

羽田沖埋立事業の現況と展望

東京都 清水 武雄

(港湾局計画部総合計画課埋立計画係長)

1. 羽田沖埋立事業計画策定の背景と経緯

人口と産業の集中する東京では、その活発な諸活動に伴い、膨大な量の廃棄物が発生している。一般家庭の日常生活に伴って生じたゴミを主とする一般廃棄物、事業活動に伴って生じた産業廃棄物、そして、各種公共事業等で生じた建設残土及び港湾・河川のしゅんせつ土砂等の処理が大きな課題となっている。

これら廃棄物の処理にあたり、特に過密化した東京では、内陸部に最終処分地を確保することは困難であり、そのほとんどを海面埋立てに依存せざるを得ない状況にある。

反面東京港は埋立てが進み、残された水域が貴重な空間となっており、水域環境保全の点からも、新しい埋立地の造成がきわめて困難な状況にあった。

しかし、深刻化し、社会問題化した廃棄物処分問題に対処するため、東京都は、昭和49年に羽田沖に廃棄物処理場の建設を決定した。同年には埋立免許を取得

し、主として、しゅんせつ土砂等の土砂系廃棄物の処理場として、昭和61年度竣工予定として埋立事業を推進した。

その後、地元における航空機騒音の解消問題を契機として、さらに増大する航空輸送需要への対応を図るため、昭和56年には国、都、地元区の三者の間で羽田空港を沖合に展開することで基本的な合意がなされた。

そこで、国の沖合展開事業に必要な用地を都が現行廃棄物処理場（以下現埋立地という。）の468haを含めて、新たに廃棄物を利用して埋立造成を行うことになり、現埋立地の沖合に341haの埋立造成（以下拡張部埋立地という。）を追加して行うこととした。

現在、羽田沖埋立地は、羽田空港沖合展開計画の第1期計画用地として利用する区域については、幸い工事関係者の努力により、予定通り昭和61年12月に埋立てが竣工しており、第2期及び第3期沖合展開の空港整備計画に合わせて工事は急ピッチに進められている。



写真-1 羽田沖埋立事業の現況

2. 埋立事業の現状

(1) 埋立事業の規模

羽田沖埋立事業は、次のように区分される。

一つは、深刻化する廃棄物処理問題に対処するため、昭和49年に廃棄物処理場として埋立免許を取得した現埋立地約468haの造成事業、もう一つは、現埋立地の沖合に昭和60年に埋立免許を取得した拡張部埋立地約341haの造成事業である。

これら二つの事業の全体規模は

埋立造成面積 809ha

(現埋立地468ha, 拡張部341ha)

護岸延長 13,630m

(現埋立地6,057m, 拡張部7,573m)

埋立土量 6,345万³m

(現埋立地2,838万³m, 拡張部3,507万³m)

計画地盤高 AP+5.0~5.5m

完了予定年度 昭和65年度

事業費 約5,500億円

として計画している。

なお、昭和56年羽田空港の沖合展開計画の合意により、将来埋立地を空港用地として国に譲渡することになったので、収支を明確にするため、昭和57年度より羽田沖埋立事業会計を設置している。

(2) 埋立護岸建設計画

ア) 現埋立地について

現埋立地はもともと、しゅんせつ土砂等の処理を目的としてきたところであるため、地盤は非常に軟弱である。

地質構成は、上部より埋立土(建設残土、しゅんせ

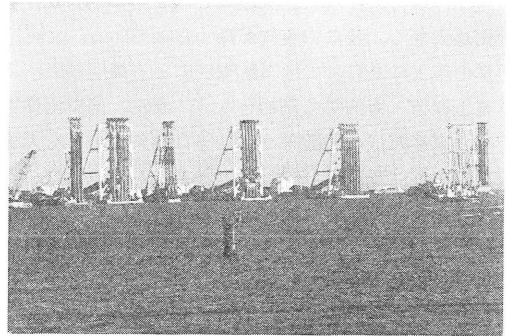


写真-2 地盤改良

つ土)、沖積層(砂質土、粘性土)及び洪積層(粘性土、砂質土)で構成されている。

各層の土質特性を第1表に示す。

このような、非常に軟弱な場所に護岸を設けるにあたっては、廃棄物の流出防止を考慮するとともに、護岸前面には消波ブロックを設置し、護岸の耐久性の向上を考えた。また、廃棄物の流出防止対策としては、間仕切りを設けるとともに、水密性、耐久性のある鋼管矢板を使用する。さらに、背後に道路を併設し、既設の仮柵と一体構造とし、昭和50年から本格的に着手をし、昭和57年度には完成をみている。

