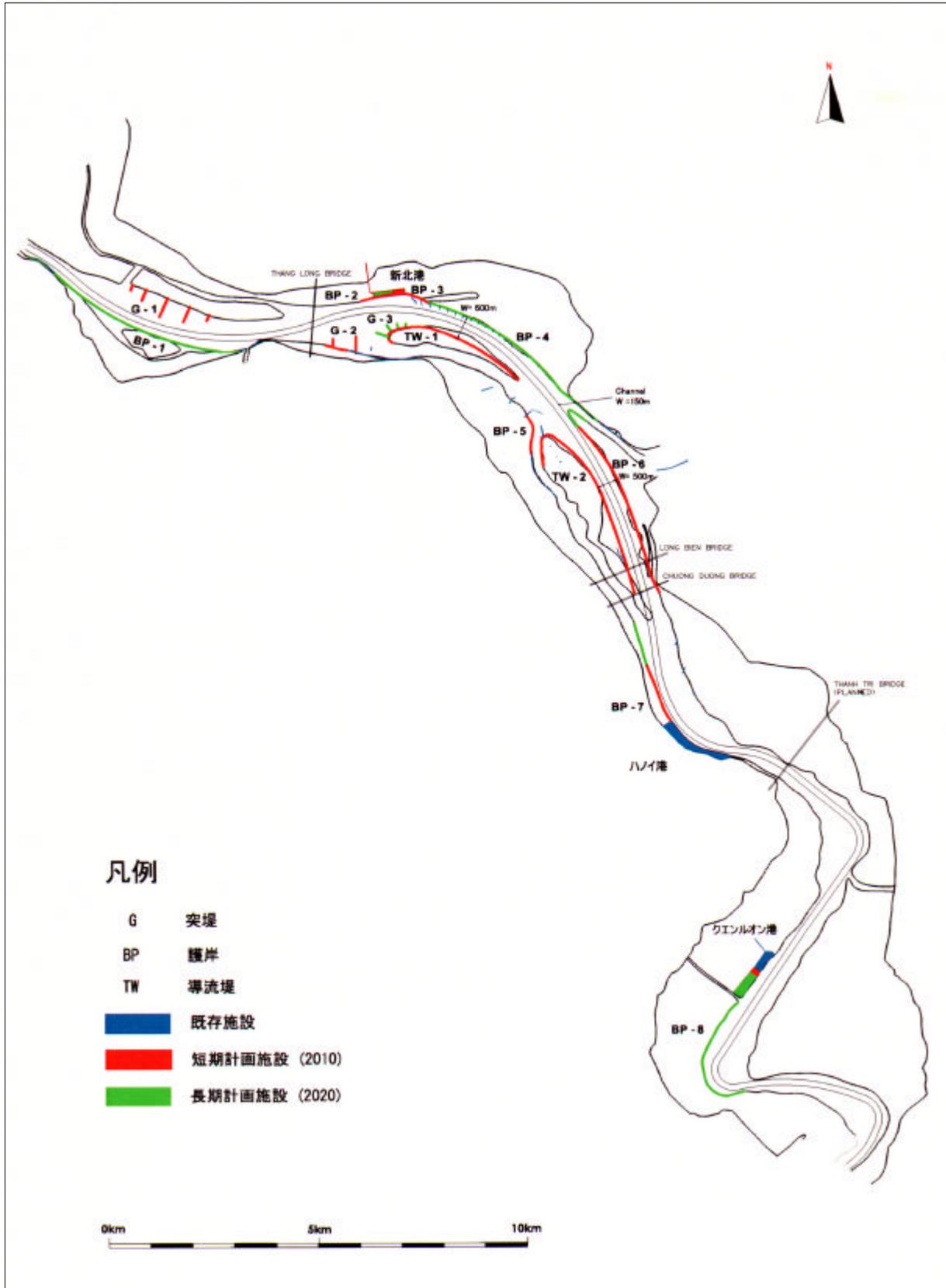


図3 提案航路安定化対策工の平面配置図

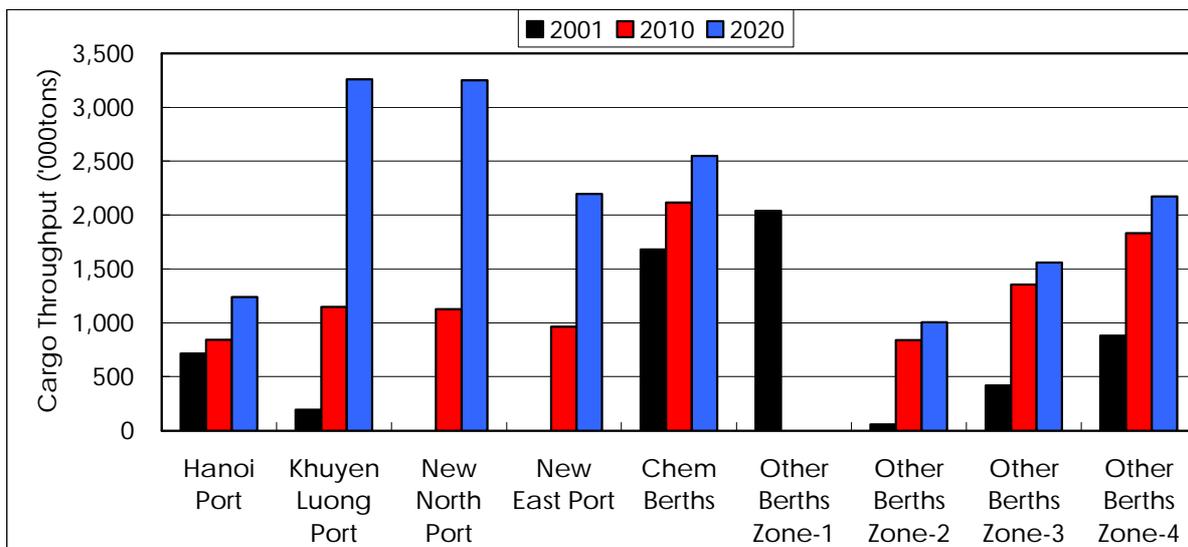
VI. ハノイ区間の港湾計画

31. ハノイ市の開発方向、将来の道路体系、ハノイ区間の航路の法線及び高水敷の土地利用を考慮し、港湾間の機能分担を次の通り設定する：

- ハノイ港
 - + 主な背後圏を都心とすること。
 - + ヴィエトナム南部及び中部からのSRVを2020年までに受け入れること。
 - + バルク貨物を減らしクリーンな貨物を増やすこと。
 - + 旅客輸送のゲートウェーになること。
- キュエンルオン港
 - + 主な背後圏を紅河右岸域（SRV貨物：全市域）とすること。
 - + ヴィエトナム南部及び中部からのSRVを2020年までに受け入れること。
- 新北港
 - + 主な背後圏をドンアイン区及びソクソン区とすること。
 - + 都市・工業開発に貢献すること。
- 新東港
 - + 主な背後圏をザーラム区（コンテナ：全市域）とすること。
 - + 北部海港からのコンテナ船を受け入れること。
 - + 北部海港からの第1ゲートウェーとなること。
- チェム・バース
 - + 主な背後圏をトゥーリエム区とすること。
 - + 安全・環境面での改善を図ること。
- その他のバース
 - + 貨物バースの拡張を禁止すること。
 - + タンロン橋とタインチ橋の間に位置する暫定貨物バースは、原則として2010年までに撤去し域外に移転させること。
 - + サテライト旅客バースを主要観光スポット4ヶ所に設置すること。

