

# (85) 羽田エプロンPC舗装リフトアップ試験工事

運輸省第二港湾建設局 東京空港工事事務所 朝倉 光夫  
 同 上 篠原 史朗  
 ビー・エス・コンクリート株式会社 犬飼 晴雄  
 同 上 ○塚田 悟

## 1. はじめに

現在、東京国際空港（羽田空港）は、空と陸における輸送力の確保、航空機騒音問題の解消、廃棄物処分場跡地の有効利用のため、第Ⅰ～Ⅲ期の3段階（図-1）に分け、空港施設等の沖合展開が進められており、現在Ⅱ期工事の段階である。

本事業は早期供用の必要上、海上に埋め立て造成されて間もない軟弱地盤上に、工期の短縮を図りながら地盤改良を行い、施設の建設を行う必要がある。このため建設後、沈下・不同沈下が予想され、エプロン舗装においてもその対応が大きな技術的課題となっている。

一方、これらの解決策として運輸省港湾技術研究所により、PC舗装のリフトアップ工法が開発された（文献2、3）。このため今回Ⅱ期工事地区内で、実規模のPC舗装を用い試験的に不同沈下させて、この工法の技術的信頼性と施工性等を確認する目的でリフトアップ試験工事を行った。

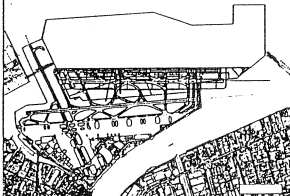
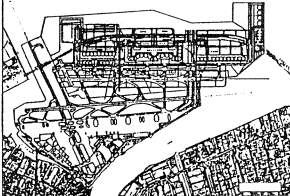
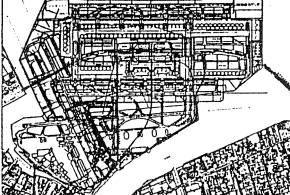
東京国際空港沖合展開基本計画	目 的	主要工事の内容	工 期	完了時の空港規模
	急増する輸送需要に当面の対応を図るため、新A滑走路の新設工事を行う。	地盤改良 (バーバードレーン約9,000km) 新A滑走路(3,000m×60m) 誘導路(8,260m×30m) 進入灯橋梁(826m) 公益共同溝(580m) 照明共同溝(1,400m) 排水溝(16,400m) アクセス道路(480m)	昭和59年度 ? 昭和62年度	面積 586ha 滑走路処理能力 約18万回/年
	ターミナルビル等の空港利便施設の建設やアクセス交通施設の整備を行い、旅客輸送サービスの向上を図る。	地盤改良(240ha) 共同溝(5km)-排水溝(19km) 橋内道路-アクセス道路(19km) 湾岸道路橋断続(2橋) エプロン舗装(100ha) 立体駐車場(2棟) 管理施設(3棟) 西側ターミナルビル(1棟) 格納庫(5棟) 試運転工場(3棟) 貨物施設(5棟) 供給処理施設(2棟)	昭和62年度 ? 平成4年度	面積 約900ha 滑走路処理能力 約18万回/年
	新B、新C滑走路を新設し、滑走路処理能力の大幅な向上と、滑走路の沖合移転により、騒音問題の解消を図る。	地盤改良(360ha) 新B滑走路(2,500m×60m) 新C滑走路(3,000m×60m) 誘導路(15,000m×30m) エプロン舗装(140ha) 共同溝(3km)-排水溝(46km) アクセス道路(1km) 東側ターミナルビル(1棟) 貨物施設(5棟) 格納庫(4棟) 給油施設(タンク8基)	平成2年度 ? 平成7年度	面積 約1,100ha 滑走路処理能力 約23万回/年

図-1 ステージプラン（段階整備計画）

## 2. PC舗装（ナイトステイエブロン）の概要

試験は夜間駐機場であるエブロン部のPC舗装を用いて行った（図-2）。

試験舗装版は、空港舗装のⅢ種設計法に基ずき（文献1）版厚、プレストレス量等が決定され（表-1）、平成元年8月に建設した。

またプレストレス量の違いがリフトアップ時の舗装版に与える影響を調査するため、その量を2種類とし、B区域（3レーン：1レーン=7.5×100m）にⅢ種設計法のプレストレス量を与え、A区域（4レーン）はそれより若干多くし、それぞれ横締めケーブルで一体化した。

