

1. まえがき

空港舗装は、一旦舗設され交通に開放されると維持補修によって舗装機能を保持し、使用寿命を延ばして、土木施設であることから、各種の補修工法が開発されている。空港コンクリート舗装における補修工法には大別して打換え工法とかさ上げ工法があり、かさ上げ工法の設計法は「空港コンクリート舗装構造設計要領」（運輸省航空局）に示されている。かさ上げ工法には、分離かさ上げ、直接かさ上げ、および付着かさ上げの3工法が考えられるが、この要領では分離かさ上げ、直接かさ上げの2工法のみが取り上げられており付着かさ上げについては、十分な調査研究を積み上げ慎重に行うべきものとしている。その理由として付着かさ上げは、所要のかさ上げ厚が最小で経済的であるという有利な面があるにもかかわらず、既設コンクリート版とかさ上げコンクリート版の付着特性が明らかになっていないため、設計法が確立されていないことが上げられる。このため付着かさ上げの設計法を確立するには、コンクリート版の付着特性を明らかにし、信頼性の大きなコンクリート版の付着法を開発していくことが必要である。ここでは、付着特性に関する基礎的な試験結果を紹介する。

2. 試験概要

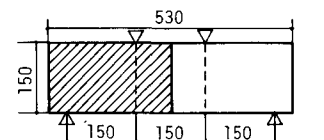
試験は(1)付着特性試験と(2)材料特性試験に分けて実施した。

(1) 付着特性試験 コンクリート版の付着特性を見るため、①せん断強度②曲げ強度、③引張強度の各試験(図-1)を実施した。材料のせん断強度試験としては従来から各種の方法が提案されているが、ここでは、付着のせん断強度を測定することを目的として、付着供試体の作成の容易性・載荷試験の容易性等を勘案して、図-1(3)に示す供試体を作成した。また付着施工工法の比較を行うため、図-2に示す付着面の処理および付着材の組合せにより、供試体を作成した。なお、使用したコンクリートの配合を表-1、表-2に示す。

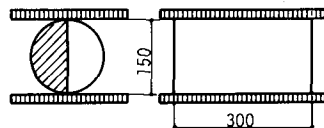
(2) 材料特性試験 付着かさ上げではかさ上げコンクリートの施工厚が薄いため乾燥収縮によるひびわれについて特別な配慮が必要になってくる。このため、単位水量を減らした流動化コンクリートと、ここに膨張材を加えたコンクリートの材料試験を実施した。試験は①乾燥収縮試験、②膨張収縮試験、③拘束亀裂試験(図-3)を実施した。使用したコンクリートの配合、性状を表-3に示す。

工 法		付 着 材		ア ン カ ー		付 着 面 図	
表面処理	付着材	付着材	付着材	付着材	付着材	付着材	付着材
無	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル
有	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル
有	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル
有	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル
有	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル
有	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル
有	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル
有	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル
有	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル

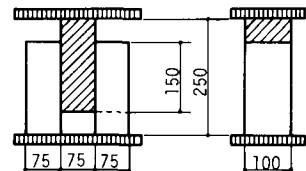
図-2 付着施工工法



(1) 曲げ強度試験



(2) 引張強度試験



(3) せん断強度試験

図-1 付着強度試験 (斜線が既設コンクリート部分 単位: mm)

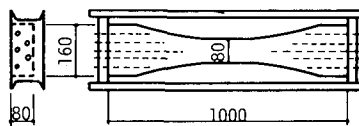


図-3 拘束亀裂試験 (単位: mm)

表-1 既設コンクリートの配合

形造材の 最大寸法 (mm)	目盛 スランプ (cm)	目盛 空気量 (%)	単位 セメント量 (kg/m³)	W/C (%)	単位 砂量 (kg/m³)	単位量 (kg/m³)			
						C	W	S	G
25	2.5±1	4.0±1	300	46.0	0.73	300	138	810	1110

表-2 かさ上げコンクリートの配合

形造材の 最大寸法 (mm)	目盛 スランプ (cm)	目盛 空気量 (%)	単位 セメント量 (kg/m³)	W/C (%)	単位 砂量 (kg/m³)	単位量 (kg/m³)			
						C	W	S	G
20	2.5±1 流動化 打設時	10.0±1 5.0±1	4.0±1	300	47.0	0.67	300	141	882 1018

流動化コンクリートのベースコンクリートはスランプ2.5cmのコンクリートから、単位水量をスランプ0cmとなるまで減らし、このときの単位水量を採用した。

3. 試験結果

(1) 付着特性試験

表-4に付着特性試験の結果を示す。この結果を付着施工の工法別に見ると、付着面の処理では、明らかにショットブラストによる効果が認められる。また、付着材については、材令28日では各付着材で強度に大きな差が認められないが、材令91日の試験結果を見ると、エポキシ樹脂の効果が認められ、特にせん断強度に対する効果が、曲げ強度、引張強度に比較して大きいようである。表面の乾湿については、各強度試験結果の全般的な傾向から見て、乾燥状態の方が有効なようである。このことについては、アメリカ等における施工報告においても既設コンクリート版の表面を乾燥状態にすることを薦めており、試験結果と合致しているものと思われる。アンカーのせん断強度に対する効果は、今回の試験結果に見るかぎりあまり期待できないようである。

