

# (132) PC舗装のリフトアップ工法及び裏込めグラウトの開発

住友大阪セメント(株) 小堺 規行  
 (株)ピー・エス東京支店 正会員 宮内 健  
 同上 正会員 ○門松 俊寛

## 1. はじめに

埋立て地に建設された空港のコンクリート舗装版では、供用開始後の不同沈下に対する補修が必要となる。しかし、工事期間中に施設を閉鎖すると、供用中の空港では、多大な不便を被る事となるので、夜間だ施設を一部閉鎖して作業し、昼間は通常通り供用できる様に、曲げ変形能力に優れたPC舗装版にジャッキを取り付けて持ち上げる事により補修・即時供用できるリフトアップ工法が開発された。また、グラウト注入作業は、リフトアップ作業全体の作業時間に最も大きな影響を与える。そこで、グラウト材として、所定の強度、耐久性、経済性を有し、かつ限られた時間内に大量に充填可能な材料を開発した。

今回東京国際空港No. 3, 4連絡誘導路の嵩上げに伴う工事においてこの工法が初めて活かされ、その実用性が証明された(写真1, 図1, 2)。

本文では、リフトアップ工法システムの概要について述べる。

## 2. システムの概要

PC舗装のリフトアップ工法は以下の6つのシステムに分けられる。

### 2-1. 測量システム

リフトアップ工法の計画・作業を行うにあたっては、広大な範囲をきわめて高い頻度で測量し、迅速なデータ処理を行わねばならない。

このため測量システムは、測量範囲中央に設置されたレーザー光発信装置、測量点を順次移動する受光感応装置付きスタッフおよびデータ処理装置から構成されている。このシステムでは発信装置の周囲50~100mの範囲の測量が可能で、読み取ったデータはフロッピーディスクに格納され、次のリフトアッププロセス決定システムに送られる。

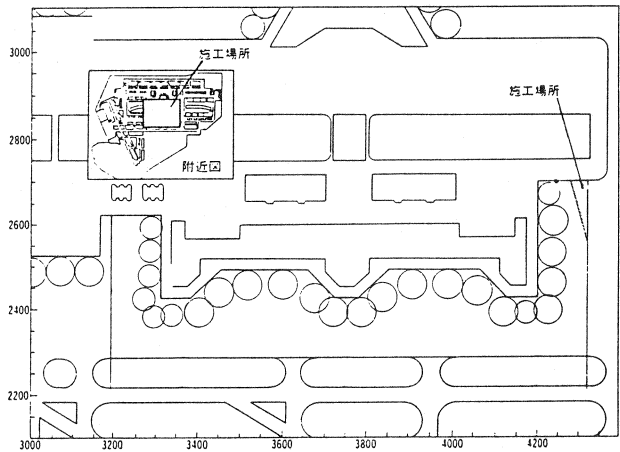


図1 施工箇所

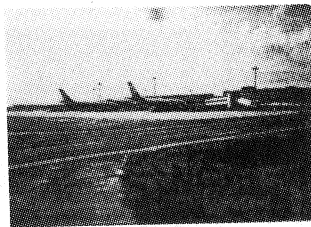


写真1 東京国際空港No. 3, 4連絡誘導路

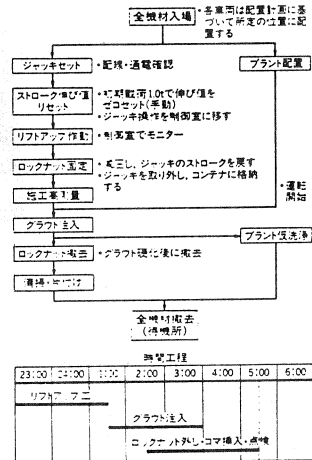


図2 リフトアップ工事のフロー

2-2. リフトアッププロセス決定システム

測量システムから送られたデータと勾配修正計画高を大型パソコンで解析することにより各リフトアップ点のリフトアップ量が算出され、PC版のひび割れに対する安全なリフトアップの作業プロセスと諸データが出力される(表1)。またリフトアップジャッキを作動させるためのデータはリフトアップ作業データとしてフロッピーディスクに格納され、次の制御システムに送られる。

