

空港コンクリート舗装における被膜養生剤の 適用性に関する検討

八谷好高¹ ・ 坪川将丈²

¹正会員 工博 国土交通省国土技術政策総合研究所空港研究部空港施設研究室長
(〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1)

²正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所空港研究部空港施設研究室研究官
(〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1)

コンクリート舗装の養生方法では、初期養生として希釈した養生剤の塗布を行い、後期養生として散水マットを用いた散水養生が行われている。本研究では高濃度の被膜養生剤を塗布することによる初期・後期一貫養生の適用性を明らかにするために、まず室内試験で乾燥収縮量、曲げ強度、水分損失量を把握した後、現場試験において乾燥収縮量、日射・外気温による温度変化を把握した。その結果、乾燥収縮量は初期養生期で散水養生よりも大きい、長期的には散水養生の90%程度であること、曲げ強度は材齢28日以降で散水養生の90%以上が確保が可能で、初期養生期における一日の温度変動、版内の温度勾配が散水養生の場合よりも大きなことが認められた。

Key Words : Membrane Curing Compound, Bending Strength, Drying Shrinkage, Water Retention, Concrete Pavement, Airport

1. はじめに

空港におけるコンクリート舗装工事の現行の養生方法では、初期養生として希釈した養生剤を舗装表面に塗布し、後期養生として散水マットを用いた散水養生を行うことが一般的である。しかし工事区域周辺を通行する航空機のブラストにより散水マットが飛散して航空機の運行上の支障になったり、普通セメントを用いた場合には、打設後14日間は散水が必要になるなど、作業量・工事費用の点から改善が望まれるところである。

本論文では、被膜養生剤を打設後のコンクリート舗装表面に塗布することによる、初期・後期一貫養生の空港舗装への適用性を明らかにするために、室内試験により乾燥収縮特性、曲げ強度、水分損失量を把握した。次に、屋外にてコンクリート舗装を製作して、散水養生、被膜養生を施して、コンクリート版内のひずみ、温度の計測を行い、自然環境下におけるコンクリート版の挙動について検討した。

2. 検討項目

本研究では、空港コンクリート舗装への被膜養生剤の適用性を考える上で、以下の項目について検討した。

(1) 初期・後期の乾燥収縮量

散水養生の場合には、舗装表面に散水マットを敷いて散水を行うことから、養生中は舗装表面が常に湿潤状態に保たれている。しかしながら散水を行わずに被膜養生剤のみを使用した一貫養生の場合には、水分の人為的な供給が無いことにより、舗装表面が乾燥して、初期ひび割れが発生して、舗装の使用性および耐久性の低下につながる懸念される¹⁾。また、初期の湿潤状態、乾燥開始材齢などが長期的な乾燥収縮量にも影響を与えることから²⁾、舗装の長期的な耐久性を検討する上では、被膜養生剤を用いた場合の長期的な乾燥収縮ひずみの発生量を検討することが必要となる。

そこで、室内にてコンクリート供試体の養生方法を種々に変えて、打設後翌日からの乾燥収縮ひずみを観測した。また、屋外で製作したコンクリート試験舗装において、埋設したひずみ計により屋外環境での長期にわたるコンクリート内部のひずみを計測することで、初期段階および長期における乾燥収縮量の検証を行った。

(2) 日射・外気温による版内温度変化

散水養生の場合には、散水マットにより舗装表面を覆って散水を行うのが一般的であるが、散水マットは舗装表面を湿潤状態に保つだけでなく、急激な

表-1 配合基準値

設計基準曲げ強度 (N/mm ²)	最大粗骨材寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)
5.0	40	2.5 ± 1.0	4.0 ± 1.0

表-2 コンクリート配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤	
			水	セメント	細骨材	粗骨材	AE 減水剤	AE 助剤*
47.4	34.5	4.0	135	285	664	1285	0.25%	9A

* 1A=C×0.001%(kg)