イ) 拡張部埋立地について

護岸を建設する付近は、多摩川下流にあるため、基礎地盤は厚い河川堆積砂で覆われている。この地域の地盤は、場所によって海底面に1~2mの浮泥層があり、これより下層はAP-40~60mまで軟弱な沖積粘性土層が堆積している。

基礎地盤となる洪積層は、粘土と砂による複雑な互層となっており、N値は20~50を示している。

第1表 土質特性

| | | 層厚 m | N 値 | 単 位 体 積 重 | 自然含水比 % | 土 質 特 性 |
|-------|-----|-------|-------|-----------|---------|-------------------------------|
| 埋 立 土 | | 1~20 | — | 1.3~1.9 | 40~200 | 軟弱泥土 |
| 沖 積 層 | 砂質土 | 0~10 | 1~20 | — | — | 旧海底面。所々にシルト・粘土が混入する細砂層で含水量が多い |
| | 粘性土 | 15~20 | — | 1.4~1.5 | 100~140 | 全体に均質。所々に細砂をブロック状または薄層状にはさむ |
| 洪 積 層 | 粘性土 | 5~10 | 20~40 | 1.7 | 20~60 | 全体に均質。上部の粘土と比べ、含水量は少ない |
| | 砂質土 | — | 30~50 | — | — | 所々にシルトを含む |

＜特集・1＞羽田空港新A滑走路供用開始

護岸法線付近の現状水深はAP ±0.0～-18.0mと変化が大きく、特に南東側が深くなっている。また、護岸の施工にあたっては、航空法による高度制限により施工機械・方法等に制約をうけ、また、南東側護岸では、直接波浪の影響をうける等自然条件からも大きな制約をうけている。

このような地域の特性をふまえ、現状の水深、地盤の状況、波浪及び施工性等を考慮して護岸構造を以下のように検討した。

当該護岸の建設箇所は、多摩川河口部の一部区域を除いて地盤が軟弱なため、地盤改良が必要である。さらに水深が深いので現状のままケーソン護岸を考えた場合は、ケーソンの断面が大きくなる。また、鋼矢板護岸の場合では鋼矢板の断面係数が大きくなるうえ、護岸構造の安全性を確保するためには、地盤改良や広い範囲にわたっての押え盛土が必要になる。また仮設工も大規模となるので施工も難しく、工費もかさむことになる。

したがって、現状の水深のまま直立壁形式の護岸を建設するよりも、海底面に盛砂をして水深を浅くし、上部構造を築造する、いわゆる混成堤形式の護岸

のほうが、上部構造の断面も小さくなり、施工も容易で経済的である。また、水深を浅くした構造形式は、副次的にエアレーション効果を促進し、周辺水域の環境改善にも役立つこととなる。

地盤改良工法については、種々の工法が実用化されているが、当該護岸に適用可能な工法として、サンドコンパクションパイル工法、置換工法、深層混合処理工法の工法を検討した。これらの工法について、改良効果、施工性及び経済性などの面から総合的に判断して、サンドコンパクションパイル工法が適当であるという結論を得た。

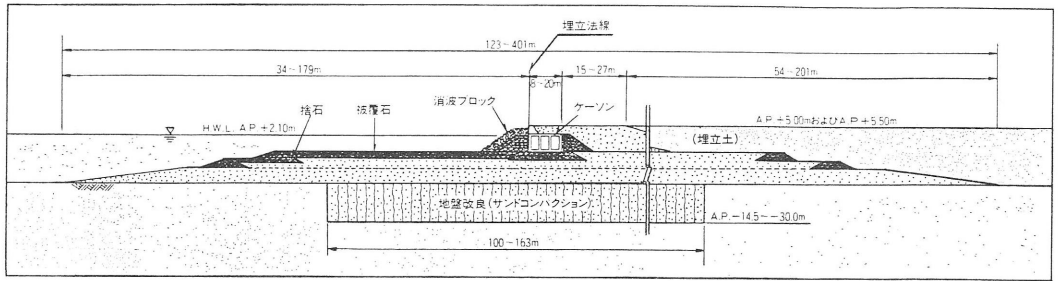
次に上部構造は、地盤改良工、盛土工を前提とした採用可能な形式として、ケーソン式、セル式、二重矢板式、自立矢板式、控え式の5形式について二重矢板式を標準にして比較検討した(第2表参照)。その結果は次のとおりである。

- ① 自立矢板式は矢板の根入が長いので施工時の波浪による影響は小さいが、地震時の水平変位量が大きく、止水性や高度制限への対応などの点で劣っている。
- ② セル式は、水密性は高いものの将来の沈下に対

