

2. 論 文

高規格堤防の盛土材料調達システムに関する研究 —船舶を中心とした建設発生残土の輸送構想—

研究第一部 次 長 高橋 定雄

1. はじめに

関東地方におけるスーパー堤防の整備河川は利根川、江戸川、荒川、多摩川の4河川である。その整備延長は左右岸合わせて685.6kmに及ぶ。築堤のために要する土量は4.7億立方メートルと推算されている。当面計画されているだけでも、5,500立方メートルが予定され、年間にすると300万～500万立方メートルの土量確保の必要性にせまられている。

現在、河川内の流用土でその半分程度が賅われているが、いずれはその大部分を外部から調達しなければならなくなる。

一方、盛土材料の輸送手段としては、ダンプトラックによる輸送方法がとられているが、取扱い量の増大に伴い、種々の問題の発生が予想されている。例えば、一箇所当たりでも150万～170万立方メートルの土量が必要となる箇所があり、これ等をダンプトラックで輸送するとなると、延台数で26万台が必要になり、毎日1300台、時間当りでは150台のダンプトラックが行き交うことになる。これは周辺の住民並びに交通事情に大きな影響を与えると共に、首都圏の交通環境にも少なからぬ影響を与えるものと思われる。

ここに、ダンプトラック輸送だけでスーパー堤防の盛土材料を賅うことに限界があるとなれば、今後スーパー堤防事業を円滑に進めるためには、ダンプトラックによる輸送手段に加え、新たな輸送手段を用意することが必要になると考えられる。

本研究はこのような認識に立ち、新しい輸送手段として、船舶を中心とした輸送手段について、その可能性を検討し、関東地域における、船舶輸送の構想を提案するものである。

2. 船舶輸送の特徴

2.1 船舶輸送構想の背景

船舶を中心とした輸送方法が有力な輸送手段であると考えた背景を以下に述べる。

- ① スーパー堤防整備対象河川の殆どが東京湾に流れ込んでいる。
- ② 建設発生残土の50%以上が東京湾臨海部で発生している。
- ③ ダンプ公害による陸上輸送の限界問題の発生。
- ④ 人工バリア構想とのリンクにより、積出し基地やストックヤードの確保の可能性の芽生え。
- ⑤ 河川の水面利用（舟運）の機運が高まっている。
- ⑥ 東京都港湾局等による公共残土の船舶による搬送計画が実現化しつつある。

2.2 船舶輸送の特徴

船舶輸送の主な利点を以下に列記する。

- ① 一度に大量輸送が可能である。
- ② 船舶輸送は大量に輸送できるため、ダンプトラック輸送に比べ輸送コストが小さくて済む。
- ③ 船舶輸送はエネルギー効率の面でもダンプトラック輸送よりもはるかに優れている。
- ④ スーパー堤防は施工場所が川沿いであるため、船舶輸送に有利である。
- ⑤ 遠距離トラック輸送を抑制することにより、自動車からの排気ガスや交通量など環境面に貢献できる。

3. 船舶航行可能区間

3.1 土運船の規模

船舶輸送に使用する土運船の幅・積載量・吃水等の違いにより、航行可能な区間等が異なってくる。そこで、「運輸省港湾局監修 現有作業船一覧

平成2年度版」(平成2年10月、社団法人日本作業船協会)から首都圏で現在使用されている土運船を対象に総トン数、長さ、幅、深さ、空船、満載吃水、容量等について整理した。下表はその整理結果であるが、太枠で囲んだものが航行の可能性を検討する土運船の規模である。その選定には満載吃水と容量の関係から、満載吃水ができるだけ小さく、容量の大きいものを原則とした。

表-1 土運船の規模

	容量(m ³)	長さ	幅	深さ	空船吃水	満載吃水
土運船 1	80	23m	6 m	2 m	0.6m	1.8m
	100	24m	6 m	2.3m	0.7m	2.0m
	120	25m	6 m	2.5m	0.5m	1.2m
土運船 2	250	31.5m	7.5m	2.7m	0.7m	2.4m
	300	34m	9 m	2.9m	0.5m	2.5m
	300	30m	10m	2.5m	0.4m	2.25m
土運船 3	500	37.5m	12m	3.8m	0.75m	3.15m
	500	42m	11.5m	3.6m	0.9m	3.3m
	600	43m	11m	3.6m	0.8m	3.1m
土運船 4	800	50m	12m	3.7m	1.0m	3.3m
	1,000	54m	14m	4.7m	0.8m	3.8m
	1,200	56m	14m	4.5m	1.3m	4.1m