32. ハノイ区間の港湾取扱量（2001、2010、2020）を図4に示す。これらの貨物を取り扱うために必要となるバースの延長と水深、荷役機械、港湾用地、アクセス道路車線数、港湾施設の天端高が設定された。

33. 港湾の位置と規模（バース延長）を図5に示す。ハノイ、キュエンルオン、新北、新東の各港の計画を図6から図13に示す。



Note) Zone-1: Red River between Thang Long and Thanh Tri Bridges

Zone-2: Red River upstream of Thang Long Bridge

Zone-3: Red River downstream of Thanh Tri Bridge

Zone-4: Duong River

Note) Cargo transfer from Zone-1 (2010): Zone-1(0%), Zone-2(30%), Zone-3(40%), to Zone-4(30%), outside HN(0%).

Cargo transfer from Zone-1 (2020): Zone-1(0%), Zone-2(30%), Zone-3(40%), to Zone-4(30%), outside HN(0%).

Note) New East Port will handle another 32,000 TEUs in 2010 and 67,000 TEUs in 2020 of container.

Source) JICA Study Team

図4 ハノイ区間の港湾取扱貨物量 (2001, 2010, 2020)

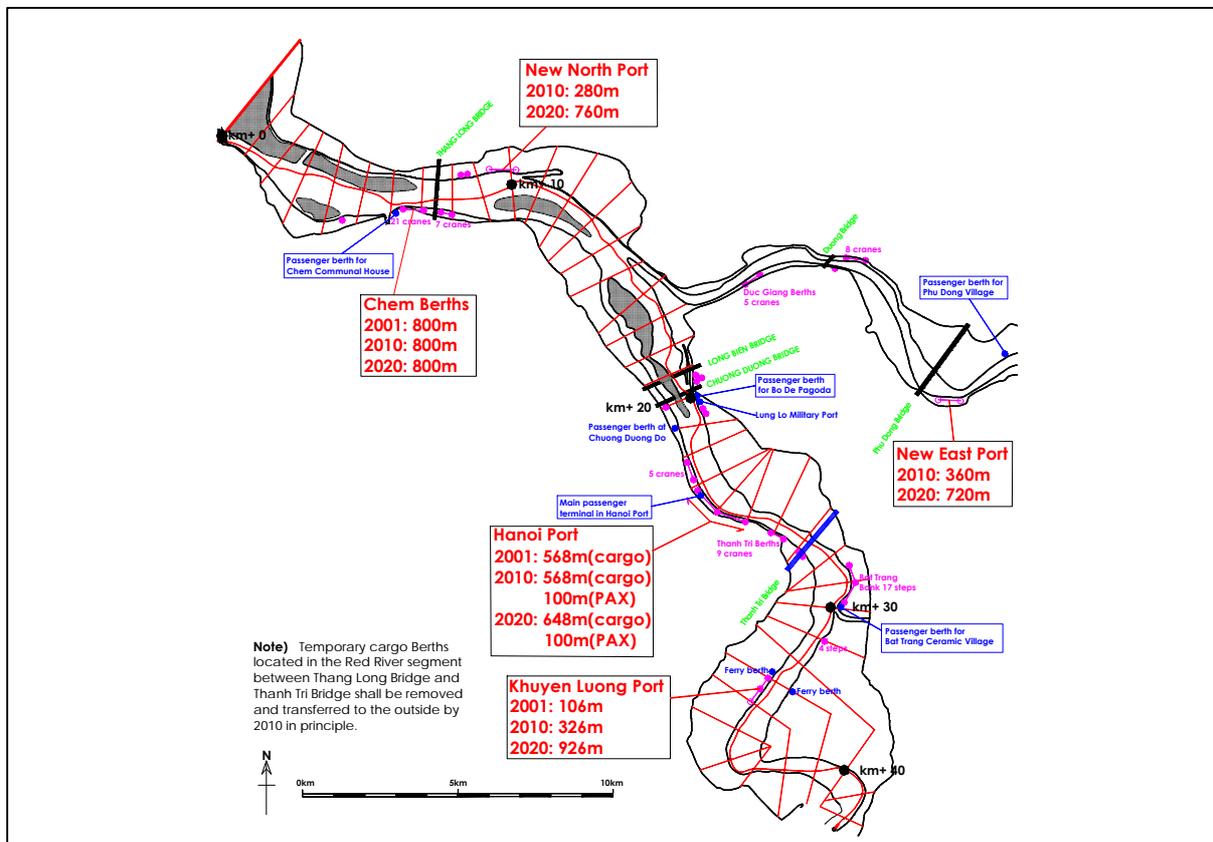


図5 港湾の位置 (2001, 2010, 2020)