舗装版は試験のため施工後約半年間、自然圧密沈下させ（20～50cm）、更に端部約30m区間を最大15cm、プレロード（約6t/m<sup>2</sup>）で強制不同沈下させた。

### 3 リフトアップ準備工

リフトアップ工事は、制御・管理された42台の専用油圧ジャッキを用い、大小の規模で不同沈下したPC舗装版を安全・迅速に持ち上げて修復するものである。

区 域		A区域	B区域		
形 状	長 さ	100.0m			
	幅	487.5=30.0m	387.5=22.5m	施工中7.5m	
	スラブ厚	18.0cm			
設 計	輪 荷 重	20,600kg		ESWL	
	路盤支持力(K <sub>75</sub> )	7.0 kg/cm <sup>2</sup>			
条 件	コンクリートの基礎圧縮強度	$\sigma_{ca} = 350 \text{ kg/cm}^2$		曲げ $\sigma_{ct} = 50 \text{ kg/cm}^2$	
	PC鋼材	種類	$\phi 17.8$ PC鋼より線		SWPR7B
		強度	160/190 kg/cm <sup>2</sup>		降伏点応力/破断強度
	プレストの設計法	Ⅲ種+ $\alpha$	Ⅲ種PC		
PCケーブルの配置間隔	縦方向	250mm	300mm	上縁より d=138mm	
	横方向	350mm	400mm	上縁より d=106mm	
有効プレストレス	縦方向	46.0kg/cm <sup>2</sup>	39.0kg/cm <sup>2</sup>	中央断面	
	横方向	38.5kg/cm <sup>2</sup>	34.5kg/cm <sup>2</sup>		
スラブの応力度	輪荷重作用時		$\Delta \sigma_p$	$\sigma_c$	単位: kg/cm <sup>2</sup>
		縦方向	—	420	106
	横方向	—	168	105	
	輪荷重+温度応力	縦方向	—	416	131
横方向	—	442	151		

表-1 エブロン試験PC舗装設計諸元

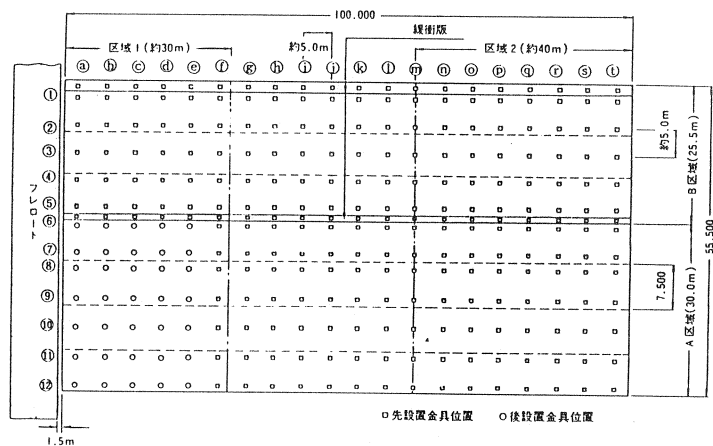


図-2 試験ヤード平面図

本工法は、ジャッキをP C舗装版に取り付ける金具の埋設方法に関して、P C舗装の施工時に設置する方式（先設置方式）と、施工後に設置する後設置方式がある。

前者はP C舗装の施工時に施工後の沈下が予測される場合に、後者は予測が出来ずに施工後沈下が生じた場合に適用する。

今回は沈下が予測されたので、先設置方式（245ヶ所）を主としたが、既設のP C舗装版に沈下が生じた場合を想定し、試験的に35ヶ所を後設置方式とした。

後設置金具は以下の方法により取り付けられた。

まずコアボーリングマシンで、舗装版、及びセメント安定処理路盤（一軸圧縮強度20kgf/cm<sup>2</sup>）を削孔（径170mm、深さ590mm）し、後述する路盤掘削機による掘削土を一時貯留する空間（径約100mm、深さ約910mm）を、その下に簡易オーガーで掘削した。