表1 リフトアッププロセスの解析結果

ステージ	ステップ	リフトアップ量 (mm)	体積 (m³)	実位点	リフトアップ点*	20t-25t 点	MAX 値 (t)	同時/ 平行	理由	積換既 (m³)	合計 (m³)	日数
1	1	60.00	6.93	22	12	0	15.62	同時	最大ストローク量超過	1.69	8.82	1
2	2	54.00	10.39	41	26	1	24.77	同時	リフトアップ量減	1.34	11.73	2
3	3	43.00	19.43	50	33	2	20.68	同時	グラウト量許容範囲超過	2.28	21.71	3
4	4	26.00	12.63	62	42	3	24.97	同時	リフトアップ量減	1.19	13.82	4
5	5	23.00	18.85	69	48	3	23.15	同時	リフトアップ量減	1.70	20.55	5
6	6	14.00	14.59	78	54	4	23.26	同時	最大ジャッキ数超過	1.28	15.87	6
7	7	14.00	12.54	82	48	3	23.31	平行	リフトアップ量減			
7	8	14.00	4.22	38	26	0	19.61			1.28	18.04	7
8	9	10.00	10.32	69	54	4	21.72	平行	リフトアップ量減			
8	10	10.00	3.17	41	28	0	16.13			1.00	14.49	8
9	11	13.00	13.24	68	54	3	24.50	平行	リフトアップ量減			
9	12	13.00	6.51	51	37	0	18.40			1.27	21.02	9
10	13	14.00	12.00	64	51	3	21.70	平行	リフトアップ量減	1.02	13.92	10
10	14	14.00	11.80	69	53	1	21.32			0.43	12.23	11
11	15	10.89	9.70	64	52	1	20.40	平行	計画高に到達	0.97	17.84	12
11	16	10.89	7.17	55	47	0	19.44					
11	17	10.89	6.10	66	45	0	16.85			0.21	6.31	13
グラウト合計						180.49m³				15.86	196.35	

\* ジャッキ数

2-3. 制御システム

リフトアッププロセス決定システムから送られた作業データを制御用コンピューターにセットアップすることにより、リフトアップジャッキの設置位置が指示される。ジャッキの設置後、制御用コンピューターからジャッキに装備されているワンボードマイコンにリフトアップ量が伝送され、リフトアップが開始される。リフトアップ状況はリアルタイムでCRTに表示されるので、作業状態を常時監視することができる。

制御システムは54台のジャッキを一度に制御可能な集中管理システムである(図3、写真2)。このシステムでは対象となるPC舗装の基本的な大きさを100×100mと考え、その範囲内にジャッキを配列

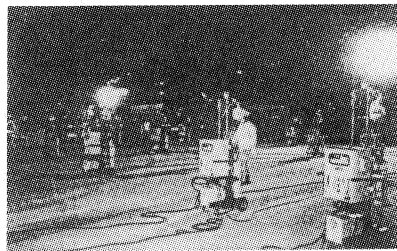


写真2 54台のジャッキは制御システムにより集中管理される

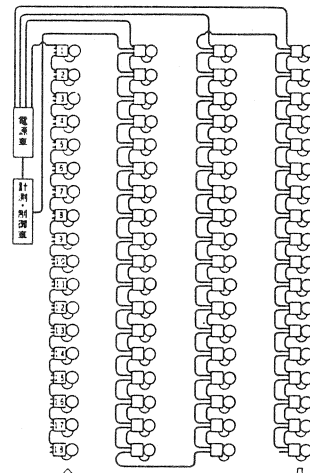


図3 PC舗装版リフトアップのシステム図

する。ジャッキの間隔は5mとし、1列に18台、3列×18台で計54台のジャッキが並ぶ。1回のリフトアップでこれら3列、18台のジャッキを同時に作動させ、そのリフトアップ量を列ごとに10割・8割・4割として作業を進めて行く。