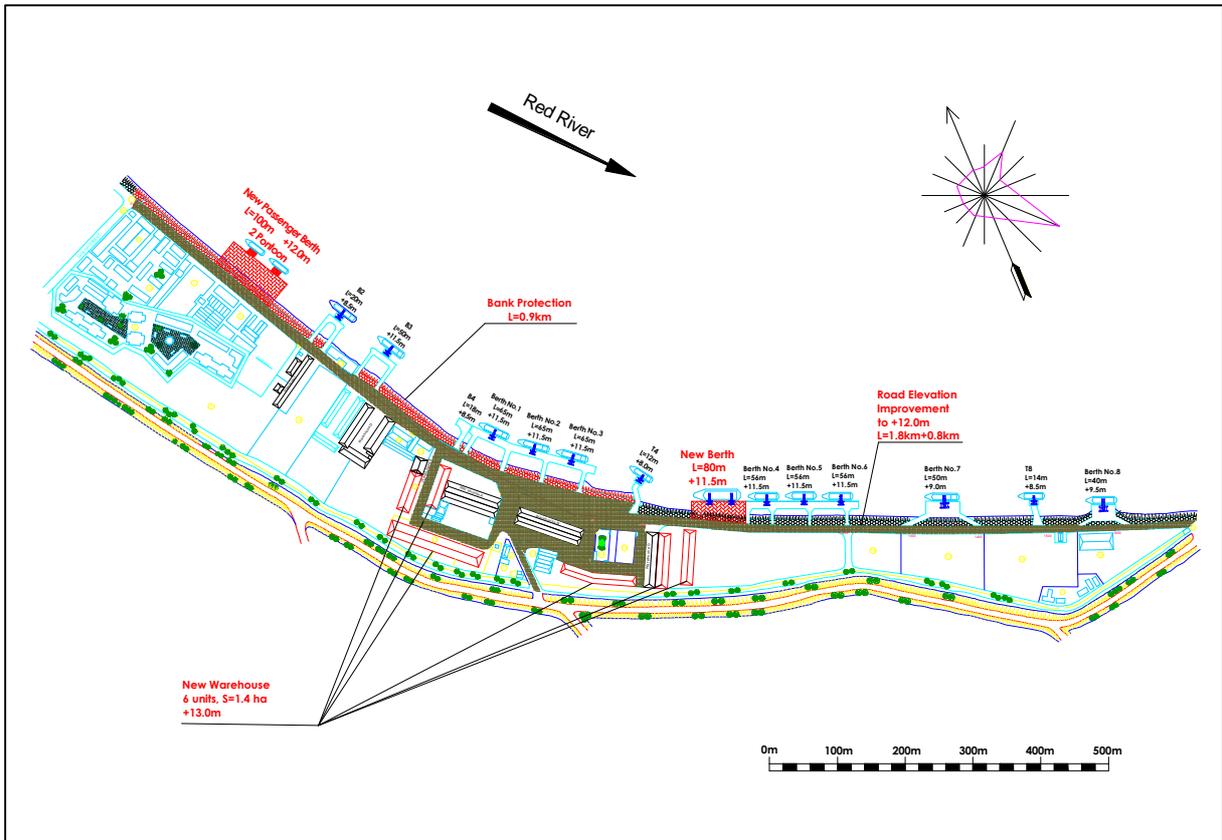


図6 ハノイ港マスタープラン (2020)

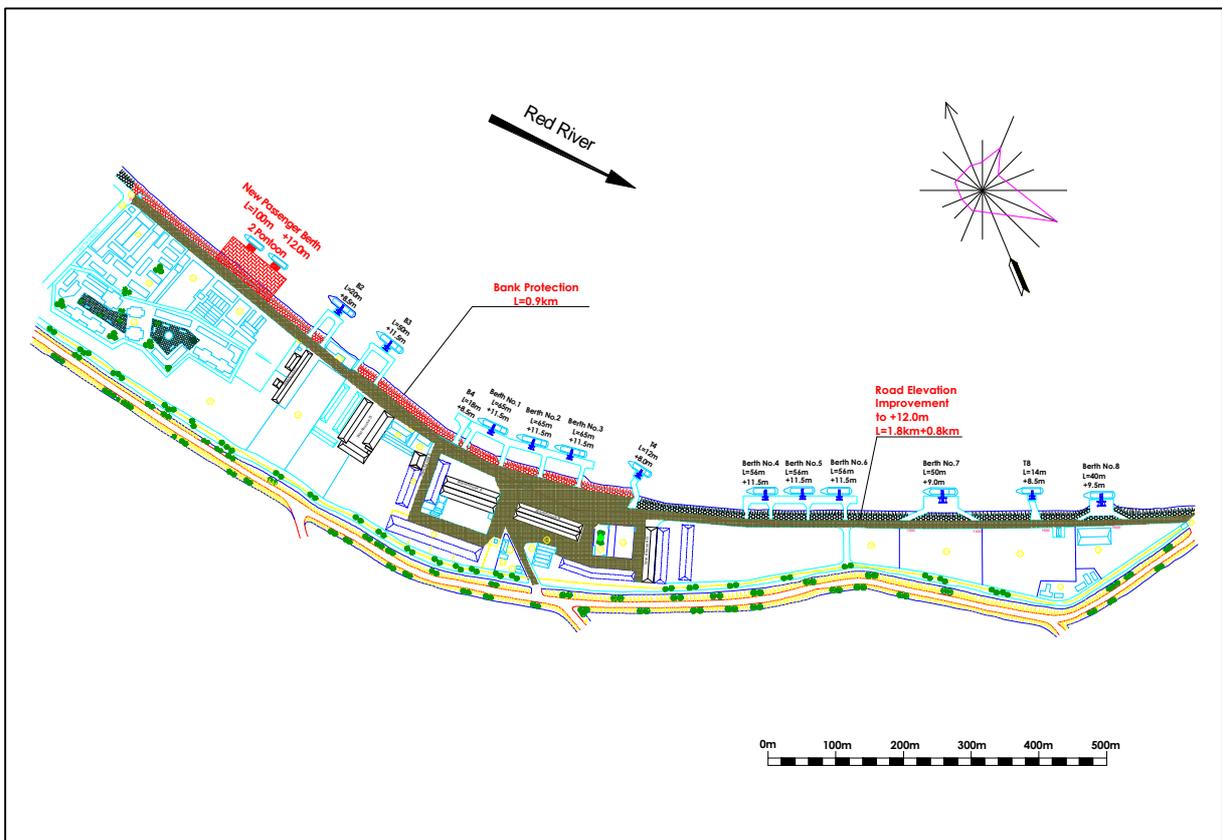


図7 ハノイ港短期整備計画 (2010)