次に専用路盤掘削機で、反力盤を設置するための空間を掘削、この掘削土は、前述の一時貯留空間に仮置き、一杯になった時、吸引排出した。空間を掘削後、リフトアップ金具を設置、反力盤の鉄筋を組み、コンクリートを打設した（図-3）。

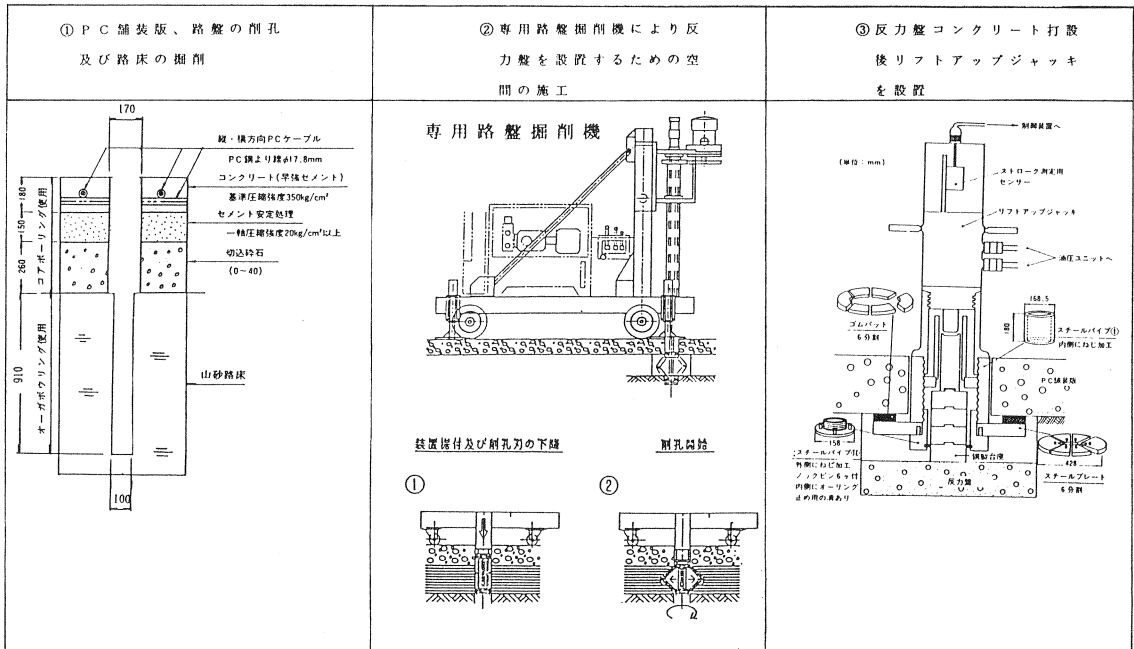


図-3 後設置金具設置手順

本工法でのリフトアップ量の管理は、主としてジャッキのシリンダーの伸び量で行われる。従ってリフトアップ点の路盤の塑性沈下を除去し、また弾性沈下量を事前に把握しておくため、プレロード試験を行った。その結果塑性沈下は除去され、弾性沈下量は載荷荷重20tfの時、平均3mmであった。

#### 4. リフトアップ試験

以下の3ケースの試験を行った。

ケース1は比較的小区域の不同沈下を想定し、区域1（図-2 盛り土側端部、約30m区間）を、所定の縦・横断勾配（図-4、5）にリフトアップした。

このリフトアップは、計画高（最大リフトアップ量：150mm）に対し、繰り返しリフトアップが可能であることを確認するため、3回に分けて行った。そしてその都度、舗装版と路盤の空隙に流動性がよく、ブリージングの少ないグラウト（W/C 46%、特殊セメント 1 278kg/m<sup>3</sup> 表-2）を充填した。

グラウトは、可搬式プラント（20m<sup>3</sup>/時）で製造し、大型圧送ポンプで充填近くの一時貯留タンクに送った。（最大運搬距離70m）。更にここから2台の小型ポンプで注入ロートに送り（最大運搬距離40m）、自然流下方式で舗装版の下に気泡が残留しないように注意しながら充填した（図-6）。