表-3 室内試験コンクリート性状

28 日配合曲げ強度 (N/mm ²)	スランプ (cm)	空気量 (%)
6.05	2.5	3.7

表-4 養生剤の諸元

	A	B	C	D
主要成分	合成樹脂	酢酸ビニル	アクリル	塩化ビニリデン
比重	1.00	1.05	1.05	1.18
色	白色に近い薄黄色	白色	白色	薄黄色
固形分(%)	40	40	43	45

温度変化をできるだけ少なくし、初期ひび割れを防ぐ効果もある³⁾。しかしながら被膜養生剤による一貫養生の場合は、養生剤を塗布するだけで散水しないことから、日射や外気温の変化により舗装表面の温度が変動し、版内に過大な応力が生じることが懸念される。そこで屋外に製作した試験舗装に埋設した温度計の長期観測を通して、版内の温度変化について検討した。

(3) 曲げ強度の確保

被膜養生剤による一貫養生の場合は、被膜養生剤を塗布することにより、舗装表面への散水を行わないため、初期のコンクリート硬化反応に必要な水分が供給されず、強度の発現に時間を要すること、また長期的に見ても目標強度が達成できないことが考えられる。そこで室内においてコンクリート供試体を作成し、材齢 7 日、28 日、91 日における曲げ強度を測定することにより、この点に関する検討を行った。

3. 室内試験材料および試験方法

(1) 使用材料

a) コンクリート

曲げ強度試験、乾燥収縮試験用コンクリート供試体の作成に使用した材料は、粗骨材としては、栃木県産砕石を粒径 40mm ~ 20mm ,20mm ~ 13mm ,13mm ~ 5mm を 50 : 25 : 25 の質量比で混合したものを使用した。細骨材としては、千葉県産山砂と石灰石砕砂を 60 : 40 の質量比で混合したものを使用した。またセメントは普通ポルトランドセメントを使用した。コンクリートの配合選定に関しては、空港土木工事共通仕様書⁴⁾に従い、設計基準曲げ強度は材齢 28 日において 5N/mm²、その他に関しては表-1 の通りである。試験練りから決定したコンクリート配合を表-2 に、コンクリート性状を表-3 に示す。

b) 養生剤

養生剤として現在市場で入手可能な一般的なものから 4 種類を選択した。使用した養生剤は、その諸元が表-4 に示すように、全て被膜型で水を溶媒とする水性系のものであり、浸透型、油性系の養生剤は

表-5 供試体作成条件

養生条件	養生剤塗布量(g/m ²)	温度()	備考
気中養生	0	20	気中放置
散水養生	60(初期養生)		材齢 14 日まで散水
A 種養生剤	200		気中放置
B 種養生剤	200		気中放置
C 種養生剤	200		気中放置
D 種養生剤	200		気中放置
B 種養生剤-140	140		気中放置
B 種養生剤-60	60		気中放置

使用していない。養生剤の塗布量（原液換算濃度）は、養生剤製造者の推奨する一般的な塗布量を採用し、散水養生における初期養生の場合で 60g/m²、被膜養生剤を用いた初期・後期一貫養生の場合で 200g/m²とした。

(2) 試験方法

a) 乾燥収縮試験

室内において養生方法を変えたときのコンクリートの乾燥収縮ひずみを把握するために、JIS A 1132 に準拠してコンクリート曲げ試験用供試体を作成して、ひずみ計測用チップを供試体表面に貼り付け、供試体長さの変化量を計測した。コンクリートの練混ぜは 100l の二軸強制練りミキサを用いて、1 パッチの練混ぜ量を 80l として行った。練り落としたコンクリートを、二層に分けて、150×150×530mm の鋼製型枠へ流し込み、バイブレータによる振動締固めを行った後に、こてにより打設面の整形を行った。