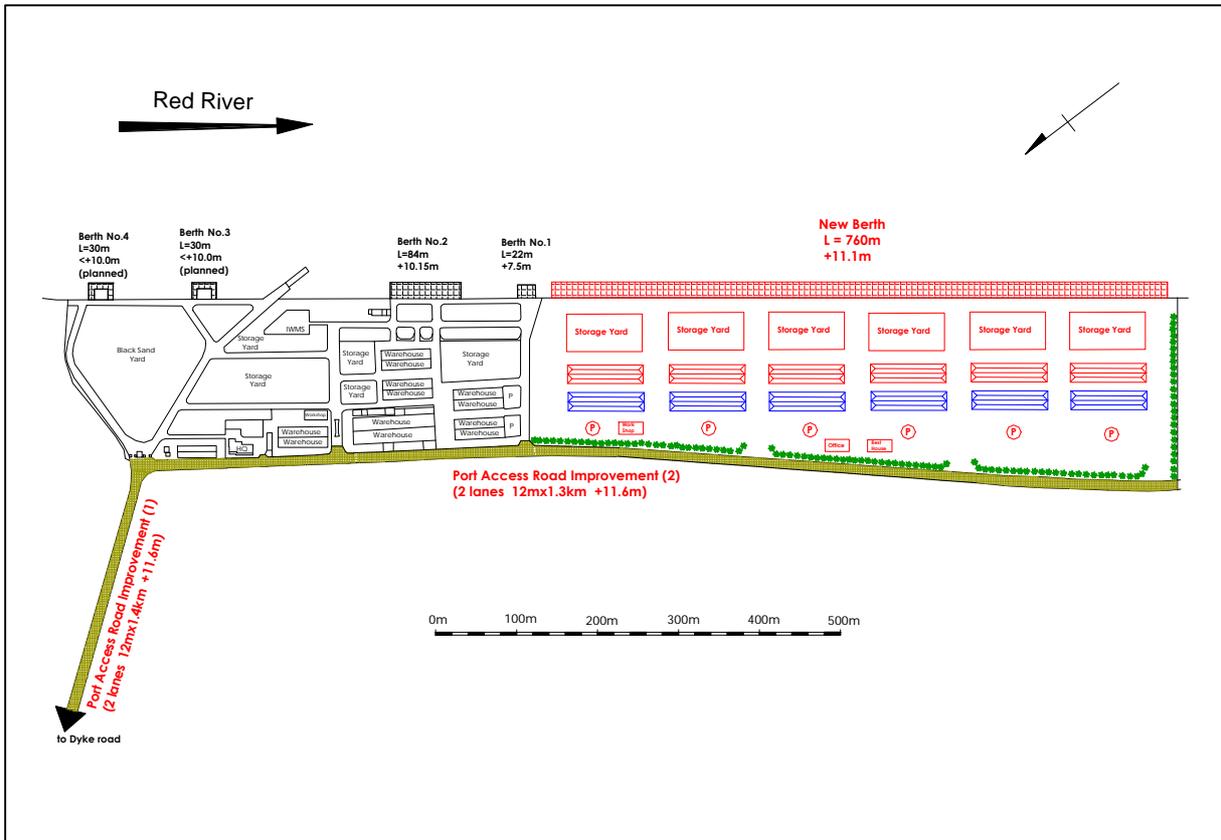


図8 キュエンルオン港マスタープラン (2020)

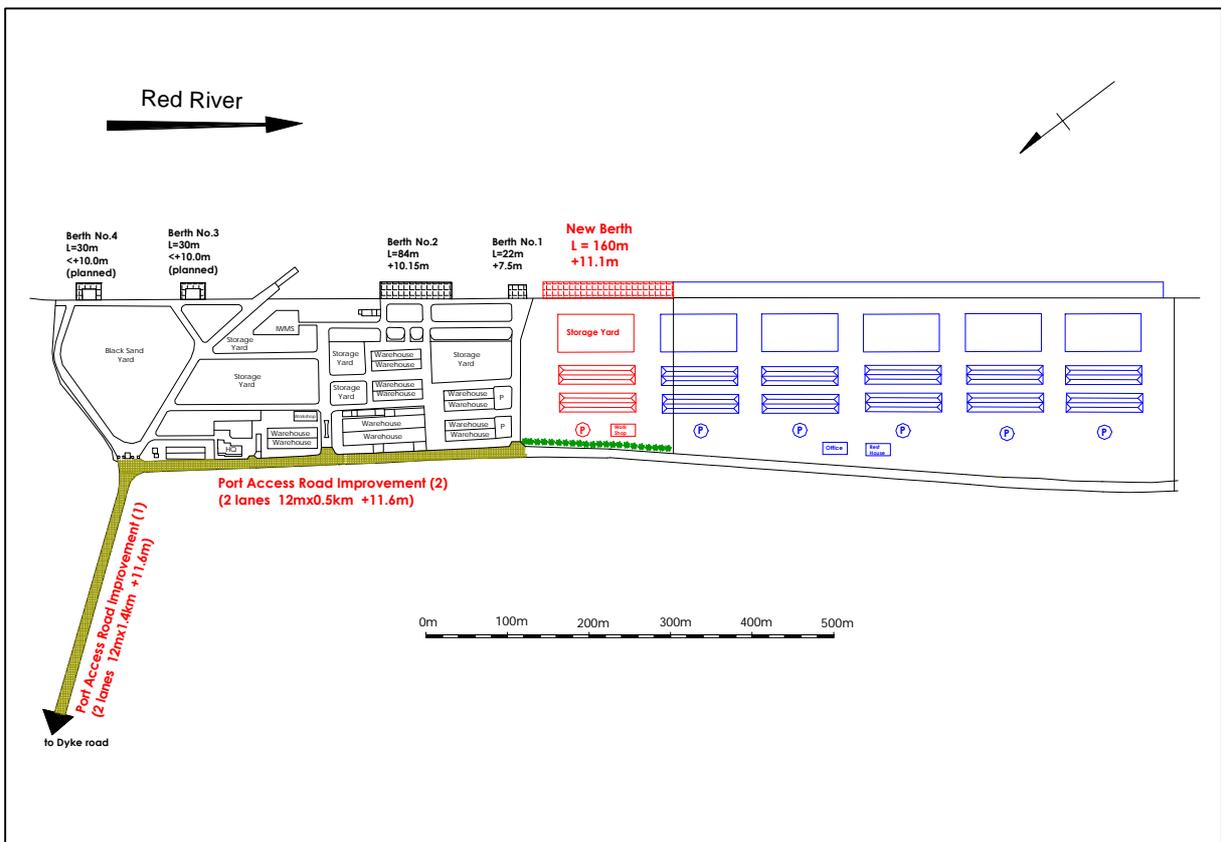


図9 キュエンルオン港短期整備計画 (2010)

