



情報化
施 工
特 集

中部国際空港 セントレア建設における情報化施工の 取組み事例

菅 沼 史 典

平成 17 年 2 月開港予定の中部国際空港セントレアでは、用地造成段階より測量、ならびに出来形管理や品質管理において、さまざまな情報化施工管理技術を導入してきている。主な導入場面としては、

- ① 土砂の投入管理
- ② 埋立て造成高均し管理
- ③ 造成段階で実施した路体・路床構築の締固め管理
- ④ 浚渫土砂のセメント改良における品質管理
- ⑤ 発注者・施工者間の請負工事契約上のオンライン電子決済システムの構築

などがある。こうした情報化の実現により、限られた工期の中の輻輳する現場で、さまざまな施工の効率化の取組みが円滑に遂行できた。

キーワード：空港土木、埋立て、情報化施工、GPS、締固め、管中混合固化処理工法、電子決済

1. はじめに

平成 17 年 2 月 17 日開港予定の中部国際空港セント

レアの建設事業は、主要な空港土木施設が概成し、6 月より実機による試験が開始されている。当空港の建設は 2000 年 8 月の護岸工事着工から四年半の限られた工期での開港を実現するため、埋立て造成段階より



写真一1 セントレアの建設状況（2004年6月）；セントレア（CENTRAIR）は中部を表す Central と空港や航空を表す Air の合成語

事業効率化の努力を続けてきているが、関係者の多大なご支援、ご協力もあってここまでほぼ順調に整備が進められている。

本報文ではこれまでもすでに各所で報告されている内容も含めて¹⁾、中部国際空港株式会社、あるいは施工JV等の事業実施における情報化施工の取組み事例を紹介する。このため、内容が重複する点をご容赦いただきたい。

2. 埋立て造成管理の情報化施工

埋立て造成段階での情報化施工の取組みについては、佐藤ら²⁾が詳しく述べているので参照されたい。

用地造成では埋立て免許上、図-1のように工区分割され、ターミナル地区や滑走路など、上物工事が長期に及ぶ工区を早期に竣功させて上物工事に引継ぐことで全体工期の圧縮を図った。

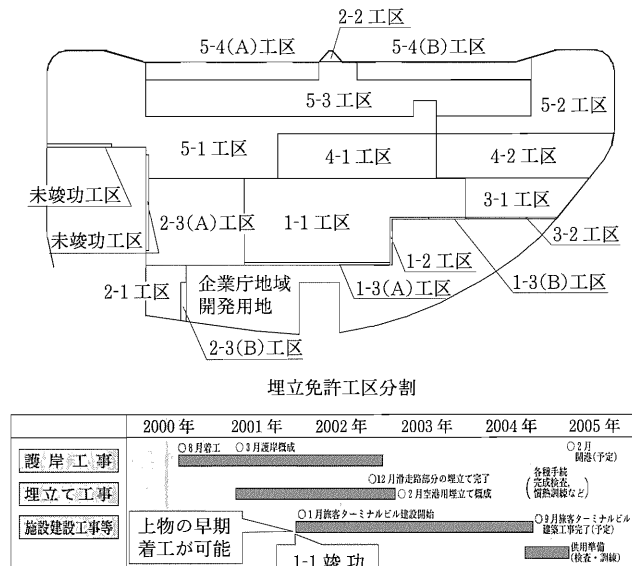


図-1 部分竣功による効率化

例えば、1-1工区を護岸着工から最も早く竣功させ、工期を要する旅客ターミナルビルの建設に着手した。同ビルの竣功は本年9月末の予定である。

こうした部分竣功方式を円滑に推進するための技術的裏づけとして、必要な揚土場所への土運船の的確な誘導や揚土土砂の横持ち、敷均し管理等の効率化が求められ、導入された情報化施工システムのポイントもそのあたりに置かれていた。

さらに、滑走路、誘導路等の舗装部分に該当する工区では造成工事の中で路体・路床構築を一体的に実施することとし、舗装構造としての必要な締固め密度を得るための施工管理においても情報化技術が導入された。