3.2 現況における船舶航行可能区間

各河川の流況又は水位は水深・水面幅との関係を把握し、流況又は位況別土運船別に横断面図から船舶の航行が可能かどうかを検討した。土運船の航行が可能かどうかの判断は、水位と断面の関係では土運船から河床及び両岸からのクリアランスが50cm程度以上あるものについて、航行可能とした。また、横断工作物のうち堰については、閘門を通航可能かどうか、橋梁については、桁下高と位況ごとの水面までの高さが空船時でも通航可能なものかどうかを検討した。結果を示すと図-1(紙面の都合上位況は濁水のケースのみ記載)のとおりである。

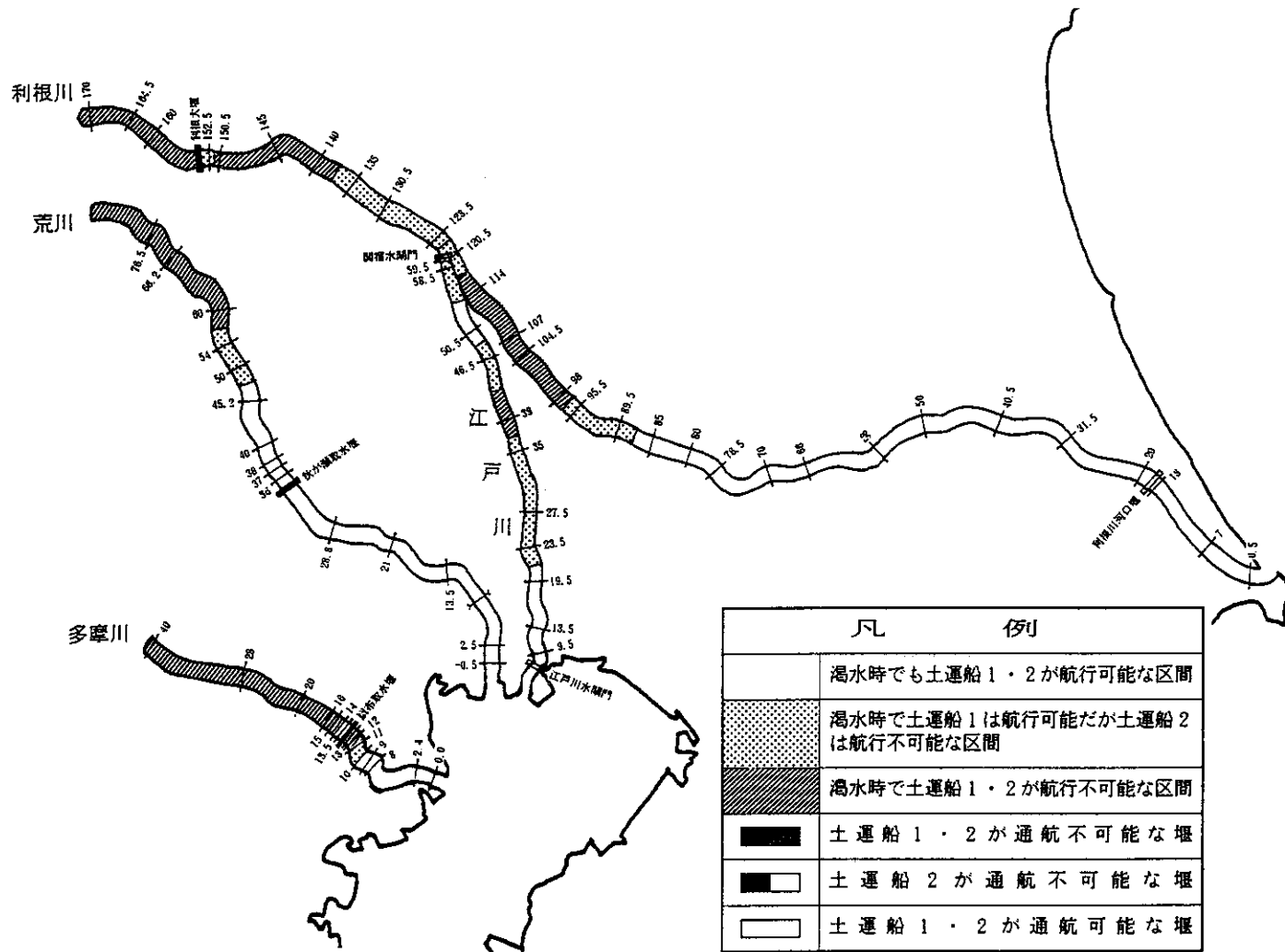


図-1 高水時でも航行可能な区間（土運船1・2）

3.3 船舶航行可能区間

現況で船舶航行の障害となる横断工作物や船舶航行に必要な水面幅や水深が確保できない箇所について、表-2に示すような横断工作物の改築や、簡単な河床の浚渫を行うものとして、船舶航行可能区間を定めた。(図-2)

表-2 簡単な浚渫及び横断工作物の改築箇所

河川名	簡単な浚渫及び横断工作物の改築箇所
利根川	土運船1が渇水時でも航行可能なように秆杭137.5km~148km前後の浚渫を行う。
江戸川	土運船1が渇水時でも航行可能なように秆杭37km~42.8km前後の浚渫を行う。
荒川	秋が瀬取水堰の改築により、閘門をつける。 土運船4が通航可能なように京成押上線橋梁を架替える。 秆杭48.8km付近の西野橋、秆杭51.6km付近の樋ノ詰橋、秆杭58.8km付近の高尾橋の撤去もしくは架替える。

4. 陸上輸送と船舶輸送の比較

4.1 輸送エネルギー面での比較

前章2.3の船舶航行可能区間を対象にどの河川のどの区間で陸上輸送と船舶輸送とどちらかが有利となるか検討した。

(1) 比較計算の条件設定

建設残土発生位置、スーパー堤防施工地点、積出し基地、荷揚げ基地の位置等の設定条件は以下に示す通りである。(図-2)

- ① 建設残土の発生位置は残土発生状況の地区割の都市の中心地点もしくは地区域の中心地点とした。
