

羽田空港国際線エプロンの大規模コンクリート舗装の施工

千葉県土木施工管理技士会
大成ロテック株式会社

監理技術者
柳 下 剛[○]
Go Yagishita

課長代理
谷 垣 徹
Tooru Tanigaki

担当技術者
野 田 喬 宏
Takahiro Noda

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：東京国際空港国際線地区エプロン等整備等事業
- (2) 発 注 者：関東地方整備局
- (3) 事 業 者：羽田空港国際線エプロンPFI株式会社
- (4) 設計施工企業：大成・鹿島・五洋・東亜・鹿島道路・大成ロテック異工種建設共同企業体
- (5) 工事場所：東京都大田区羽田空港2丁目
- (6) 工 期：2007年3月～2010年7月

東京国際空港国際線地区エプロン等整備等事業は、発着能力が増強された羽田空港の国際線航空需要への対応を目的とし、国際線エプロンを中心とする基本施設、航空保安施設、および構内道路等の整備・維持管理を行うもので、わが国初の大規模土木PFI事業として実施された。この事業の中で最も重要な施設の1つである航空機の駐機エリアのエプロン舗装は、総面積35万 m^2 、厚さ47cm（一部46cm）の無筋コンクリート舗装（以下、NC舗装と呼ぶ）を採用した。

本文は、南側エプロンの約半分に、我が国において初めての本格的な施工となる型枠とスリップ

フォームペーバを併用したNC舗装について取りまとめたものである。国際線エプロン地区の全景と、当該工法の施工エリアを図-1に示す。

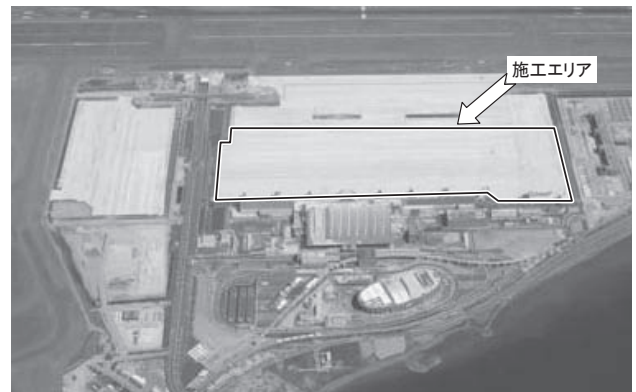


図-1 国際線地区全景と施工エリア

2. 工法の選定

本工事のNC舗装は、施工面積17.5万 m^2 （ $t=47\text{cm}$ 、コンクリート打設量83,000 m^3 ）の範囲を9ヶ月の短期間で完成させるもので、事前に施工方法の検討を行った。

NC舗装の施工方法は、鋼製型枠上のレールを走行する「セットフォーム工法」と、鋼製型枠を使用せずノンレールで施工可能な「スリップフォーム工法」（以下、SF工法と呼ぶ）に大別できる。また、SF工法は通常型枠を用いない工法であるが、フレッシュコンクリートの性状が多少変化すると舗装端部に肩ダレが発生することがある。

これを防止することを目的として型枠を設置し、スリップフォームペーパーを用いて施工する工法（以下、型枠式SF工法と呼ぶ）もある。これらの3工法について比較検討を行った。表-1に当該工事における各施工方法での施工日数と特徴について比較した結果を示す。

表-1 各施工方法の比較

総打設量83,000m ³ あたりの試算		セットフォーム工法	SF工法	型枠式SF工法
機械施工の日打設量	m ³ /日	550	1200	720
同施工日数	日	149	65	110
稼働率55%時の施工暦日	日	289(9ヶ月)○	209(7ヶ月)◎	273(9ヶ月)○
仮設プラント供給能力	m ³ /h以上	90(○)	200(△)	120(○)
端部仕上げ精度の確実性		○	△	○
施工の安全性		○	◎	◎
総合判定		○	△	◎

セットフォーム工法は、約9ヶ月の施工日数となり、工期内に施工を完了することが可能と判断された。

次に、SF工法の施工日数は、約7ヶ月と試算されたが、必要なプラント能力が大きくなりすぎ、施工効率の面から、十分なパフォーマンスを発揮できないと判断された。

一方、型枠式SF工法は、本来のSF工法と比べ、型枠設置・撤去が発生するため、施工期間が長くなるものの、9ヶ月の工期は守ることができる。また、型枠式SF工法は、安全面でもワンパスで施工が可能であり、セットフォーム工法で懸念されるルールと施工機械との挟まれ事故等の労働災害のリスクが小さくなると判断された。