(1) 土運船による直接投入から間接揚土まで

図-2に示すように、施工海域は最大水深でも、10m程度しかなく、土運船による土砂の直接投入では、土砂の積込み量と潮時間帯に応じた施工水深の確認が最優先された。

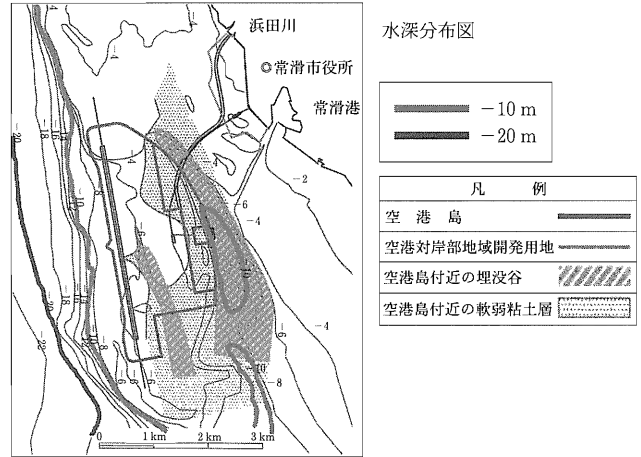


図-2 空港島周辺地形

安全な施工水深の確保のため、実際には直接投入は各区域とも、概ねただ1回ずつに制約されたため、前回投入場所と重複しないように一船ごとの精度の高い投入位置決めが要求されることとなり、このためGPSによる誘導システムが極めて有効に機能した。

引続き、直接投入から+2.7mまでの埋立て、ならびに直接投入できない浅い区域の埋立ては揚土船による直接揚土を実施した(図-3)。この段階ではさらに施工海面が狭まり、狭隘な海域に土運船と揚土船が存置作業する事となるため、さらに入念な施工管理が求められた。GPSは揚土船スプレッド先端にも取付けられており、投入ポイントにおけるリアルタイムでの揚土履歴の確認が可能となっている。この後、GPS敷均しシステムを搭載した32t級ブルドーザにより揚土土砂を計画高の+2.7mで整地した。

場内水面が狭隘になる埋立て工程の最終段階では、揚土船は護岸外に存置され、所定の仮置きヤードに揚土された土砂は46t級重量ダンプトラックに積込んで横持ちしてからGPS搭載ブルドーザにより敷均す。

基本的には以上のような揚土工程により+2.7mまでの造成を進めるが、滑走路や誘導路部分については、完了した部分から引続き(2)節に述べる舗装路体・路床の構築に移った。