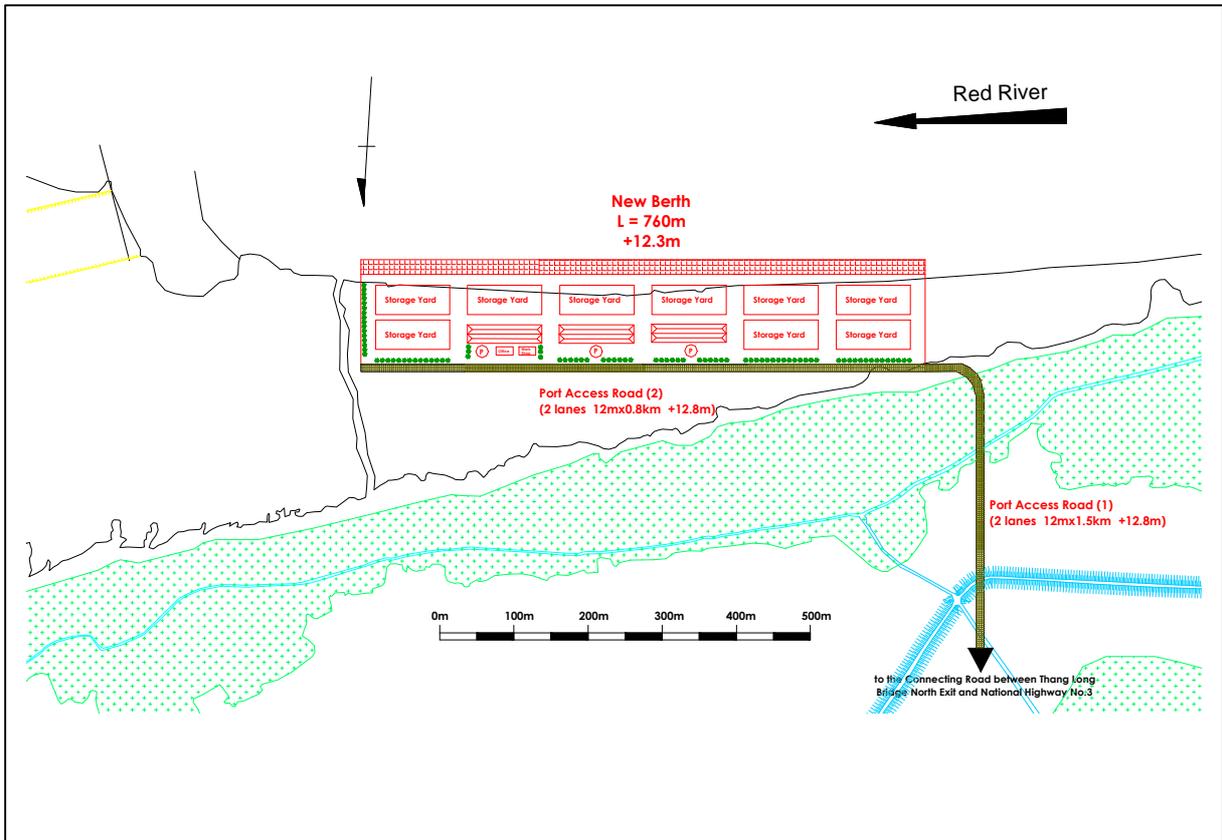


図 10 新北港マスタープラン (2020)

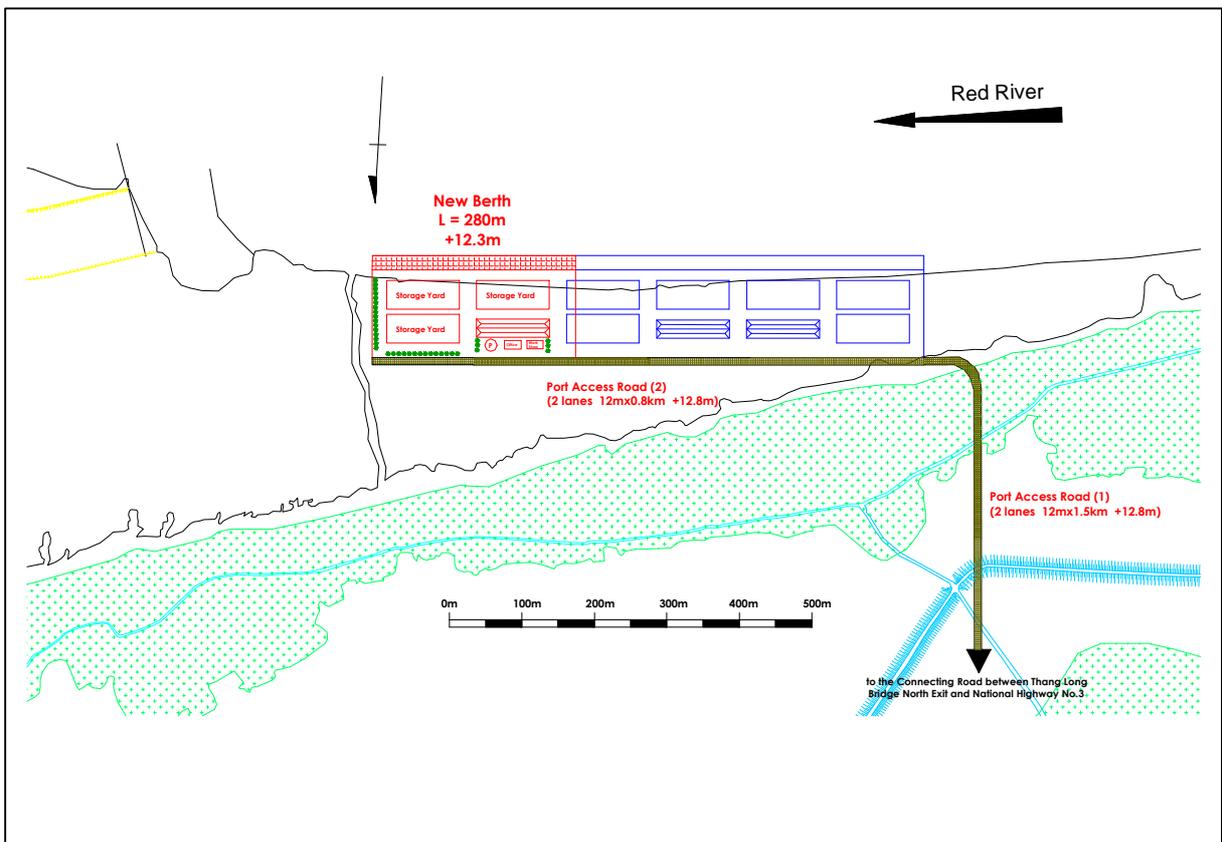


図 11 新北港短期整備計画 (2010)