以上の結果と、「端部仕上げの確実性」および「安全性向上」の観点から型枠を設置して施工を行う型枠式SF工法を採用することとした。

3. 施工における課題

型枠式SF工法を現場で実施するにあたって、次のような点が課題となった。

(1) コンクリート

コンクリート舗装の施工においてはコンクリートの安定供給が重要である。さらに、型枠式SF工法では連続打設が必須であり、1日当たり720

m³（6時間の打設）の出荷量を満足するには、120 m³/hの施工能力を満たす大型生コンクリート工場の確保が必要であった。また、コンクリートの品質確保のためには、運搬距離を短くして運搬時間を短縮することも必要であった。さらには、粗骨材および細骨材の安定した納入についても配慮が必要であった。

(2) 施工機械の組合せ

当該施工範囲は、新設旅客ターミナルビルに隣接する駐機スポットにあたるため、燃料ピットや雨水桝をNC舗装内に構築する計画がされていた。そのため、機械走路や材料供給に必要なスペースの確保、ならびにコンクリートの仕上げに必要なスペースの確保が重要であり、機械の組合せ（役割・能力・サイズ）が課題となった。

(3) 縦方向目地

型枠式SF工法は、ルール方式と異なり打設中に縦方向目地に負荷がかかるため、スリップバーを所定の位置に維持するのが難しい。このため縦方向目地は、穿孔方式にする必要があり、空港エプロンでの施工実績が少なく、詳細な施工方法が課題となった。

(4) 型枠の構造

一般的な道路で用いられるコンクリート舗装版の厚さは最大30cm程度であり、コンクリート版厚47cmの鋼製型枠は特注品となる。このため、施工性が良好でコンクリート端部の鉛直性が確保できる鋼製型枠を作製する必要があった。



図-2 仮設プラント全景

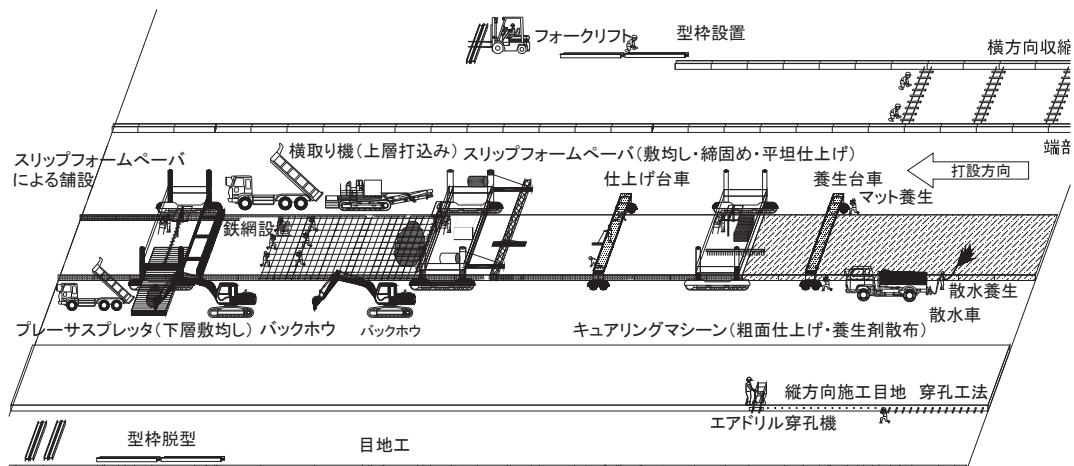


図-3 施工機械の組み合わせと施工の流れ

4. 対応策と適用結果

(1) コンクリート

コンクリートの連続打設、大量出荷、運搬時間の短縮のために事業範囲内に大型仮設プラントを建設することとした。このプラントは、隣接工区にも同時出荷することを可能とするために、 3 m^3 /バッチのミキサを2連有する機種を選定した。ミキサ1基当たりの公称能力は $120\text{ m}^3/\text{h}$ で、1日の計画打設量 720 m^3 を満足するものである。仮設プラントの全景を図-2に示す。