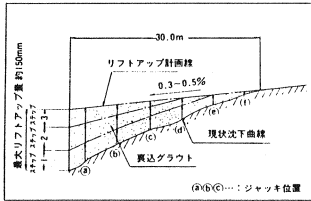


図-4 区域1

（比較的小区域のリフトアップ）

	データ数	範囲	平均	標準偏差	変動係数	仕様値規格
流動性	29	12.0~15.0秒	13.8秒	0.657秒	4.8%	JARオート 16~20秒
片-シフト	29	2.21~3.97%	3.11%	0.470%	15.1%	4%以下
圧縮強度 (20時間)	10	40.7~59.6 kg/cm <sup>2</sup>	48.7 kg/cm <sup>2</sup>	5.36 kg/cm <sup>2</sup>	11.0%	12時間強度 20kg/cm <sup>2</sup>
(1日)	4	119~137 kg/cm <sup>2</sup>	131kg/cm <sup>2</sup>	7.16kg/cm <sup>2</sup>	5.5%	

表-2 グラウト品質結果

ケース2は施工性を評価する目的で大規模沈下を想定し、リフトアップジャッキを移動させながら区域2（図-2 約40m区間）を、現地盤に対し平行に5cmリフトアップ（図-7）した。

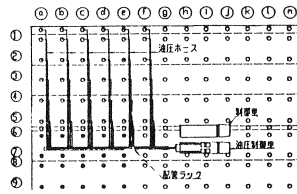


図-5 ケース1

リフトアップ機器、配置状況

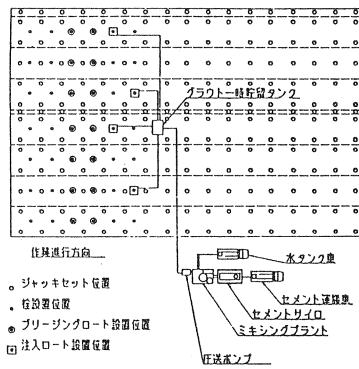


図-6 グラウトシステム

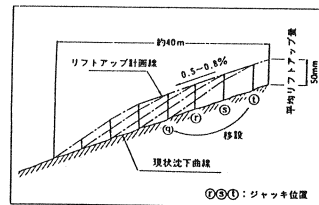


図-7 区域2（広域リフトアップ）

ケース3はA、B区域のプレストレス量の違う版を使用し、プレストレス量がリフトアップ時の舗装版に与える影響などを調査をした。

横断方向の3列の全リフトアップ点にジャッキを設置し、版の表面にひび割れが発生しにくい変形状（各列のリフトアップ比率、前列より2:4:5）でリフトアップし、ひび割れ発生までのリフトアップ量を求める試験を行った。

しかしいずれの区域においても、最大リフトアップ量（100mm）でひび割れ発生が確認されなかったため、よりひび割れが発生しやすい変形状（各列のリフトアップ比率、前列より3:6:9）を用いて、各々の区域のPC版のひび割れ発生時のリフトアップ量、及び版挙動を観測した（図-8）。

これらのリフトアップシステム（図-9）は3系統より成り、機動性を確保するため、機器収納に2台の車両を使用した。

各ジャッキはシリンダーの伸び量の検出センサーを内蔵し、自動制御装置で、安全、迅速に作動させた。又、各ジャッキの動作及び、舗装版の変形状態はリアルタイムでパーソナルコンピュータで処理し、表示・出力した。