- ② スーパー堤防施工地点は、利根川下流部、利根川上流部、江戸川、荒川上流部、多摩川にそれぞれ2地点とし、荒川下流部に1地点とした。
- ③ 土運船の積出し基地の位置については、東京湾(城南島)に1箇所、浦安(人工バリア)に1箇所、利根川秆杭66km~97km付近に4箇所の合計6箇所とした。

- ④ 荷揚げ基地は、スーパー堤防施工地点で航行可能な場合は施工地点、不可能な場合は航行可能区間の上流端とした。

(2) エネルギー原単位

エネルギー原単位表

単位： $10^3 \text{kcal}/\text{m}^3 \cdot \text{km}$

工 種		河川改修 (構造物系)	河川改修 (非構造物系)	平 均
近 距 離	バルダーによる押し出し	92.727	170.370	131.549
	ダンプによる場内輸送	2.704	3.167	2.936
遠 距 離	ダンプによる長距離輸送	2.412	2.4667	2.439
	船舶による長距離輸送	0.353	0.355	0.354

出典：「建設廃棄物処理エネルギーの実態と節約可能性に関する調査報告書」昭和57年、社団法人日本能率協会総合研究所

- ① エネルギーの原単位は河川改修の構造物系と非構造物系の平均値を用いた。
- ② エネルギーの算定は、輸送に係わるもののみを対象としており、ダンプやトラックや土運船の製造に係わるエネルギーは含まれていない。

(3) 比較検討結果

ダンプによる陸上輸送と土運船規模別の船舶を中心とした輸送エネルギーの試算結果は、図-3に示すとおりである。

これによると、利根川全区間・江戸川上流・荒川上流は船舶を中心とした輸送の方がエネルギーが少なく、江戸川下流・荒川下流・多摩川全区間は陸上輸送の方がエネルギーが少ない結果となった。この結果から、利根川上流部・江戸川・荒川上流部には積出し基地の位置をAとし、土運船の規模が小容量の土運船1を使用する場合はエネルギー面からみて適当である。利根川下流部については、積出し基地の位置をBとし、土運船2を使用する場合は良く、多摩川については、ダンプトラックによる陸上輸送が