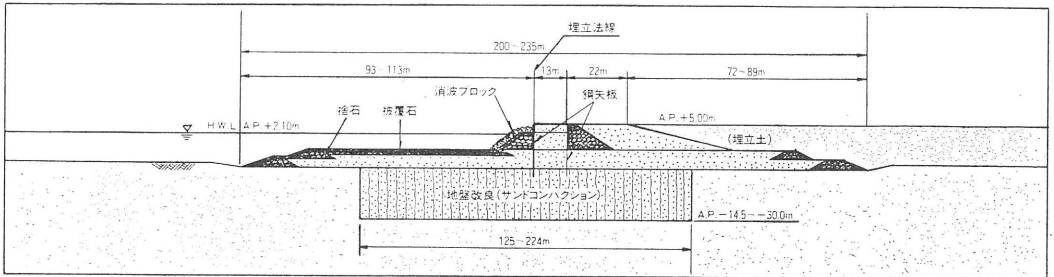
第2表 護岸形式の比較一覧表 ◎：良好 ○：標準 △：やや劣る

| 護岸形式 | | ケーソン式 | セル式 | 二重矢板式 | 自立矢板式 | 控え式 | |
|--------|------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| 構造上の特徴 | 上部工 | 構造安定性 部材の腐食 継手部の止水 | ◎ コンクリート △ 止水工(シート) | ○ 鋼材 ○ | ○ 鋼材 ○ | △ 水平変位, 流動圧 ○ 鋼材 △ | ○ ○ △ |
| | 盛砂工 | 砂の液状化 | — | — | — | — | — |
| | 下部工(地盤) | 圧密沈下 側方流動 | ○ — | ○ — | ○ — | ○ — | ○ — |
| 施工上の特徴 | 施工条件 | 高度制限 工事用ヤード(製作及び仮置) | ◎ 取付部施工 △ ヤード必要 | ○ △ ヤード必要 | ○ ○ | △ 2枚継ぎ ○ | ○ ○ |
| | 施工時の問題 | 施工限界(波高) 施工中の安全性 据付・打設 | ◎ (1.0m) ◎ △ 基礎均し | ○ (0.6m) ○ ○ | ○ (0.6m) ○ ○ | ◎ (1.2m) ○ ○ | ○ (0.6m) △ 控え杭に不安 ○ |
| | 工期 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 維持管理 | 嵩上げの容易さ | ○ | △ 基礎必要 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 不等沈下への対応 防食対策 | ○ ◎ 防食不要 | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| 評価 | ◎ | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | ○ | 5 | 11 | 13 | 9 | 11 | |
| | △ | 3 | 2 | 0 | 3 | 2 | |
| 総合評価 | | ○ | — | ○ | — | — | |

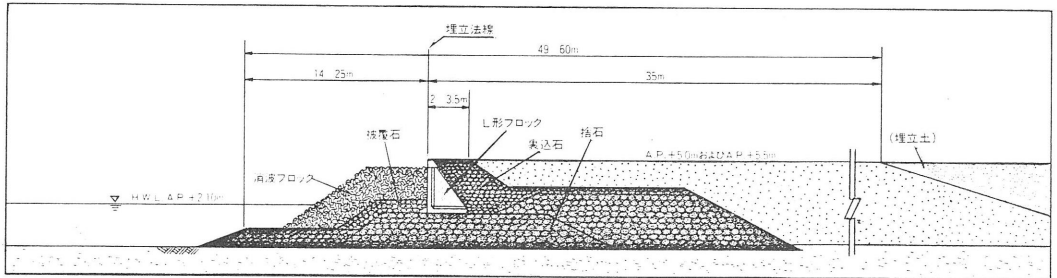
●ケーソン式護岸標準断面図



●二重鋼矢板式護岸標準断面図



●L形コンクリート式護岸標準断面図



第1図 護岸標準断面図

して嵩上げが構造的にやや難しく、また、製作や仮置に広大な工事ヤードを必要とするなどの点で劣っている。

- ③ 控え式は止水性や施工中の安全性などの点で劣っている。
- ④ ケーソン式は止水性、製作や仮置に広大な工事ヤードを必要とするなどの点で劣っているが、部材の腐食、高度制限への対応、施工中の安全性、維持管理などの点において優れている。

以上の検討結果を総合的に判断して、ケーソンと二重矢板式を選定した。(第1図)

この二つの形式は経済的には大きな差異はないが、工事用地や水域の規模、施工設備の軽重等の点で二重矢板式護岸が優れている。しかしながら、護岸の施工中に波浪の影響を受けやすい箇所や既存空港の高度制限を受けて、杭打船等の作業船の作業が著しく制約を