次に、せん断強度と曲げ強度および引張強度の試験方法別の特性を見る。既設コンクリートの付着のない一体的に作成した供試体の試験結果を100として付着供試体の各試験結果を見ると、せん断強度の値が曲げ強度、引張強度の値に比較して全般的にかなり小さくなっている。このことは、コンクリートの付着において、曲げ強度および引張強度はかなり期待できるが、付着面にせん断力として作用する力に対しては大きな強度の発現を期待することは困難なことを示しており、今後、付着かさ上げの設計法を確立する上で、この点をどう改良するかが重要な課題である。

(2) 材料特性試験

図-4に拘束亀裂試験の結果を示す。各コンクリートの収縮ひずみの進行は、使用したコンクリートの単位水量が小さいことから、顕著な差は表われていない。しかし、全体的な傾向としてスランプ0cmをベースとする流動化コンクリートの収縮量が小さい。クラック発生日を見るとスランプ2.5cmで50日目、スランプ0→5cm（膨張材無し）で70日目、これ以外の供試体では観測（100日目まで）されていず、傾向として収縮ひずみが450μに達するとクラックが発生するようである。なお、この結果を乾燥収縮試験の結果と比較すると、クラック発生時点において両試験のひずみ測定結果には約150μの差が認められ、このひずみ差が拘束亀裂試験の供試体に引張応力を誘発したものと考えられる。しかし、実際には、フリース等の影響があり、供試体内に発生した応力については更に検討が必要である。

4. あとがき

コンクリートの付着特性には不明な点が多いが、今回の試験結果で付着特性の定性的な側面が捉えられたものと考えている。

しかし、今回初めて試みた試験法にはまだ不十分な点も多く今後更に試験法を改良するとともに、信頼性の高いコンクリート版の付着法の開発を試みていきたい。

最後に、本試験の実施に当って、御協力をいただいた(株)日曹マスタービルダーズ中央研究所の各位に厚く謝意を表します。

表-3 材料特性試験のコンクリートの配合および性状

粗骨材の最大寸法 (mm)	膨張材 (kg/m ³)	日 本 ス ラ ン プ (cm)	日 本 膨 張 率 (%)	W/C	単位 重量 割合 (%)	単位 量 (kg/m ³)				流動化剤 (SE-100kg)	圧縮強度 (28日) (kgf/cm ²)	引張強度 (28日) (kgf/cm ²)
						W	C	S	G			
20	—	2.5	4	47	0.67	141	300	882	1018	—	453	55.0
	—	0 → 5	4	43	0.68	131	304	893	1030	1800	525	56.4
	—	0 → 10	4	43	0.68	131	304	893	1030	2250	527	56.3
	30	0 → 5	4	43	0.68	131	304	893	1030	1800	504	54.8
		0 → 10								2250	492	55.8

工 法			せん断強度		曲げ強度		引張強度		
表面処理	表面乾燥	付着材	アンカー	28日	91日	28日	91日	28日	91日
無	湿	モルタル	無	6.5	7.8	15.9	15.7	5.2	9.3
				5.9	6.0	26.6	26.5	12.8	24.2
シ	湿	モルタル	有	19.4	30.2	35.2	39.7	15.4	19.4
				17.6	23.1	58.9	66.9	37.9	50.5
ヨ	乾	モルタル	無	23.3	32.2	45.8	48.8	18.6	21.2
				21.2	24.6	76.6	82.3	45.8	55.2
ブ	乾	エポキシ樹脂	有	22.4	50.1	44.7	43.6	21.5	24.5
				20.4	38.2	74.7	73.5	53.0	63.8
ラ	湿	タラシモルタル	有	22.6	38.2	45.0	39.6	15.1	17.6
				20.5	29.2	75.3	66.8	37.2	45.8
ス	湿	モルタル	有	18.6	33.5	—	—	—	—
				16.9	25.6	—	—	—	—
既設コンクリート				110	131	59.8	59.3	40.6	38.4
				100	100	100	100	100	100

上段：強度 (kgf/cm²)
下段：既設コンクリートの強度を100としたときの数値

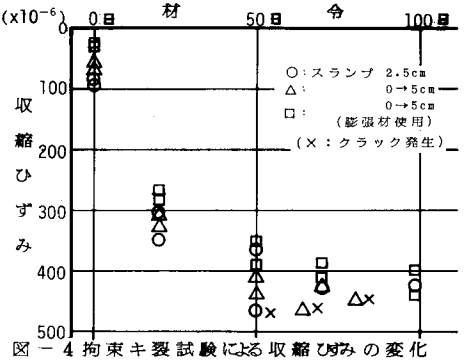


図-4 拘束亀裂試験による収縮ひずみの変化