(2) 用地造成段階での路体・路床一体構築

全体工期の短縮を図るため、滑走路・誘導路部分については、埋立て造成段階で舗装構造としての路床部

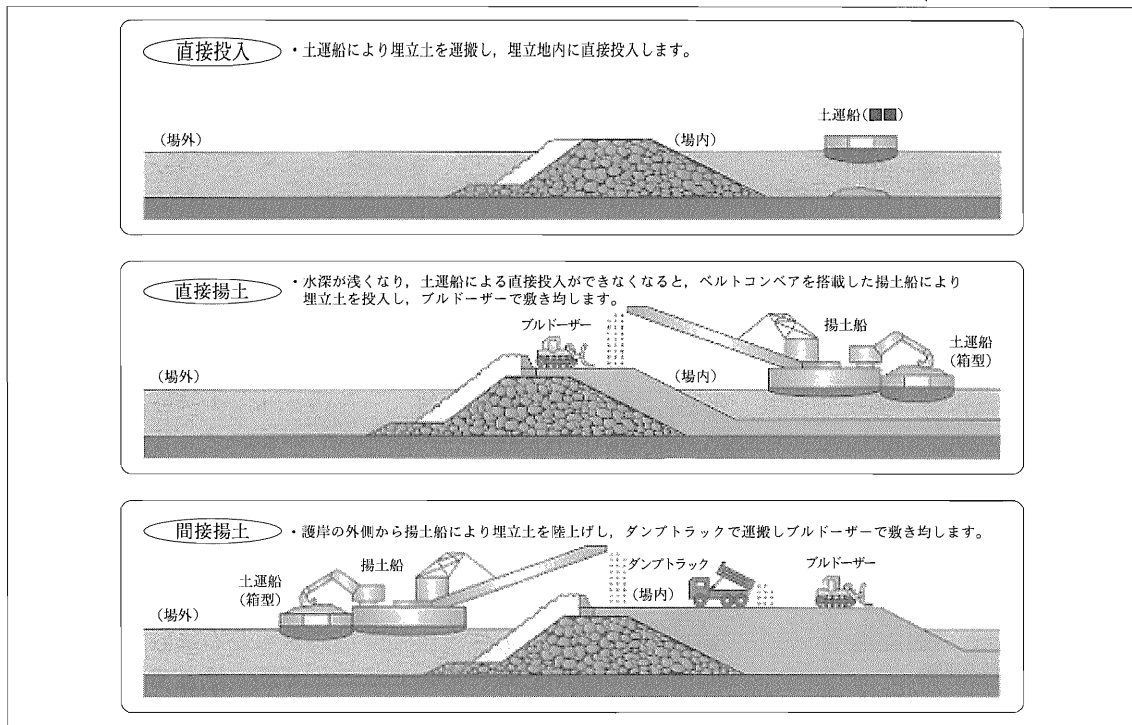


図-3 埋立て方式模式図

施工の工夫による効率化とコスト縮減…その2
50 cm 薄層撒出し転圧による用地造成時の路床の一体構築

路床転圧サイクル



⑤ 約 50 cm に土砂撒出し敷均し

⑥ 敷均し後の締固め



⑦ 締固め後の密度試験

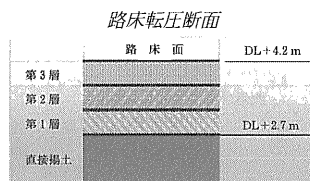


図-4 路床路床の一体構築

分までの所定の品質が得られるよう、+2.7 m 以上について、路床材料を数十 cm の薄層で撒出し転圧を繰返す施工法を採用した (図-4)。

造成が終了してから路床構築を行う場合に比べて一次掘削作業が軽減できるなどの利点があるが、施工全体の効率化のためには、転圧回数が増加する場合の品質管理や施工管理上の工夫を図る必要がある。

そこで、所定の締固め密度等を得るための撒出し層厚や転圧回数をあらかじめ試験工事で確認しておき、本工事は試験工事で確認した仕様を目標に実施するこ

とで、品質管理を含めた施工全体の効率化をねらったが、課題としては、試験工事で得られた目標となる撒出し層厚と転圧回数を確保しつつ、広大な本工事全体でいかに均一な施工を効率的に実現できるかである。

今回の施工では、締固めの際に GPS を搭載した 18 t 振動ローラ (起震機 30 t) を導入し、転圧面の走行記録から転圧回数を効率的に管理することが可能となった。

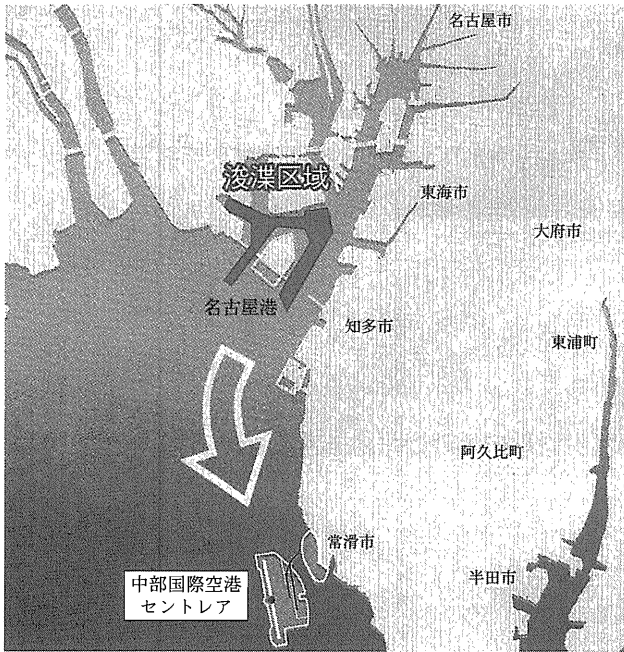
なお、路床構築に用いる材料は基本的に埋立て材と同じものであるが、埋立て材のうち比較的粒度分布が適切なものをあらかじめ取分けて転圧に使用している。

3. 管中混合固化処理工法の情報化施工技術

2000 年 8 月の護岸工事着工後、限られた期間での用地造成を実現するためには、ある程度以上の山土の確保はコスト面等から困難であったことや、環境配慮等の観点も考慮し、埋立て用材の一部として名古屋港の航路浚渫土砂約 1,000 万 m³ の活用を図ることとなった (図-5)。

港湾整備においても航路等より発生する多量の浚渫土砂の処分は、環境保全面からの処分場の確保や処分費が課題となっており、双方にメリットのある連携事業として推進された。