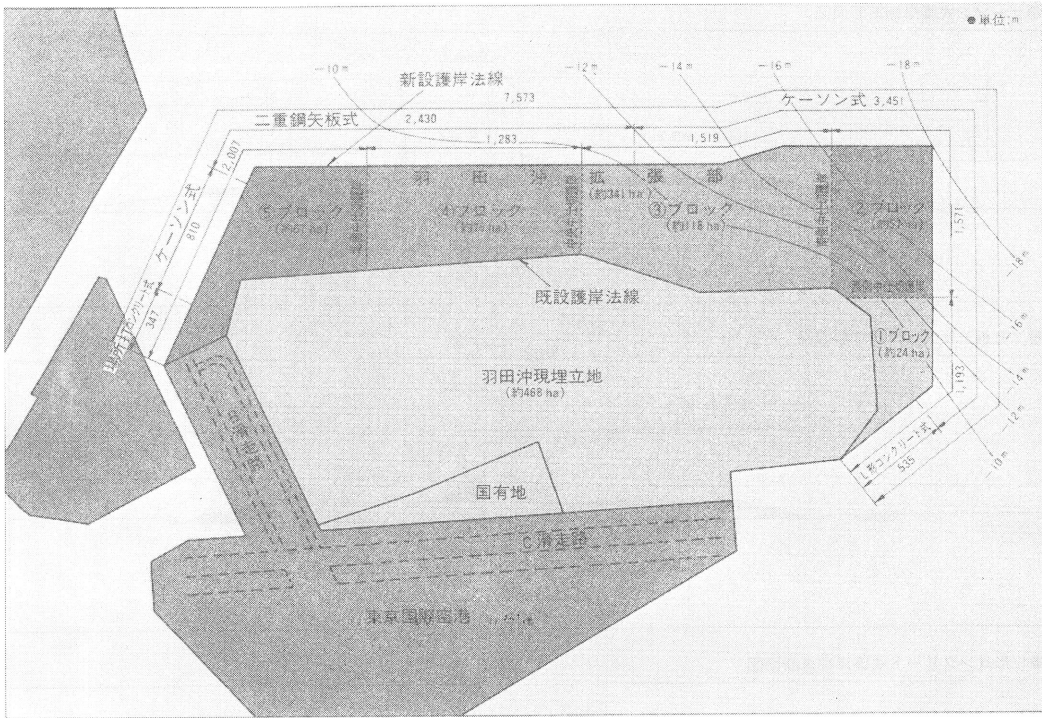
受ける箇所及び、淡水と海水との混合域が形成され、鋼材の腐食の進行が早い箇所などについては、ケーソン式護岸の採用が好ましい。

以上の検討の結果から護岸形式の配置(第2図)は、当該埋立地の東側は二重矢板式護岸、北側、多摩川河口の一部を除く南側及び南東側はケーソン式護岸を採用した。

多摩川河口部については水深がA.P.±0.0m程度と浅く、しかも海底面から層厚10m程度まで比較的良質な砂層がある。このため、地域特性を踏まえ、また、施工性等を考慮して護岸構造を検討した結果、L型ブロック式、自立矢板式の2形式が考えられる。

構造の安定性、部材の腐食、高度制限への対応、施工中の安全性、維持管理上の腐食対策などを検討した結果、L型ブロック式を採用する(第3表参照)。

北側の取付部及びB滑走路先端部については、すべ



第2図 埋立計画平面図

第3表 護岸形式の比較一覧 ◎：良好 ○：標準 △：やや劣る

| 護岸形式 | | L形ブロック式 | 自立矢板式 |
|--------|-----------------------------|---------------------------|--------------|
| 構造上の特徴 | 上部工 | ◎ ◎コンクリート △止水工(シート) | ○ ○鋼材 |
| | 盛砂工 | — | — |
| | 下部工(地盤) | ○ — | ○ — |
| 施工上の特徴 | 施工条件 | ◎取付部施工 △ヤード必要 | ○2枚継ぎ ○ |
| | 施工時の問題 | — ◎ ○ | — ○ ○ |
| | 工期 | ○ | ○ |
| 維持管理 | 嵩上げの容易さ 不等沈下への対応 防食対策 | ○ ○ ◎防食不要 | ○ ○ ○ |
| 評価 | ◎ ○ △ | 5 5 2 | 0 12 0 |
| 総合評価 | | ○ | — |

て夜間工事となるので、夜間工事の施工の容易性、安全性を考慮し、また、B滑走路の夜間の緊急使用時に備えて作業船等の高度制限区域からの退避の容易性を考慮して、場所打ちコンクリートによるL型擁壁を採用する。