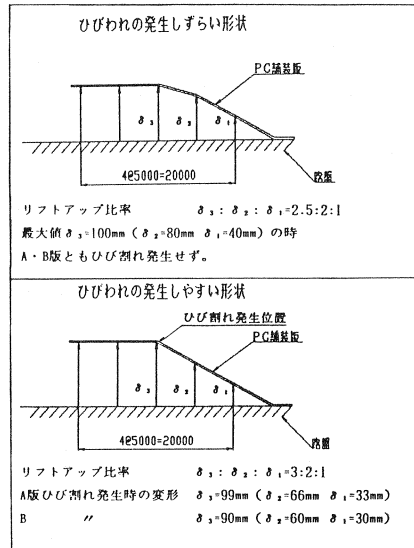


図-8 PC版の変形試験

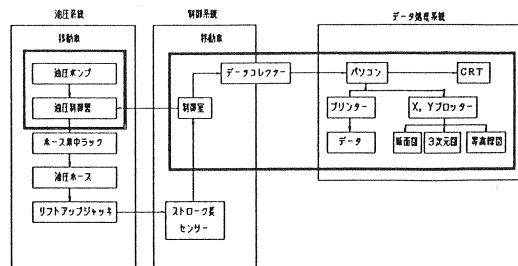


図-9 ジャッキ制御システム

## 5. 試験工事結果及び考察

- ① リフトアップの施工速度は、作業員15名、42台のジャッキを使用した場合、最初のジャッキの取り付け作業に約80分を要したが、リフトアップ及びジャッキの次ぎのポイントへの移動再設置作業自体は、1回当たり約20分と極めて短時間であった。本工法は急速施工に十分対応できると考えられる。
- ② 実用上十分な精度で計画高さ・勾配にリフトアップできた（図-10）。
- ③ 最大ジャッキ荷重は、標準部（ $h=18\text{cm}$ 、自重 $11.25\text{tf/m}^2$ ）で約 $23\text{tf}$ 、増厚部（ $h=25\text{cm}$ 、自重 $15.625\text{tf/m}^2$ ）で約 $25\text{tf}$ であった（ジャッキ数 $25\text{m}^2/\text{台}$ ）。これらの荷重は、事前のFEM解析結果と概ね一致した（図-11）。

- ④ P C 舗装版は、リフトアップのためにプレストレス量を特別多くする等は必要でなく、従来通りの航空機の荷重を対象に設計すれば十分である。

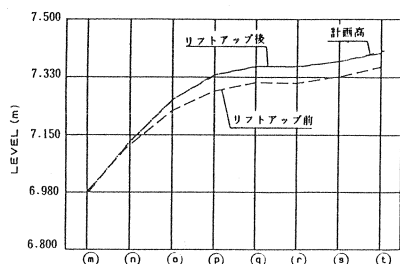


図-10 ケース2 リフトアップ終了時の  
P C 舗装版のリフトアップ記録

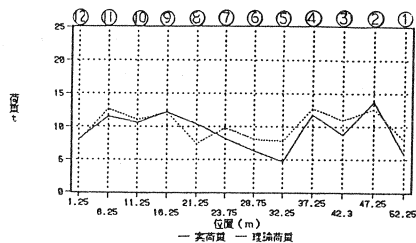


図-11 ケース2 (s)断面50mmUP時の  
実測荷重と理論荷重の比較

## 6. おわりに

本工法は今回の試験工事で、多くの貴重な基礎データを得、又実用化へめどをつけた。今後、航空機需要の重要性が高まる中、埋め立て造成された軟弱地盤上等の悪条件での空港建設が多くなることが予想され、沈下対策工法の要請は高まるものと思われる。

本試験工事の実施に当たっては他方面のご協力を戴いた。その関係各位に感謝申し上げます。特に版の応力解析で、懇切・丁寧な御指導を戴いた信州大学工学部草間教授に対し心より御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 福手勤、佐藤勝久、山崎英雄：第Ⅲ種設計法によるP C スラブの空港舗装への適用性に関する研究、港湾技術研究所報告、V o l . 1 8、N o 3、1979年9月、p p . 37~63
- 2) 佐藤勝久、八谷好高、上中正志、犬飼晴雄、川本幸広、塚田悟：沈下したプレストレスコンクリート舗装版のリフトアップ工法の開発、港湾技術研究所報告、V o l . 28、N o 2、1989年6月、p p . 49~76
- 3) 佐藤勝久、犬飼晴雄、川本幸広、塚田悟：沈下したプレストレスコンクリート舗装版のリフトアップ工法の開発、プレストレスコンクリート技術協会、第29回研究発表会講演概要