2-4. リフトアップジャッキシステム

リフトアップジャッキは、ジャッキのストロークの伸び量を検出するセンサーを内蔵し、かつ一対の油圧ポンプとワンボードマイコンを備えている(写真3)。ワンボードマイコンは、リフトアップジャッキで検出したストローク量およびリフトアップ荷重について制御用コンピューターから指示された値と比較・照査し、油圧ポンプの油量とそのリフトアップ速度を調整・制御する。同時に検出諸量を制御用コンピューターに伝送する。

2-5. データ処理システム

ジャッキシステムから送られたデータ諸量を基に、リフトアップ作業の実際の結果を示す各点のリフトアップ量、リフトアップ荷重等のデータが、マイクロコンピュータにより図表を主体として整理・出力される。

これらのデータの中で翌日以降の作業計画を検討するために必要なデータはフロッピーディスクに格納され、必要に応じて前記のリフトアッププロセス決定システムに送られる。

2-6. グラウトシステム

グラウトの作業速度はリフトアップ作業全体の作業時間に最も大きな影響を与える。したがってリフトアップ工法におけるグラウトの特徴は、所定の性能を満足させながら、限られた時間内にいかに大量のグラウトを充填するかにある。このため車載移動式の混練・供給設備を用いる、以下の一連のシステムにより構成されている(図4)。

(1) 材料

専用に配合設計されたプレミクスタイプの超速硬型セメント系グラウト材を使用(住友大阪セメント(株)製PSS-タイプQ、表2)。

版下の空隙はmm単位で、しかも面積が広大である。対象範囲をすべて均一に充填するためにはほぼ水と同等の流動性を一定時間保たなくてはならず、かつ所定の時間強度を発現するように配合設計されていなければならない(図8~10)。

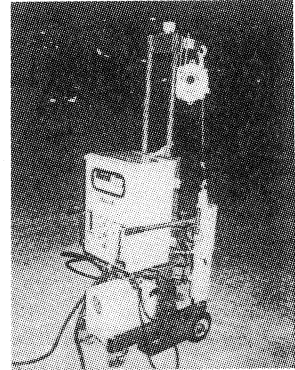


写真3 リフトアップジャッキ

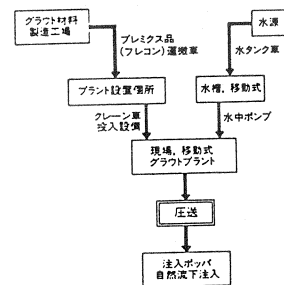


図4 グラウト作業システム

表2 グラウト材の目標性能

目標分類	項目	目標性能
強度	発現材齢	2時間 / 7日
	圧縮強さ	図5参照 / 20kgf/cm <sup>2</sup> 以上
	引張強さ	— / 図6参照
施工性	可使用時間	40分以上
	流動性	試験方法 : JSCE F531 1993 JA ロート法 練混ぜ直後 : 14±3秒 40分後 : 20秒以下
分離抵抗性	フリーディング	試験方法 : JIS A 1123 目標値 : 1.0%以下(認められないことが望ましい)
	水結合材比	60%以下
耐久性	繰返し載荷試験	供試体寸法 : 外径100×高さ200mm 開始材齢 : 7日 応力レベル : 図7参照 繰返し回数 : 10万回 試験条件 : 水洗状態で実施すること 目標性能 : 1) 目視により破壊が認められないこと 2) 残存強度を提示すること
		変形係数

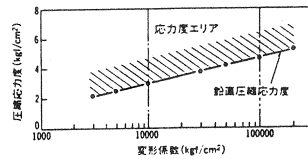


図5 グラウト層圧縮応力度 (施工直後)