(3) 埋立造成計画と用材の運搬方法

ア) 埋立造成は、埋立区域を中仕切り護岸で各ブロックに区切り、外周護岸、中仕切護岸または汚濁拡散防止膜等により外海と埋立区域を区切り、埋立てに着手する。埋立土砂を運ぶ土運船の航路を確保するため、外周護岸等は埋立ての進捗に合わせて一部区域を最小限に開口状態にして置

き、必要なくなった時点で締切る。

イ) 埋立方法は、一般廃棄物（焼却残灰等）は外周護岸等により、埋立区域と海域とを完全にしゃ断し、護岸背後に土砂等により裏込めを行うとともに防水シート等により不透水層を形成した後に埋立てを行い、水域環境の保全を行っている。

ウ) 埋立内に残った余水の扱いについては、一般廃棄物の埋立ブロック内の場合は、水質を浄化して、海域に放流する。また定期的に監視を行い、水質が目標とする濃度以上になるおそれがある場合は、下水道施設へ送る。

その他のブロックの上・下水スラッジ、しゅんせつ土、建設残土及び購入土砂による埋立ての場合は、

- ① 一部開口状態にあるブロックにおいては、汚濁拡散防止膜を展張して海域への水質汚濁の拡散防止を図る。
- ② 護岸の締切りが完了した後は、残留海水の濁りに対する余水対策を行う。余水の水質は定期的に監視し、目標水質を満たす期間は、そのままポンプで揚水し海域に放流するが、目標水質の維持が困難になった場合は、余水処理施設により浄化して海域に放流する。
- ③ 上・下水スラッジについては、しゅんせつ土、建設残土、埋立用土砂によって陸化した後、その上に埋立処分を行う。

こととしている。

エ) 埋立に用いる用材の性状は、次のとおりとしている。

一般廃棄物

- ① 局収不燃不適物

都内23区の局収不燃不適物を高温溶融処理したもの、または減容処理したもので第4表の受入れ基準に適合したもの。

- ② 上水スラッジ、下水スラッジ

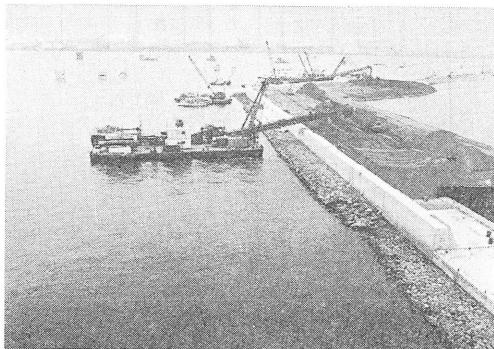


写真-3 埋立護岸建設

第4表 一般廃棄物の受入れ基準

1. 飛散、流出しないよう中間処理をしたもの。
2. 埋立地の外に悪臭が発散しないもの。
3. 焼却残灰は強熱減量15%以下のもの。
4. 局収不燃不適物は中間処理されたもので最大径60cm以下のもの。

上水スラッジは都内で発生する上水スラッジを脱水処理したもの。

下水スラッジは、都内23区の下水処理場で発生する汚泥焼却灰及びスラッジケーキをミキシングプラントで固化処理し、一定の判定基準に適合したもの。

オ) 用材の搬入及び運搬方法は第5表のとおりである。

(4) 建設残土の受入れ

東京都は、昭和56年度より羽田沖処理場へ建設残土の受入れを行っている。

残土の搬入については、埋立地が、現羽田空港の沖合であり、全く陸上から孤立していることから、陸上の受入基地から船による海上輸送及び海上に設置したベルトコンベアにより輸送せざるを得ない。これらの輸送費及び埋立地内における揚陸、搬送費等については持込者の負担とし、現在、普通土、コンクリート塊の場合、大型車5トン以上は1台につき8,000円、5トン未満の小型車は1台につき3,200円としている。

これらの事業は、サービス面で東京都の直営になじまないため、関東東京港サービス公社への委託事業とし

第5表 用材の搬入及び運搬方法

| 用材の種類 | 搬入及び運搬方法 |
|--------|-----------------------------------|
| 一般廃棄物 | ・揚陸施設に搬入しダンプトラックにて運搬 |
| 下水スラッジ | ・揚陸施設に搬入しダンプトラックにて運搬 |
| しゅんせつ土 | ・土運船により搬入 |
| 上水スラッジ | ・現羽田沖埋立地にある既設のベルトコンベアにより搬入 |
| 建設残土 | ・揚陸施設に搬入しダンプトラックにて運搬 |
| 埋立用土砂 | ・土運船により搬入 ・揚陸施設に搬入しダンプトラックにて運搬 |