(2) 施工機械の組合せ

施工機械の組み合わせは、現地の状況、各機械の特性や供給能力等を考慮し、可能な限り機械編成を短くするように設定した。図-3に機械の組み合わせと施工の流れを示す。

メッシュカートや上層コンクリートの供給にプレーサスプレッタの使用も検討したが、機械編成が長くなり、障害物の回避や仕上げの遅れが懸念されることから使用を断念し、上層コンクリートの敷均しは横取り機とスリップフォームペーパー(GHP2800)のみで行った。

このような施工機械の編成の結果、ライフライン等のピットの障害を回避してNC舗装を効率的に施工することができた。ただし、スリップフォームペーパーへの負担が大きく、機械故障等の危険因子が増える傾向にあった。

今後、同様な工事において(幅員が7.5m以上と広く、舗装厚が厚い場合)は、上層コンクリートの敷均しにもプレーサスプレッタを使用するほうが、より効率的な施工が可能となると考えている。

(3) 縦方向目地

通常の縦方向目地は、オス・メスのネジ式突合せ方式(図-4)となっている。型枠式SF工法では、縦方向目地の金物が移動することが懸念されるため、コンクリート硬化後のコンクリート版側面を穿孔し、バーを挿入固定する方法(図-5)を採用することとした。この方法を採用することで縦方向目地のチェアーも不要となった。使用するスリップバーは、 $\phi 42 \times L800$ (mm)と太く、人力による穿孔では施工精度・施工能力が満足しないため、米国Minnichi社製の2穴型穿孔機(A-2C)を導入した。2穴型穿孔機の概略図を図-6に示す。

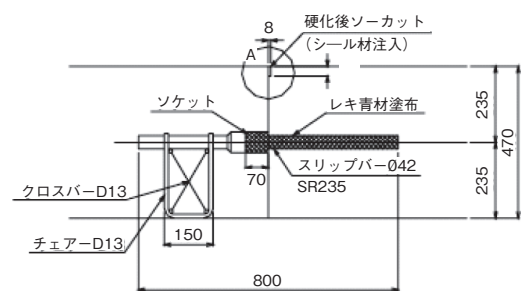


図-4 従来型ねじ式突合せ方式

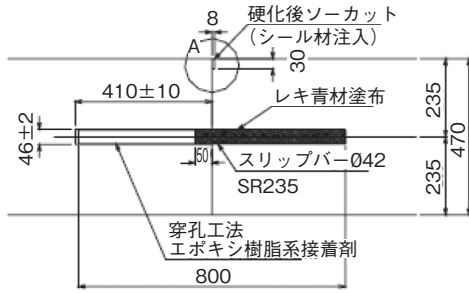


図-5 穿孔挿入固定方式

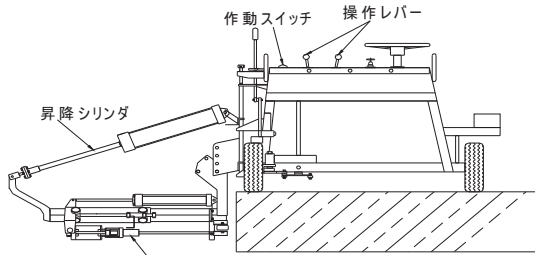


図-6 2穴型穿孔機 (A-2C)