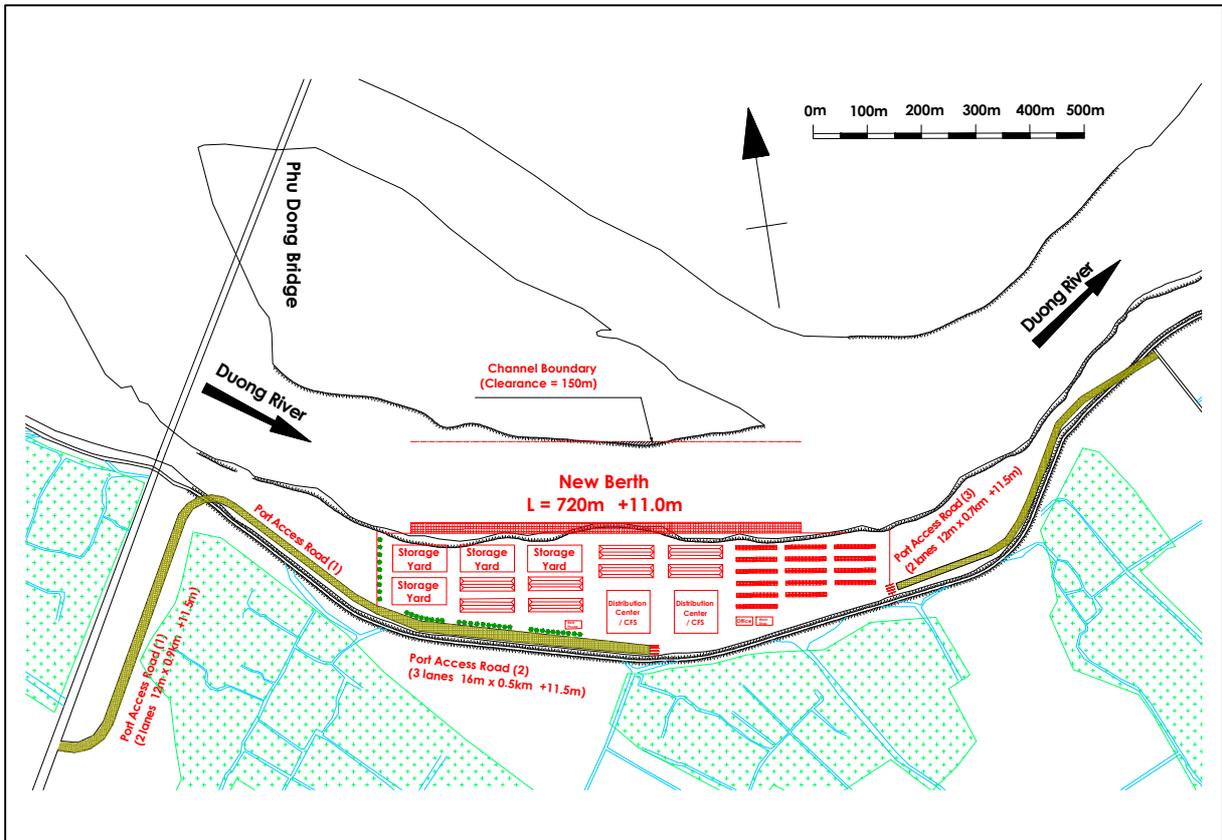


図 12 新東港マスタープラン (2020)

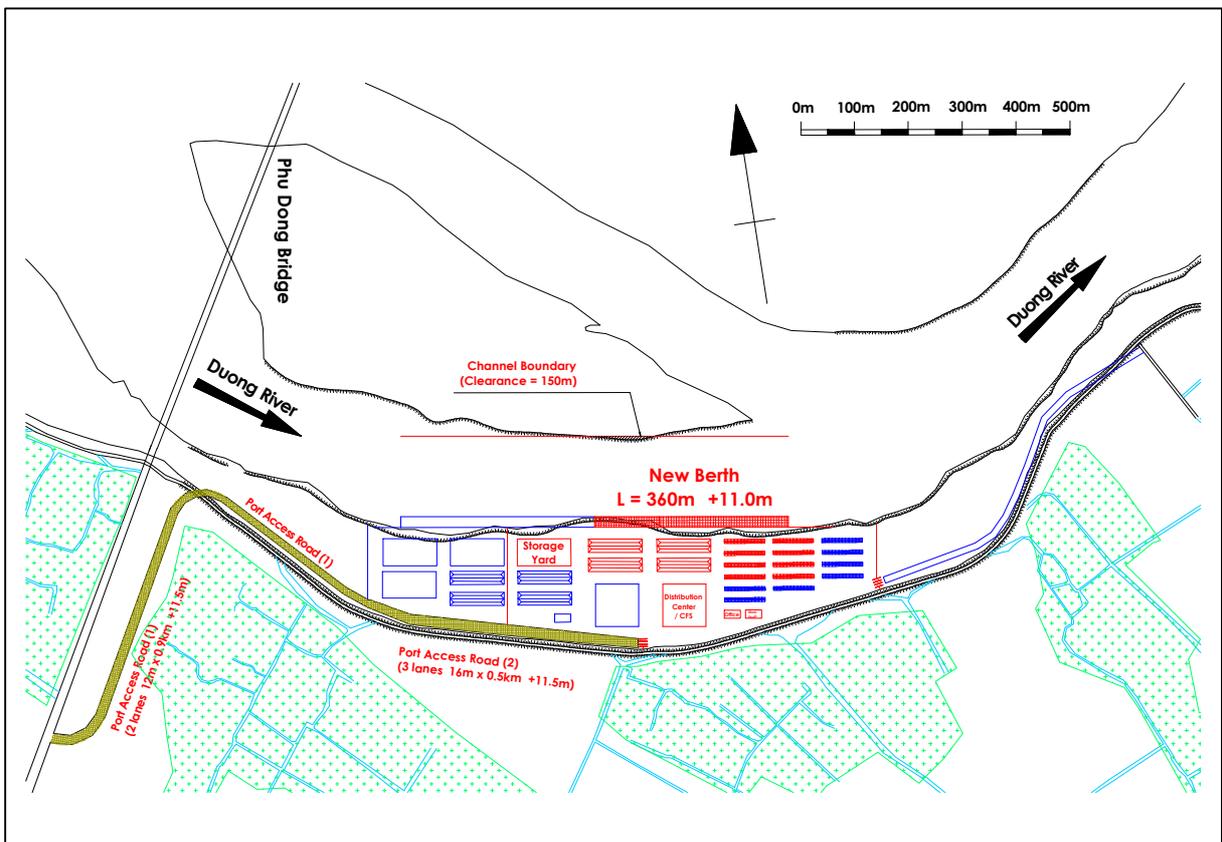


図 13 新東港短期整備計画 (2010)

VII. 管理運営スキーム

34. 主要 4 港（ハノイ、キューエンルオン、新北、新東）の計画、投資は運輸省が行うべきである。主要 4 港の運営は港湾運営会社によって行われるべきである。チェム物揚場の安全、環境面の観点からの改善は、港湾運営会社によってなされるべきである。ヴィエトナム内陸水運庁は港湾 / 物揚場の管理を適切に行うべきである。