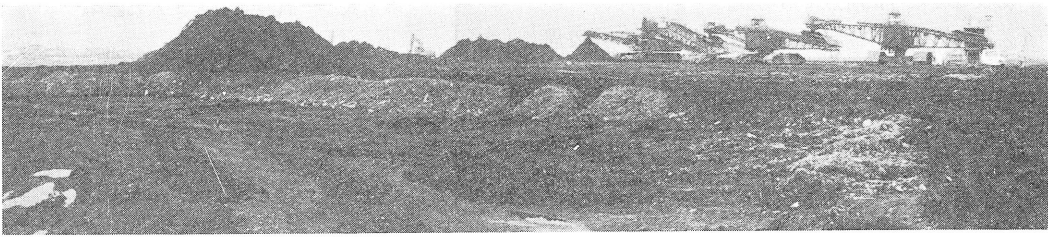
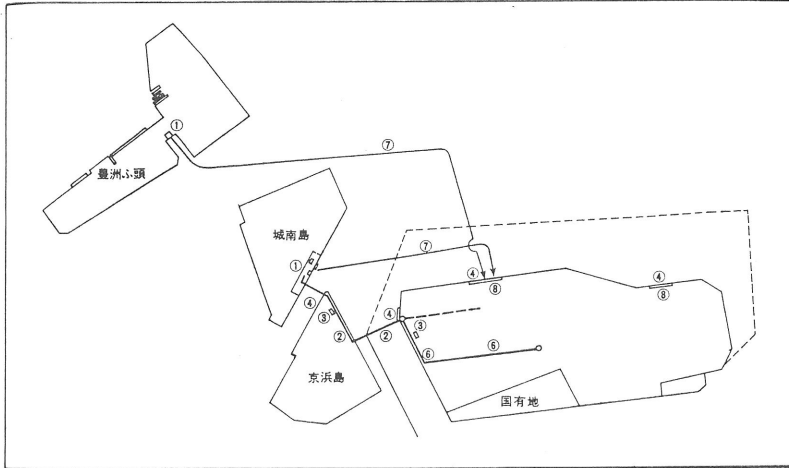
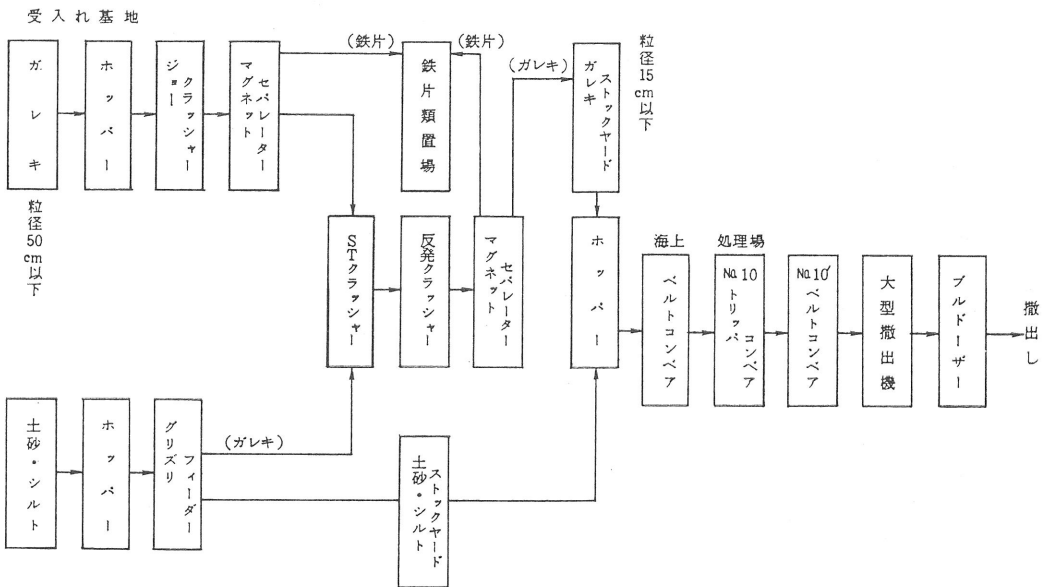


写真-4 建設残土まき出し



| 名 称 |
|---------------|
| ① 残土受入基地施設 |
| ② ベルトコンベヤー施設 |
| ③ 電気施設 |
| ④ けい留施設 |
| ⑤ その他の残土搬入路施設 |
| ⑥ ベルトコンベヤー施設 |
| ⑦ 土運船及び引船 |
| ⑧ 揚陸施設 |