用地造成にひきつづき滑走路等の上物工事に着手しなければならぬ区域については、埋立て後の地盤改



名古屋港からの浚渫土砂の運搬
全埋立て土量 5,200 万 m³ のうち、浚渫土砂 1,000 万 m³ を使用

図-5 名古屋港の浚渫土砂

良工法では全体工程が厳しいため、このような区域については、セメント系事前混合固化処理工法の一つである管中混合固化処理工法を空港整備事業としては初めて採用することとした。

本工法（図-6）は、旧運輸省第五港湾建設局他が中心となり開発したもので、グラブ船等で浚渫した土砂を空気圧送船で揚土圧送する際に固化材を添加し、圧送管内で発生するプラグ流による乱流効果を利用して浚渫土と固化材を攪拌混合する技術である。本工法の特徴としては、

- ・圧送時に混練りも行うために固化処理設備が簡略化できること、
- ・大型空気圧送船を用いること、

などで大規模急速施工が可能となることが挙げられる（図-7）。

ただし、これだけの規模の浚渫土砂では、浚渫区域

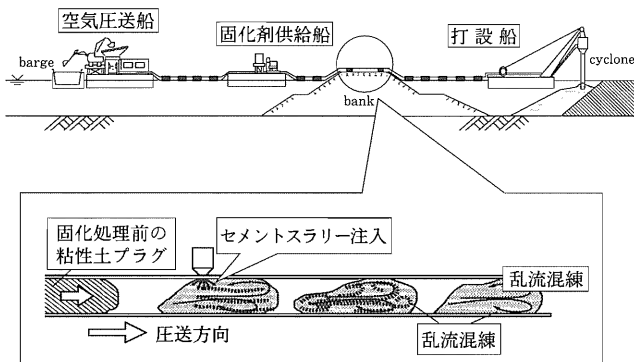


図-6 管中混合固化処理工法

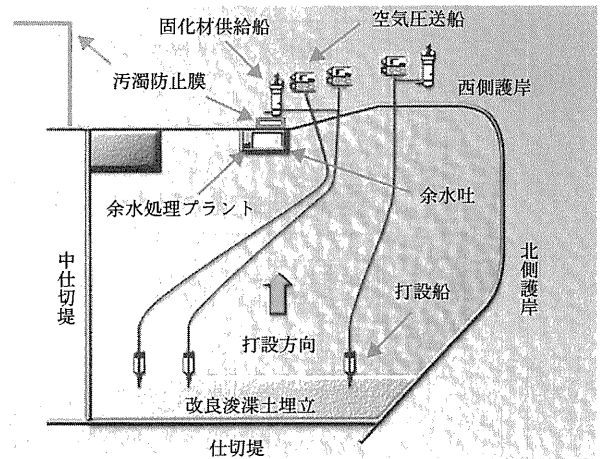


図-7 固化処理船団等展開状況

に応じて土砂性状が大きく変化し、特に砂分の含有量により改良強度が大きく左右されるため、源泥の品質に応じたセメントスラリー添加量の制御が不可欠である。また、施工性の観点からも源泥の含水比に応じて海水の添加量を調整し、圧送抵抗を軽減して一定の施工能率を確保する必要がある、これら一連の調整をシステム化する試みを行った。制御のイメージを図-8に示す。

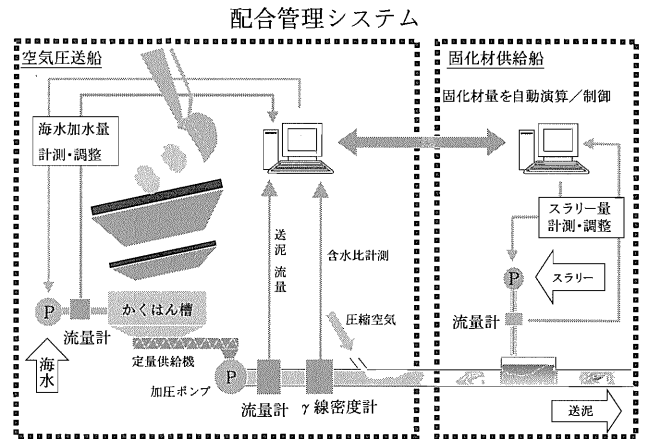


図-8 固化処理の配合管理

具体的には、まず、土運船船倉内で事前の解泥・攪拌を十分に行ったうえで、空気圧送船に浚渫土砂を投入する。圧送能率の確保のため、所定の目標スランプとなるよう海水を注入した後送泥されるが、この際に送泥流量、含水比（送泥密度）が経時的に測定され、測定結果に基づいて、目標強度に対応した水セメント比が得られるように固化材供給船からのセメントスラリー添加量が自動的にコントロールされる。