エネルギー面からみて適当である。

4.2 輸送コスト面での比較

前節3.1と同様の条件で輸送コスト面での比較を行った。

(1) ダンプトラックによる陸上輸送の輸送コストの算出方法

$$1 \text{ m}^3 \text{ 当りの輸送コスト (A)} = \frac{\text{ダンプ運転 1 時間当り単価 (円/時間) (B)}}{\text{ダンプ運転 1 時間当り運搬土量 (m}^3 \text{/時間) (Q)}$$

B = 6,590円/時間

q : 1台1回当り運搬土量 6.5m³

E : 作業効率 0.9

$$Q = \frac{q \cdot E}{C_m}$$

C_m : ダンプのサイクルタイム

(積み卸し時間+往復運搬時間)

積み卸し時間を0.25時間(8分+7分)

とすると平均時速を25km/hとし、往

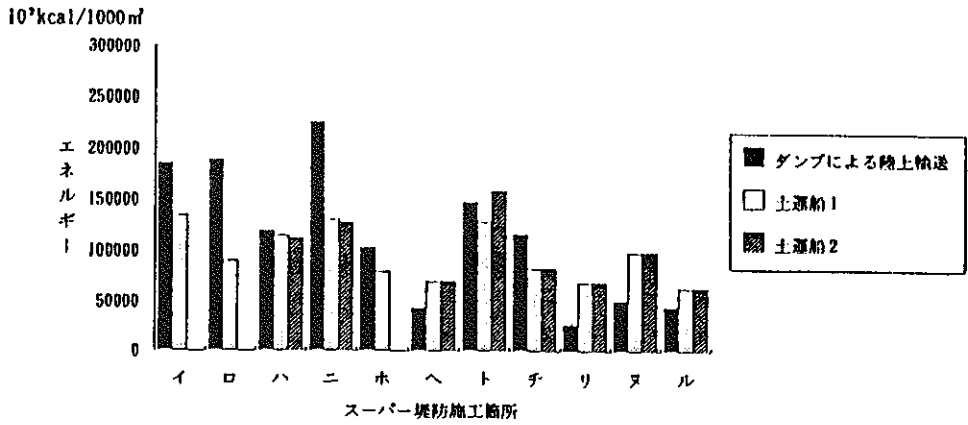
復運搬時間を算出する。

(2) 土運船による船舶輸送のコストの算出方法

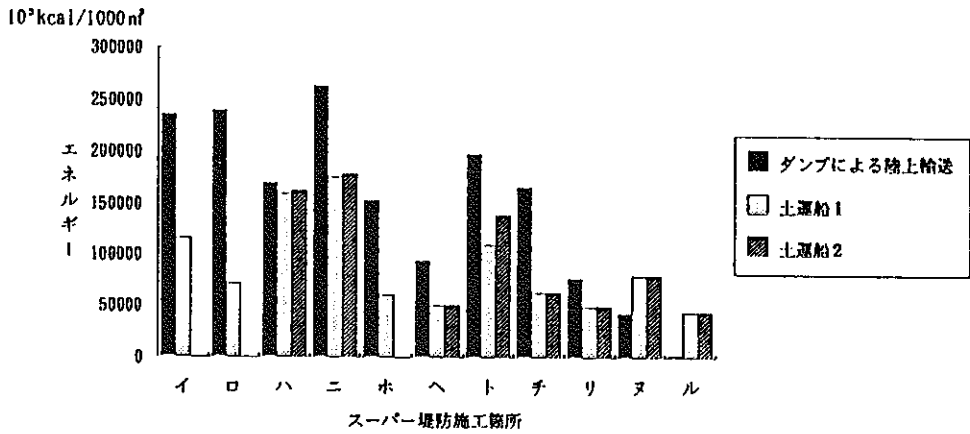
建設残土の船舶コストの積算は、内航海運の運賃体系を参考とするが、内航海運は他の輸送機関と異なり荷主と運送業者との交渉による自由運賃制をとっている。一般に船の輸送コストの構成要素としては、船の維持管理に係わる船舶経費と燃料などの運航に必要な運航費よりなる。