35. 新貨物バースの建設及び既存貨物バースの拡張は主要 5 港を除いて禁止すべきである。タンロン橋～タンチ橋間の仮設物揚場は、原則として 2010 年までに撤去し同区域外へ移転されるべきである（移転バースは新バースと見なさない）。

36. 効率的で競争力のある港湾サービスを提供するために、港湾は 24 時間運営を行うとともに、手続きに要する時間を含めた待ち時間を短縮すべきである。そのためにヴィエトナム内陸水運庁（内陸水路港湾局）と港湾運営者は人員を適切に配置しなければならない。

37. 港湾関係諸料金は他の輸送モードとの競争のためにできる限り低く抑えることが望ましい。しかし適切な航路維持のためには、必要に応じトン税の適度な値上げを検討すべきである。また港湾料金についても新たな荷役機械を導入する時には若干の値上げは検討すべきである。

38. ハノイ区間の水路は主要水路であるので、運輸省（内陸水路プロジェクト管理局）が計画・投資を行い、運輸省（内陸水運庁）が管理を行うべきである。

39. ハノイ区間の内陸水運システムに関する他の勧告は以下の通りである。：

- 運輸省(ヴィエトナム内陸水運庁)と主要 5 港で構成される連絡協議会の設置
- 港湾施設の技術基準の制定
- 港湾及び水路活動に関する信頼ある統計の整備
- 水路情報サービスシステムと管理情報システム(MIS)の導入
- 適切な航路管理用機材の導入
- 橋梁クリアランスを規制する法的枠組みの整備
- 内陸水運タリフの見直し
- 不法土砂採取の厳格な規制
- 内陸水運セクターへの民間参入支援措置の導入

VIII. 技術調査

40. プロジェクトを構成する構造物は、機能面から航路安定対策施設と港湾関連施設に分類される。これら施設について予備設計を行った。

41. 短期整備計画に関する実施スケジュールを図14に示した。

項目	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	6年次	7年次	8年次	
プロジェクト準備期間								
航路安定				—————					
ハノイ港							—————		
クエンルオン港						—————			
新北港						—————			
新東港					—————				
航路				—————					

出典) JICA 調査団

図14 短期整備計画の実施スケジュール

42. プロジェクトの事業費を表3及び表4に示す。

表3 プロジェクト事業費見積もり

Item	2010		2020	
	百万米ドル	割合	百万米ドル	割合
A. 港湾関連施設	46.8	39%	108.4	45%
1. ハノイ港	8.0	7%	13.4	6%
2. クエンルオン港	8.9	7%	30.2	13%
3. 新北港	10.8	9%	26.7	11%
4. 新東港	19.1	16%	38.1	16%
B. 航路安定対策工	63.3	53%	101.5	42%
C. 航路	9.8	8%	13.8	6%
D. ドゥオン橋改良	0.0	0%	17.7	7%
直接経費 (A+B+C+D)	119.9	100%	241.4	100%
予備費 (10% of 直接経費)	12.0		24.1	
技術調査費 (7% of 直接経費)	8.4		16.9	
測量、実験 数値解析費	1.5		2.0	
付加価値税 (5% of 直+予+技+測)	7.1		14.2	
合計	148.9		298.6	

備考) 上表の事業費には、維持・管理費は含まれていない。

出典) JICA 調査団

表4 内外貨別の年次毎事業費

種別	2004 2年次	2005 3年次	2006 4年次	2007 5年次	2008 6年次	2009 7年次	合計
内貨 (十億ベトナムドル)	5.0	31.6	88.7	158.8	198.8	284.7	767.6 (34%)
外貨 (百万米ドル)	1.3	3.6	8.6	16.0	23.4	44.6	97.5 (66%)

出典) JICA 調査団

IX. 経済財務分析

43. 2010年における全てのプロジェクトの経済的妥当性指標は基準値（経済的内部収益率>10%、現在価値>0、費用便益率>1）を上回っており、プロジェクトは国家経済の観点から妥当であると言える（表5参照）。

表5 経済的妥当性分析結果（短期整備計画）

プロジェクト	経済的内部収益率	現在価値 (百万米ドル)	費用便益率
ハノイ港	13.6% (11.1%)	3.14	1.32
キュンルオン港	16.3% (13.6%)	6.70	1.61
新北港	15.6% (13.0%)	6.51	1.54
新東港	22.1% (18.7%)	19.21	2.21
4港合計	16.3% (12.8%)	26.34	1.54
全港及び航路整備合計	12.8% (10.3%)	34.56	1.24

注) 括弧内の経済内部収益率は感度分析結果を示す。(投資額10%上昇、便益10%減少)

出典) JICA 調査団

44. 財務分析において、貨物荷役料は変化なし、コンテナ取扱料金は全ての料金を含み4.33米ドル/重量トンと仮定した。旅客ターミナル利用料（例えば海外旅行者一人当たり2米ドル）を新規に導入すると仮定した。港湾プロジェクトの財務的内部収益率は基準値(3.4%)を上回っており、港湾プロジェクトは財務的に妥当であると言える(表6参照)。

表6 財務的妥当性分析結果（短期整備計画）

港湾	サービス ポート FIRR	ランドロードポート					
		ケース-A			ケース-B		
		リース料	FIRR	収益率	リース料	FIRR	収益率
ハノイ港	7.2% (4.9%)	1.03	7.2%	0	0.87	3.4%	11.9%
キュンルオン港	6.2% (3.9%)	0.96	6.2%	0	0.71	3.4%	18.2%
新北港	8.1% (7.8%)	1.34	8.1%	0	0.79	3.4%	33.4%
新東港	7.8% (5.6%)	2.40	7.8%	0	1.52	3.4%	29.2%
4港合計	7.5% (5.3%)	5.73	7.5%	0	3.71	3.4%	8.9%

注釈) 1) リース料は年間リース額(百万米ドル)

2) 収益率はターミナルオペレーターの貨物荷役による収入と操業経費との差である利益率を表す。

3) 括弧内の財務的内部収益率は感度分析結果を示す。(投資額10%上昇、収益10%減少)

出典) JICA 調査団

X. 環境影響評価

45. 調査対象地域（紅河デルタ全体とハノイ区間）の自然環境は、急激な都市化と工業化の影響を受け、紅河の水質悪化を招いている。SSの値にいたっては、環境基準値の5倍以上に達している。モータリゼーションの進展により大気質も同様に悪化しており、SPM値が環境基準値を越えている。また、洪水時には急激な水位上昇が発生し、河川敷に居住する都市住民の生活を脅かす状態となっている。