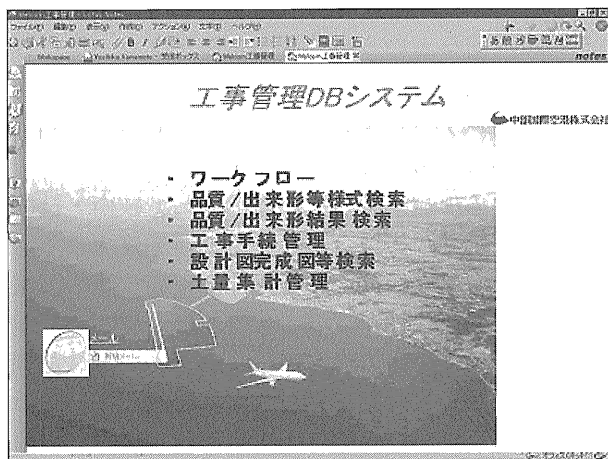
源泥の性状の他にも、送泥距離に応じたスランプ低下量の変化などの変動要素があり、これらの情報処理

と機器制御をすべてパソコンを軸とした処理システムで自動処理している。

4. 請負工事での情報化施工管理の取組み

施工管理システムは、原則的には、空港会社の担当者と受注JV（特記仕様書でシステム利用を義務づけられた施工JV）が、主として埋立て造成工事の施工計画やワークフローを管理するためのシステムとして開発されたもので、工程計画/進捗・出来高管理データベースと工事管理データベースから構成されている。

前者の工程計画/進捗・出来高管理データベースは、発注側から提示される基本工程、数量、資機材条件等の施工計画条件をもとに受注者が提示するバーチャート、資機材山積み図、進捗管理図などを登録するとともに、施工期間中の実績値を日報等の形式で順次登録、参照、管理することができるものである。特に、多数の工区に分かれた工事計画・実績情報の共有化を図り、空港島工事全体の工程管理業務を支援することを目標としたシステムである。



※ ワークフロー文書の一覧

協議書	承諾書	業務確認書	承諾書	報告書	履行状況報告書
材料検査願	立会願	施工状況検査願	工事材料検査書	工事写真	品質管理
出来形管理	施工計画書	寄託物品要求書	貸与物件要求書	至急材料要求書	寄託物品受領書
貸与物件受領書	至急材料受領書	設計図	工事完成図	指示書	立会検査書

図-9 工事管理データベースシステム

他方、工事管理データベースは以下のデータベースで構成されている（図-9）。

- ① ワークフロー DB（ワークフロー、工事手続管理）
- ② 様式集 DB（品質/出来形等様式検索）
- ③ 承認済 DB（品質/出来形結果検索）
- ④ 技術情報 DB（設計図完成図等検索）
- ⑤ 土量集計 DB（土量集計管理）

施工過程で発生する、品質や出来形に関する承諾にかかる管理帳票等の多数の書類のやりとり（図-9に例示）を電子決済として処理することができる。その結果、埋立て土量の土源、土質、運搬船ごなどの煩雑な集計作業など特定工種の管理作業の効率化、周知事項の迅速な伝達などのオプション機能とともに、業務の効率化、情報の共有化に資するものとなっている。

5. おわりに

これまで述べてきたように、中部国際空港セントレアの土木工事に関しては、護岸着工から用地造成までを中心として施工管理の数々の場面で情報化技術が取り入れられてきた。発注者である空港会社もさることながら、特に施工JVを中心とした企業自らの積極的な改善への取組みがなければ、こうした情報化技術の発展はあり得ないものであり、中部国際空港セントレアの建設に携わってこられた施工者各位にあらためて御礼申し上げますとともに、引き続き開港に向けたご協力、ご支援をお願い申し上げます次第である。 JCM/A

《参考文献》

- 1) 菅沼史典：中部国際空港セントレアの建設，土木学会誌，pp.12-14，2003.12.
- 2) 佐藤恒夫・栗原洋文・岡本己勝・宇佐美憲治：中部国際空港の建設におけるIT統合情報化施工，建設の機械化，No.618，pp.3-11，2001.8.

【筆者紹介】

菅沼 史典（すがぬま ふみのり）
 中部国際空港株式会社
 建設部
 技術室長
 （現在、国土交通省四国地方整備局高知港湾・空港整備事務所長）