表-3 輸送コストの構成項目

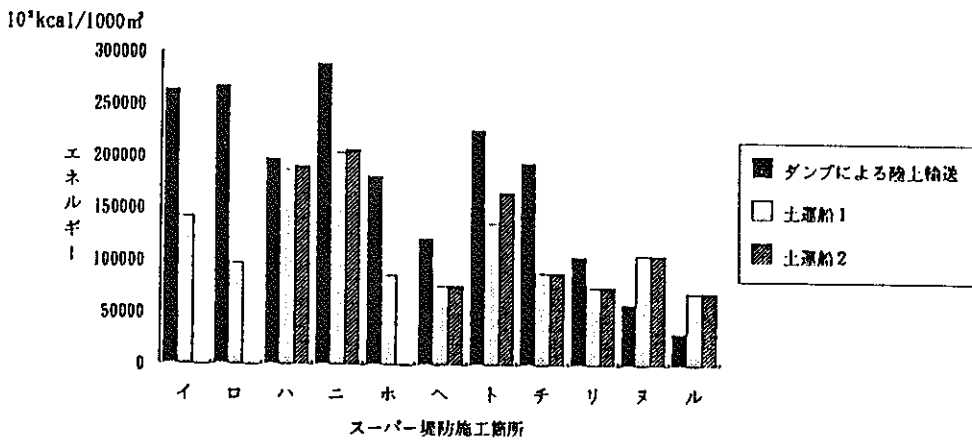
運航コスト項目	川舟運施設別の保全現状
船舶経費(固定費)	経常船費—船員費、修繕費、保険料、船用品費、雑費等 資本費—減価償却費、設備金利 船舶管理費—船主店費
運航費(変動費)	燃料費、港費 運航管理費(船主店費)



陸上輸送と船舶を中心とした輸送のエネルギー比較 (残土発生位置 1)



陸上輸送と船舶を中心とした輸送のエネルギー比較 (残土発生位置 4)



陸上輸送と船舶を中心とした輸送のエネルギー比較 (残土発生位置 5)

図-3 輸送エネルギーの試算結果

ここでは運航費を対象に輸送コストの算定を行った。輸送コスト試算条件は表-4に示すとおりである。

表-4 輸送コスト試算条件

項目	内 訳 項 目
船主店費	排水量×(所要日数/月間日数)×1,000
雑 費	所要日数×10,000
燃 費	航行時 5.5 ℓ/日 (C重油 27円/ℓ) 停泊時 0.5 ℓ/日 (A重油 33円/ℓ)
港 費	65,000円

(3) 比較検討結果

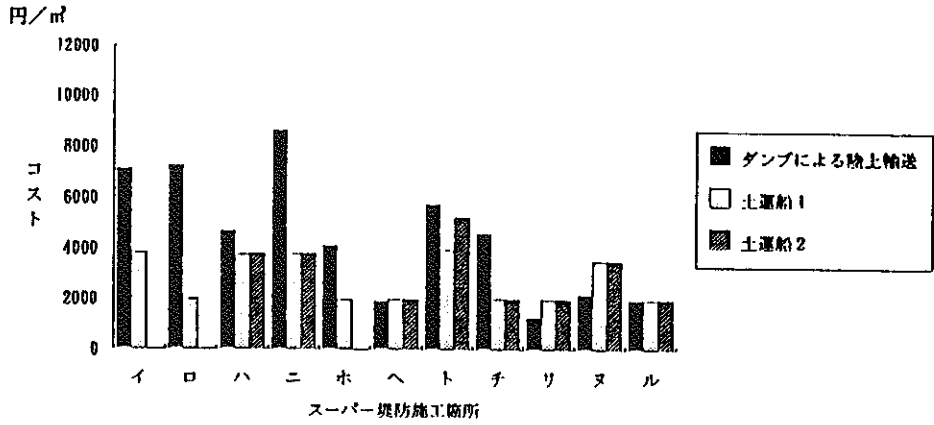
ダンプによる陸上輸送と土運船規模別の船舶を中心とした輸送コストは、図-4に示すとおりである。