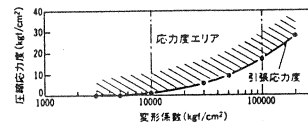


図6 グラウト層引張応力度 (材齢7日)

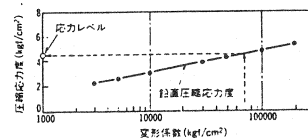


図7 安全性確認試験における応力レベル (PSS-タイプQ)

今回使用したグラウト材PSS-タイプQは、道路・港湾・鉄道等各方面の緊急工事において長い実績を持つ超速硬セメントをベースとし、これに低弾性を付与するための特殊な無機質フィラー等を調査したものである。また急速施工における材料管理の効率を向上させるため、荷姿は既調合のプレミクス品とした。

グラウトの配合設計においては、要求性能を満足することはもちろん、施工性を第一に考慮した。すなわち超速硬材料であっても注水から40分後までほぼ水と同等の流動性(JAロート流下時間が12~14秒程度)を維持し、かつ2時間後では20kgf/cm<sup>2</sup>程度の圧縮強度を発現するような配合である。

このような要求性能を施工においても実現することで、版下におけるグラウトの流動・充填状態を常時確認しながら作業を遂行することができる。

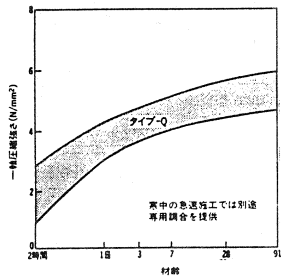


図8 一軸圧縮強さ

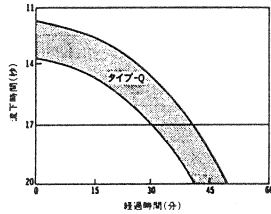


図9 コンシステンシーの経時変化

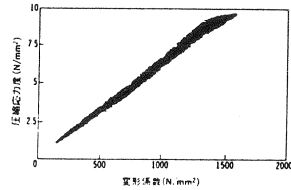


図10 変形係数と圧縮応力度との関係

## (2) 製造

車載式の大型バッチ式ミキサを用いた。超速硬材料の製造は連続式の混練装置を用いるケースも多いが、グラウトの流動性が高いことから混練の均一性と材料の計量精度の向上を考慮し、バッチ混練を採用した。

このプラントは高速ミキサを下段に攪拌槽があり、圧送ポンプへの供給はこの攪拌槽から行う。圧送ポンプへの供給時には上段の高速ミキサが並行して混練を行うため、供給に脈動はなく、その製造能力は連続練り方式の場合と変わらない。

## (3) 圧送

注入孔にセットされた注入ロートまでポンプで圧送する。

## (4) 注入

グラウトの拡散する範囲は広範囲であるが、注入ロートから自然流下により注入する。これは圧力をかけて注入すると版が浮き上がってしまうためである。

注入にあたっては測量データを参考とし、レベルの低い方から順次注入し、確認孔にグラウトが到達したことを逐次チェックしながら注入ロートを移動していく。

## 3. おわりに

新C滑走路を含む東側エプロンと西側エプロンの連絡のため、誘導路舗装の改修が行われた。このうちNo. 3, 4誘導路については舗装面の嵩上げに伴い、供用しているPC舗装エプロンとのすり付けを行うため、今回初めて急速リフトアップ工法が活かされ、その実用性が証明されたことになる。このリフトアップ工事の概要を表3に記して本報告を結ばせていただく。

表3 工事概要

施工期間	平成8年9月2日～11月7日
施工時間	PM 10:00～AM 6:00
発注者	運輸省第二港湾建設局 東京空港工事事務所
施工面積	2400m <sup>2</sup>
最大リフトアップ量	252mm
グラウト注入量	196m <sup>3</sup>

## 参考文献

- 1) 宮内健・小堀規行：PC舗装のリフトアップ工法システム，セメントコンクリート，No. 602，pp. 10～16，1997. 4