46. 社会環境については、過去45年間にハノイ市の人口が5倍に増加しており、この急激な人口増加が多く为社会環境上の問題を引き起こしている。また、ハノイ区間の紅河堤外地には推定で約79,000人が居住しており、洪水の脅威にさらされている。ハノイ区間の紅河堤外地9,114haのうち、37%が農地、次いで15%が住宅用地となっている。

47. 長期計画に対する初期環境評価は、自然条件調査として底質、水質、底生生物及び大気質を調査した。底質調査結果によると、特定の地域において化学成分含有量、重金属含有量が高い値を示している。水質はSS値が環境基準値の5~8倍になっている他、油分濃度、大腸菌数も環境基準値を満足していない。底生生物は比較的豊富であるが、希少種の存在は確認されていない。大気質ではSPMが環境基準値を越える値を示している。

48. 短期計画に対する環境影響評価は、本プロジェクトの建設準備段階、建設段階、供用段階について評価した。この中で、本プロジェクトは、各段階をとおして、自然環境・社会環境に与える影響は軽微であると判断される。ただし、建設準備段階で留意すべきことは、本プロジェクト実施に関わる住民移転はほとんど発生しないが、港湾開発用地、アクセス道路用地のための土地取得が必要であり、それに当たっては適正な補償をすることが必要である。建設段階では、建設機械、建設運搬車からの排気ガス、騒音・振動、交通渋滞・事故の発生回避とこれらの影響を軽減するための方策を講ずる必要がある。

49. 本プロジェクト実施に伴う環境改善効果としては、港湾貨物の陸上輸送から内陸水運輸送へのモーダルシフトの進展によるCO₂の削減効果が挙げられる。CO₂の削減量は、2020年紅河デルタでの運輸セクターの総排出量に対し、約1%（紅河内陸水運システム全体では3%）の削減が予測されている。河岸安定対策に当たっては、できる限り人工的構造物を避けると共に、環境にやさしい複水路方式を維持することが望ましい。これは、生物多様性の維持・保全の他、水上生活者世帯の生活の場の保護にもつながり、自然環境面の改善効果だけでなく、重要な社会配慮となる。また、この河岸安定対策の実施は、ハノイ首都圏の水辺空間の景観性向上とやすらぎの場の創造をもたらすことが考えられる。

XI. 勧告

50. 紅河デルタにおける内陸水運システムは、社会経済開発及び地域住民の生活向上に重要な役割を果たしている。

51. ハノイでは、市西部の開発が進行中であり、市東部及び北部の都市・産業開発も計画されている。これに伴い大量の建設資材需要が見込まれるとともに、その他の貨物も産業・都市開発の進展とともに増加が見込まれる。現在、約6百万トンの貨物（トラック2千台/日相当）がハノイ区間の港湾及び仮設バースで取り扱われている。需要予測によると、ハノイ区間の取り扱い貨物量は2020年には現状の3倍に増加する。内陸水運の急激な需要増に対応するため、新港の開発及び既存港の取扱能力増強が緊急に必要である。

52. 仮設貨物バースが紅河沿いに増えてきている。このような状況が続けば、乱雑な砂・砂利の山が川沿いの至る所に散見される状況となり、都市計画上も重大な問題を発生させる。従って、これらの仮設貨物バースの増加を制限するとともに、主要港に投資を集中することが肝要である。既存バースでは、安全面・環境面の改善のみが行われるべきである。さらに、タンロン橋とティンチ橋間に位置する既存バースについては、原則として2010年までに撤去し域外に移転させるべきである。建設資材等のきれいでない貨物は郊外の港湾で取り扱われるべきであり、都心部に位置するハノイ港はきれいな貨物を取り扱う港、旅客のための港にその性格を変えていくべきである。

53. このため、調査団はハノイ区間の航路改善とともに、主要4港であるハノイ港、キューエンルオン港、新北港及び新東港において、係留施設2.4km（0.9km）、サテライト旅客バース4ヶ所、さらに荷役機械、保管施設、集配センター付きの内陸コンテナデポ、旅客ターミナル、アクセス道路等の関連施設を2020年（2010年）までに建設することを提案している。

54. ヴィエトナムでは、道路交通環境が悪化してきており、交通事故も増加の一途を辿っている。従って、もしも内陸水運システムが整備されない場合には、道路交通に大きな負荷を与えるとともに、ハノイの経済社会の発展が阻害されることは明らかである。一方、内陸水運はエネルギー消費及びCO₂排出の面から環境に優しい輸送機関である。本プロジェクトは、内陸水運システムの能力増強のみならず、環境改善という視点からも、緊急に具体化されるべきである。

55. 紅河デルタ、特にハノイ区間の内陸水路は、流路の不安定性や水深不足等の問題を有しており、船舶の座礁やその他の通航障害の原因となっている。ハノイ区間の航路安定化は、内陸水運部門における最も基本的な課題の一つとされてきている。紅河本流はここ数年間同一流路に維持されていたが、極く最近、タンロン橋付近にて流れの方向を変えようとする傾向を示しており、航路法線の大規模な変化を引き起こす可能性がある。既存の諸構造物への影響を避けるため、元の法線に復旧する緊急対策が必要である。

56. このような状況において、本調査で提案した航路安定化プロジェクトは、内陸水運のみならずハノイ区間における諸々の社会経済活動の発展にとっても緊急かつ重要なものであると考えられる。

57. さらに、航路安定化プロジェクトは、ハノイ人民委員会と農業地方開発省がそれぞれの目的のもと提案している関連プロジェクトの形成に影響を与え得る。これら関連プロジェクトは既に政府に提案されており、現在、計画投資省の国家評価委員会で審査されている。航路安定化プロジェクトの早期形成によりこれら関連プロジェクトとの有機的連携が期待され得る。従って、航路安定化プロジェクトは、河川環境及び首都ハノイの開発を刺激し促進する核プロジェクトであると考えられる。

58. 以上より、調査団は、航路安定化並びに港湾及び航路の開発整備に係る短期整備計画の早急な実施を勧告する。さらに、前述の管理運営スキーム及び環境・社会配慮に関する勧告のほか、プロジェクトの実施段階での注意点を以下の通り勧告する。

- (1) 実施設計段階で、河床挙動に関して物理的水理模型を用い詳細な解析を行うこと。
- (2) 航路安定化施設は段階的に建設することとし、並行して施設の影響を追跡調査により注意深く監視し、必要な計画の見直しを行うこと。
- (3) 航路安定化の実施において、柔軟で移動可能な手段である浚渫を組み合わせること。
- (4) 内陸水運活動状況を監視しプロジェクトの実施に反映させること。
- (5) 仮設貨物パースの増加を制限すること。
- (6) 旅客・観光交通を振興させること。