これによると、多摩川以外は船舶を中心とした輸送の方がコストが少なく、多摩川ではエネルギー同様に陸上輸送の方がコスト面でも少ない結果となった。

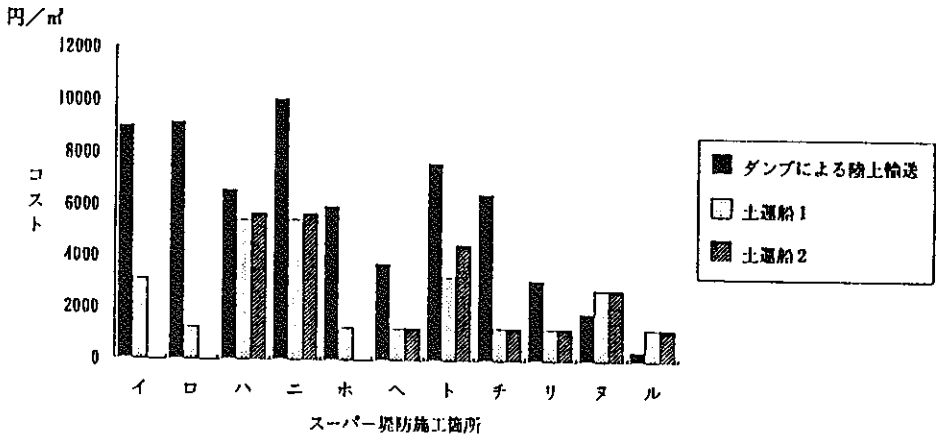
この結果から、利根川上流部・江戸川・荒川上流部には積出し基地の位置をAとし、土運船の規模は小容量の土運船1を使用する場合はエネルギー面からみて適当である。利根川下流部は積出し基地の位置をAとし、土運動船4を使用する場合は良く、多摩川については、ダンプトラックによる陸上輸送がコスト面からみて適当である。

5. 船舶を中心とする建設発生残土輸送構想

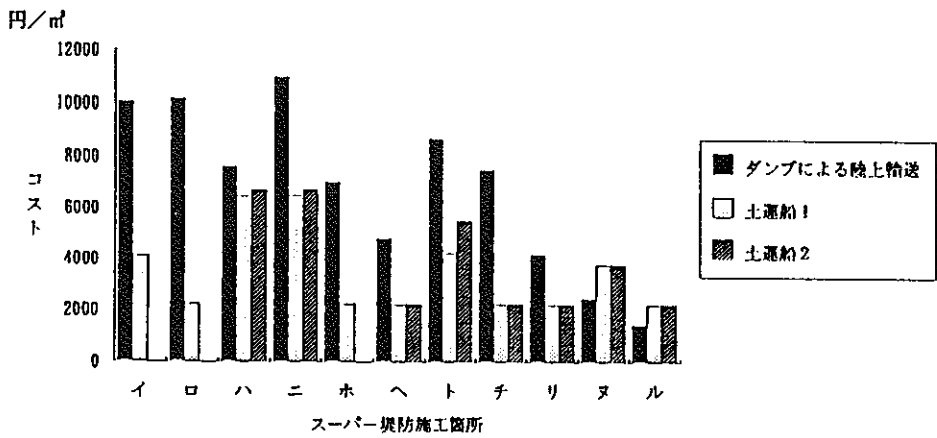
高規格堤防事業に使用する盛土材料の運搬方策として、船舶輸送を中心とする運搬が可能かどうか、現状における土運船規模別の船舶航行可能区間の把握、エネルギー面・輸送コスト面・環境面での比較検討、積出し・荷揚げ基地等の各施設の配置可能性、荷揚げ基地からの陸上輸送方策等について検討を行ってきた。



陸上輸送と船舶を中心とした輸送の輸送コスト比較（残土発生位置 1）



陸上輸送と船舶を中心とした輸送の輸送コスト比較（残土発生位置 4）



陸上輸送と船舶を中心とした輸送の輸送コスト比較（残土発生位置 5）

図-4 輸送コストの試算結果

これらの結果を総合して各地区別に適当であると考えられる運搬方策について以下に示す。

(1) 利根川上流

利根川上流区間では、土運船 2, 3, 4 の使用は、大規模な浚渫を行わない限り不可能であり、土運船 1 では秆杭 137.5～148km 付近と江戸川の秆杭 37km～42.8km 付近の簡単な浚渫を行うことにより利根川の秆杭 148km 付近まで航行可能となる。