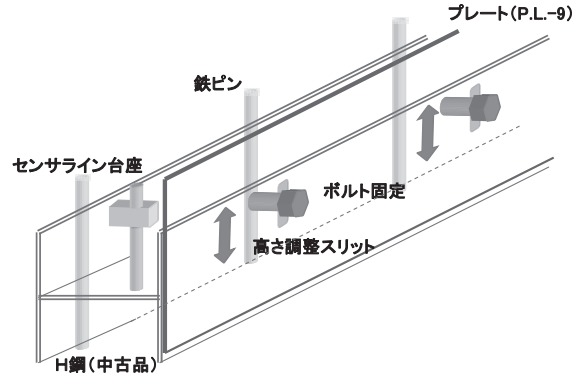


図-7 鋼製型枠の参考図

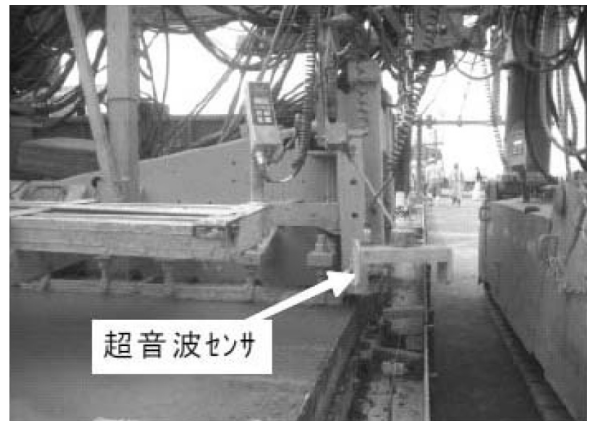


図-8 型枠設置とセンサ運用状況

穿孔挿入固定方式による施工方法は、コンクリート曲げ強度が $2.5\text{N}/\text{mm}^2$ 以上（本工事では2日後）に達した時点で、穴の水平方向位置と深さをセットし、ピッチに合わせてコンクリート版上を移動しながら穴をあけていく。その後、穿孔穴を清掃し、スリッパを挿入しエポキシ系樹脂ボンドで固定する。

今回採用した2穴型穿孔機は、1回の設置で2本同時に穿孔を行うことができる機種である。穿孔機のサイクルタイムは3分程度で、1日当たり240本の穿孔能力を発揮できた。

(4) 型枠の構造

鋼製型枠は、H鋼（H300×300）を母材として、鋼製プレート（P.L-9mm）を高さ調整ボルトで固定できる構造とした。これらは、一般的な鋼材であり調達容易である。また、この鋼製型枠は、転用が可能で、さらに不具合が生じた場合も速やかな対応が容易であった。

型枠の固定は、鉄ピン（ $\phi 22\text{--}25\text{mm}$ 、 $L=600\text{mm}$ ）を1.0m間隔で実施した。

鋼製型枠の参考図を図-7に示す。

なお、施工機械の制御は、型枠に設置したセンサラインと超音波センサにより行った。型枠の設置状況と超音波センサの運用状況を図-8に示す。

(5) 施工結果

NC舗装のコンクリート打設は、平成20年9月24日～平成21年6月3日（暦日253日間）で完了することができた。実施進捗率を図-9に示す。

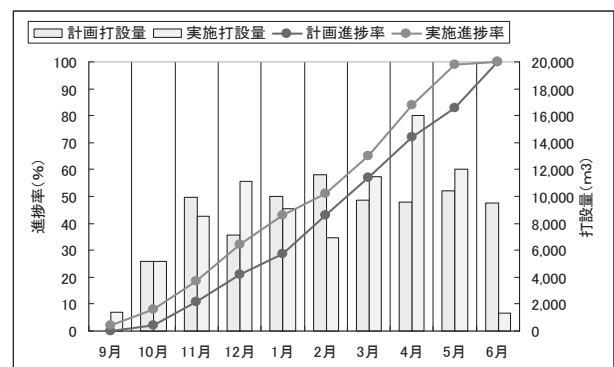


図-9 コンクリート実施打設量と進捗状況図

型枠式SF工法による日当たりの平均打設量は約 770m^3 、最大打設量は約 $1,200\text{m}^3$ 、実働施工日数は99日、暦日に対する稼働率は約57%という結果であった。

5. あとがき

型枠式 SF 工法の選定理由である「端部仕上げの確実性」については、肩ダレもなく良好な結果が得られ、「安全性向上」についても同期間を無事故で完了することが出来た。また、全工程を約 8 ヶ月（暦日 253 日）で無事に施工完了し、当初計画の 9 ヶ月という舗設期間に対して約 1 ヶ月工程を短縮することが出来た。

施工計画の段階で、現場条件を十分把握し、型枠とスリップフォームペーパーを併用する工法を採用したことにより、効率的、且つ、安全に NC 舗装を施工することが出来た。目的物の構築に際し、工事・機械・技術各担当者の一丸となった連携と工夫が重要であると実感させられた工事であった。

最後に、当該工事に協力していただいた関係諸兄に感謝すると共に、本文が同種の工事の参考になれば幸いである。