第3図の1 位置図



第3図の2 ベルトコンベアシステム（城南島基地）輸送

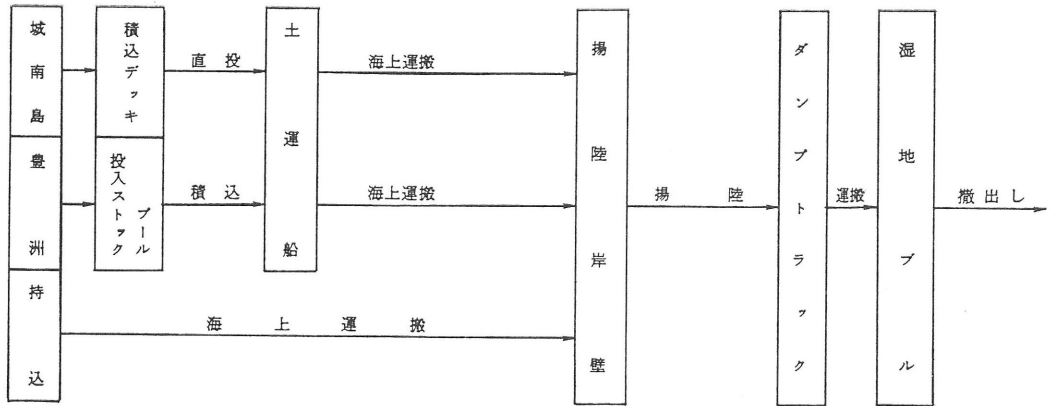
て実施している。

受入基地及びベルトコンベアによる輸送と船舶による輸送システムを第3図に示す。

(5) 環境保全のための措置

東京都環境影響評価条例による環境保全の措置とし

受入基地



第3図の3 船舶輸送システム

て次のことを行うこととしている。

ア) 大気汚染

埋立地内の工所用仮設道路については、建設残土等の搬入に伴い、粉じんが発生しやすいため、散水を行い飛散防止を図るものとする。

イ) 水質汚濁

・護岸工事中の濁りの防止措置

しゅんせつ工事に伴う濁りが周辺海域に及ぼす影響を少なくするため、グラブしゅんせつ船のグラブ周囲には汚濁拡散防止膜を設置する。

・廃棄物等の埋立処分に係る水質汚濁防止措置

- ① 埋立地に受入れる廃棄物等は、受入基準によって法的に無害なものまたは無害化したものに限定し、有害物質による水質汚濁を防止する。
- ② 焼却残灰等の一般廃棄物の埋立処分に当たっては、埋立処分区域内余水の周辺海域への浸出を防止するため、護岸背後に土砂等による裏埋めを行うとともに、防水シート等を設置して不透水層を形成する。

なお、より安全性を確保するため、埋立処分区域内の水位が常に外水位より高くないよう、内水位の調整を行う。

- ③ 焼却残灰等の一般廃棄物の埋立後は、埋立終了区域から逐次覆土を実施することにより雨水の表面流出及び蒸発を促進し雨水浸透量の減少を図る。また、雨水の浸透による地下水の貯留を避けるため、セメント処理、アスファルト処理等により覆土内に不透水層を形成し、その上部は排水施設を設け雨水を排水する。
- ④ しゅんせつ土及び埋立用土砂の受入れにあつ

ては、運搬船の出入口として最小限の開口部を除いて、周囲は外周護岸、中仕切によって締切った状態で海中投棄を行うとともに、開口部には汚濁防止膜を設置して、濁りの拡散防止を図る。また、埋立処分区域内余水については、必要に応じて濁りの余水処理装置を設置する。

・工事中的水質等監視

- ① 工事中的濁り等については、工事を施行する区域の境界において、定期的な監視測定を行う。
- ② 廃棄物等の埋立処分に伴う余水については、COD等の定期的な監視測定を行う。

・その他

作業船からの油、その他廃棄物の処理については「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」等関係法令に基づき厳正に対処するものとする。

ウ) 水生生物

外周護岸として前面に根固め張石工及び消波工の型式を採用し、在来のヘドロ層を良質の土砂でおきかえることにより、水生生物の生息環境の改善をはかる。

なお、事業区域周辺に比較的水深の浅い場所(浅場)を形成し、積極的に水生生物の生息しやすい環境をつくり、その回復につとめる。

浅場の形成による水生生物の生育環境の改善効果としては、海水浄化効果や水生生物の生息・発育場の確保等が挙げられ、浅場域のみならず周辺水域の生育環境の改善が期待される。