また、エネルギー面・輸送コスト面から見ても、土運船 1 を使用した輸送方法が適当である。

(2) 利根川下流

利根川下流区間では、東京湾から江戸川を遡って関宿水閘門から下流に下るには土運船の規模によらず大規模な浚渫が必要となる。また、房総半島を廻って利根川河口から遡るには距離が長く、時間もかかり、海上を航行するため法的な規制もでてくる。したがって、各土運船規模別に航行可能な区間の上流端に積出し基地を想定し、そこまでは陸上輸送に頼ることとし、それぞれのエネルギー面・輸送コスト面について比較・検討を行った結果、土運船の容量など考慮すると積出し基地を秆杭 85km 付近に設け、土運船 2 を使用した輸送方法が適当である。

(3) 江戸川

江戸川区間では、土運船 2, 3, 4 の使用は、大規模な浚渫を行わない限り不可能であり、土運船 1 では秆杭 37～42.8km 付近の簡単な浚渫を行うことにより全区間航行可能となる。

エネルギー面・輸送コスト面からみると、建設残土が大量に発生する東京区部に近い江戸川下流部においてはダンプトラックによる陸上輸送の方が良く、上流部においては土運船を使用した輸送方法が適当である。

(4) 荒川上流

荒川上流区間では、秋が瀬取水堰に閘門がないため現況ではこれより上流には進めないが、秋が瀬取水堰に閘門を設置し、桁下高が低く通航不可能な

橋梁を改築して通航可能とした場合、土運船1では秆杭57km付近まで、土運船2, 3では秆杭47.6km付近まで、土運船4では42km付近まで可能となる。

エネルギー面・輸送コスト面からみると、42km付近までの区間では土運船4を使用した輸送方法が良く、それより上流区間については土運船1を使用した輸送方法が適当である。

(5) 荒川下流

荒川下流区間では、京成押上線橋梁の桁下高が低いため、土運船4が通航不可能となっている以外は、土運船1, 2, 3とも全区間航行可能である。

エネルギー面。輸送コスト面からみると、建設残土が大量に発生する東京区部に近いため、大部分の区間はダンプトラックによる陸上輸送の方が有利である。

(6) 多摩川

多摩川区間では、土運船1, 2, 3, 4とも調布取水堰の閘門を通航することはできず、調布取水堰下流部も浚渫を行わないと航行できない。また調布取水堰の閘門を通航可能なように改築しても、その上流側の航行可能区間は土運船1で1km程度とわずかな距離でしかない。