3. 羽田沖埋立事業の今後の計画

(1) 埋立造成の進捗状況

現在(63年3月末)の整備状況は、現埋立地の造成

が終了し、拡張部埋立地の①ブロックについては本年秋には完了する見込みである。今後は、②、⑤、③、④ブロックについて埋立をすすめて行くこととしている。

護岸については、現埋立地の全部と、拡張部埋立地の南側約2,255mが完成（全体の61%）し、着工している延長も含めると順調に進んでおり、昭和65年完了の目途が立ったと考えられる。

かつて、残土を搬入した当初の昭和56年、57年度においては、予定した残土の搬入が半分以下という状態で、一時計画の達成が危ぶまれたが、その後の建設残土の急増から、現在では、陸上交通に支障が出るほどの状態となり、受入量を制限せざるを得ない状態での対策に苦慮しているのが実情である。

（2）浅場の造成計画

・埋立が行われる羽田沖は、湾内でも豊かな魚介類の生育の場であった。

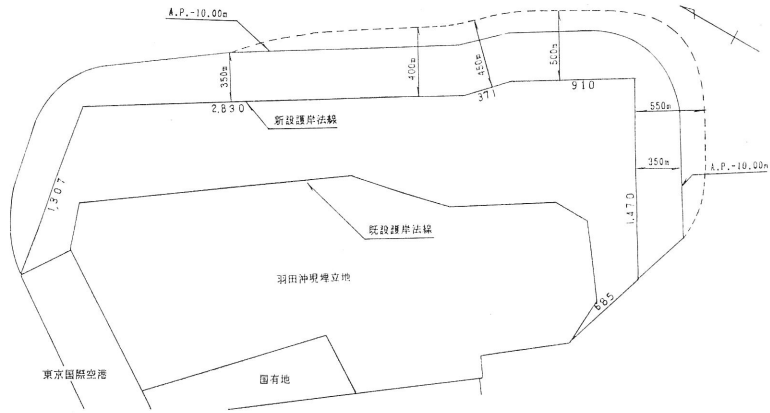
このため、羽田沖の環境保全の処置として、事業区域の前面に比較的水深の浅い場所（浅場）を形成し、積極的に水生生物が生育しやすい環境をつくりその回復につとめることとした。

また、浅場は、環境保全・回復の点からみると海水浄化機能としての役割も果たしているため、これを利用して羽田沖水域の水質改善を図るとともに、海釣り等都民のレクリエーションの場として活用していくことを考えている。

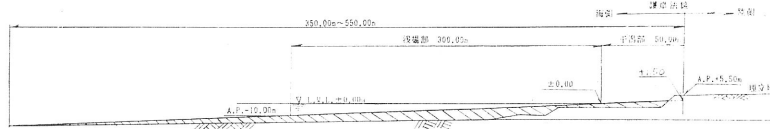
また、浅場に干潟を設けることにより、環境保全・回復の点からみると海水浄化機能としての役割も果たしている。

・このため関係者との調整の結果、次のような基本的な方針で浅場を整備することとした。

- ① 羽田沖拡張部埋立てに伴って陸化する浅場（A.P.-10.0m以浅）と同規模の浅場を埋立地前面に確保する。
- ② 浅場の範囲（面積約250ha）は、護岸法線より



第4図の1 羽田沖浅場・干潟計画図(平面図)



第4図の2 羽田沖浅場・干潟計画図(標準断面図)

350mとする。なお、法尻の最大出幅は550mとする。

- ③ 南東部隅切りは、護岸から約180mの範囲で、水深10mとする。
- ④ 護岸前面はできる限り干潟とし、南側より順次施工する。
- ⑤ 具体的事項は協議会を設け、そこで協議する。
- ⑥ 船舶航行安全対策について関係者と十分協議する。

4. おわりに

羽田沖埋立事業は、当初の港湾、河川のしゅんせつ土砂の処分場、そして、都市の廃棄物処理場として、大都市東京を裏から支えて来たと言える。現在は新たに、これまでの廃棄物処理場という一面と、空港展開用地の造成という一面をもち合わせている。この埋立事業の完成により、巨大都市東京の都市機能に様々な重要な役割を果たすものと期待されており、その一つは、将来の航空需要に応えることができる。二つは、廃棄物の処理及び建設残土等の受入れで都市生活環境改善の役割を果たす。三つは、航空機騒音が解消される。四つは、湾岸道路の整備による道路網が整備される。五つは、空港移転跡地が街づくりの核として利用できるなど、21世紀に向けて都市がかかえる諸問題の解決に羽田の埋立事業は大きく貢献するものと確信する。