エネルギー面・輸送コスト面からみても、多摩川は建設残土発生地点から近く、ダンプトラックによる陸上輸送の方が有利である。

以上のようなことから、簡単な浚渫やある程度の堰・橋梁の改築を施すことによって可能となる船舶を中心とする建設発生残土輸送構想を図に表せば、図-5のとおりとなる。

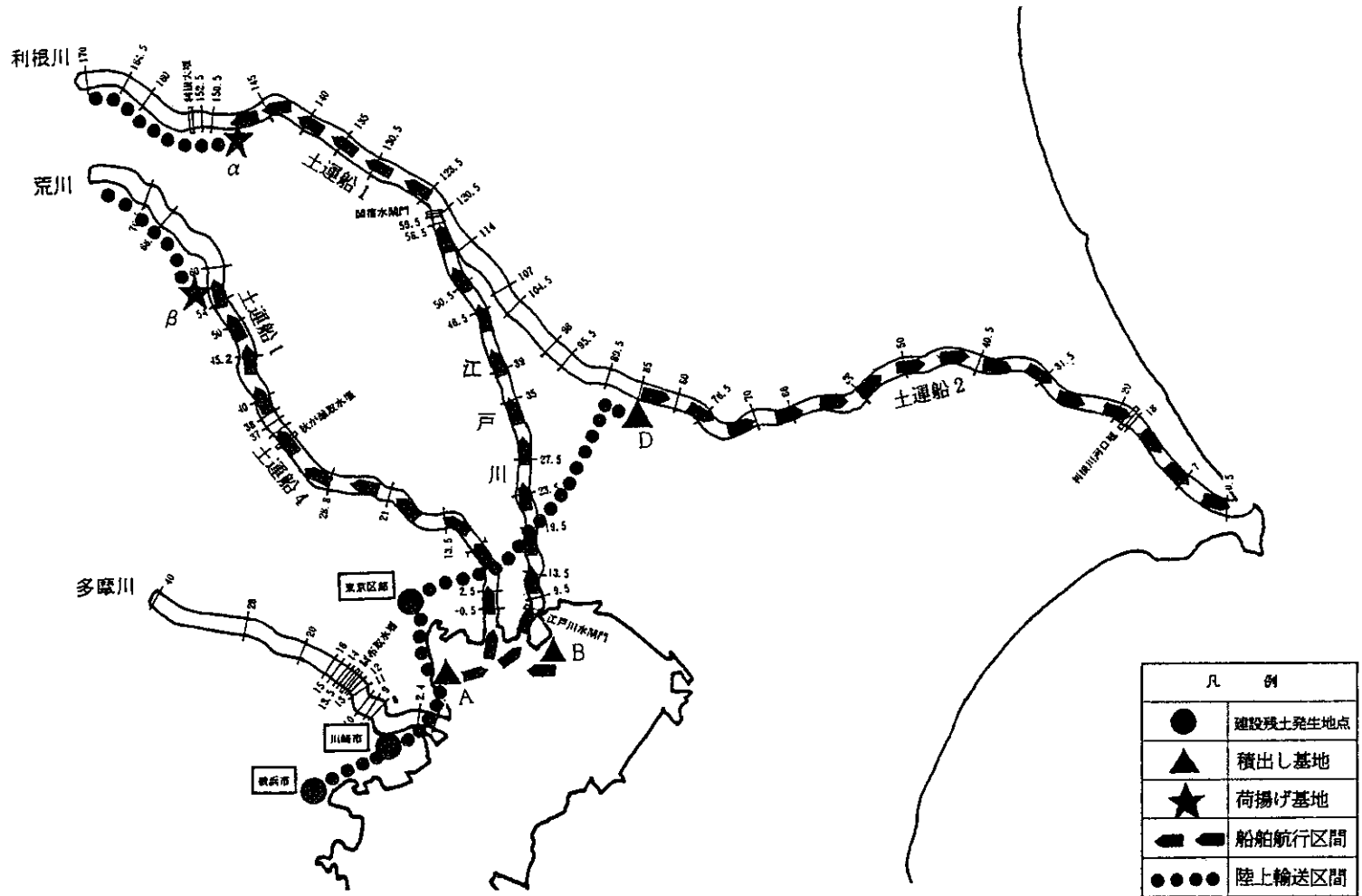


図-5 船舶を中心とした建設発生残土輸送構想

6. おわりに

今回提案した構想はかなり大胆な仮定の上に導かれたものであるが、船舶輸送の可能性を示唆するものであったと考える。しかしながら、実際にこうした方式を採用するにはいくつもの大きなハードルがあるのも事実である。

そのうち最大の課題としては、積出し基地の確保であろう。現時点で利用可能と思われるのは、羽田沖の埋立で使用された城南島の施設や東京都の中央防波堤にある建設残土再利用センター等ぐらいである。積出し基地にストックヤードや品質管理ヤードの機能を持たすとなれば、浦安人工バリヤ構想との連携が必要となり、これ等の実現性等をも視野に入れた議論が必要になるであろう。

この他、荷揚げ基地やストックヤードの確保についても検討しなければならない問題である。

又、もう一つの大きな課題としては船舶航行可能区間の確保の問題がある。今回の検討で、対象にした区間は簡易な改修により実現できる区間としているが、実際には相当大掛りな改修が必要になるであろう。舟運という要素を今一度考慮した改修計画の見直しを行うなどの対応が必要であろう。

以上挙げた課題は決して容易にクリアーできるものではないであろうが、大規模土工のスーパー事業を円滑に進めるためには、舟運等の新規手段の導入の必要性が高いということに思いをいたせば、今後、これ等の課題を含めた、より詳細な検討が必要になるであろう。本研究がその一助になれば幸である。