打設面の表面水が消失した後、速やかに供試体の養生を開始した。散水養生を行う供試体に関しては、表-4 に挙げる B 種の養生剤を水により 60g/m² の濃度に希釈してから、写真-1 のように供試体打設面における濃度が均一となるように刷毛によって塗布した。養生剤が乾燥した後に、散水マットで供試体打設面を覆い、以後材齢 14 日に達するまで毎日散水を行った。養生剤による一貫養生を行う供試体に関しては、表-5 に示すように、4 種の養生剤を所定の濃度で刷毛により供試体打設面に塗布した。この他、養生剤の塗布ならびに散水を行わない気中養生についても試験を実施した。打設後 24 時間が経過してから鋼製型枠を脱型し、打設面以外の 5 面からの水分蒸発を防ぐために、アルミテープを貼り、直径 2mm のガラスビーズを底に引き詰めたプラスチック製コンテナに供試体を静置した。養生室の気温は 20 で一定に保持したが、湿度については調整しなかった。養生期間中の温度、湿度の変化を図-1 に示す。



写真-1 供試体打設面への養生剤塗布

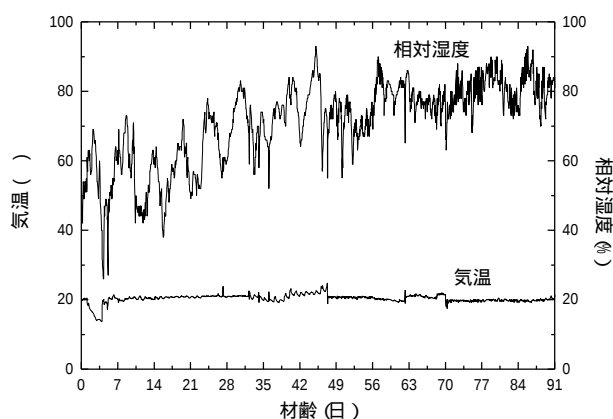
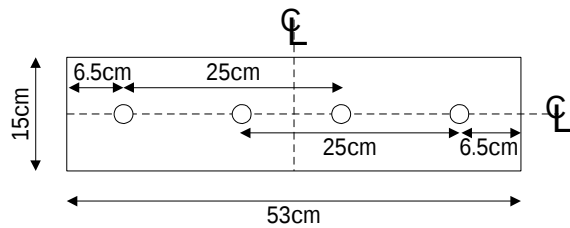
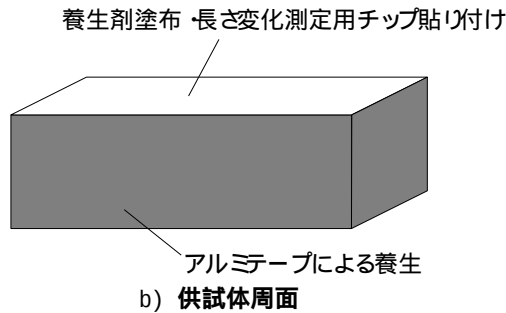


図-1 養生期間中の養生室の気温，相対湿度

型枠脱型後、図-2 のようにホワイトモアひずみ計用チップを供試体打設面に接着剤にて 4 ヶ貼り付けた。供試体の長さは、ガラスビーズを敷き詰めたプラスチック製コンテナに供試体を静置した状態で、25cm 離れたチップ間の距離を 1 供試体につき 2 点、ホワイトモアひずみ計で測定した。接着剤が硬化した直後に測定を行って、その長さを基準長として採用した。そして、打設後 1 週間は材齢 3, 5, 7 日において、その後 91 日までは 1 週間ごとに長さの計測



a) 供試体上面



b) 供試体周面

図-2 乾燥収縮量測定供試体

を行った．得られた長さ変化量から算出したひずみをこの条件下における乾燥収縮ひずみとみなし，同一条件の供試体 3 本で得られた 6 径間の平均値を，その条件での供試体長さの代表値として採用した．

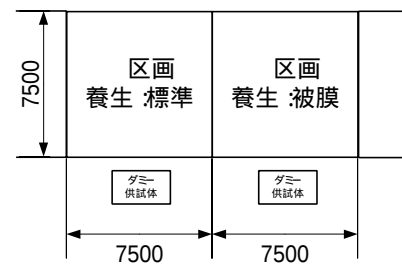
b) 曲げ強度試験

曲げ強度に対する養生方法の影響を把握するために，JIS A 1132 に準拠してコンクリート曲げ試験用供試体を作成した．材齢 7，28，91 日における強度を測定し，供試体の作成方法，養生方法は a) に述べたとおりである．

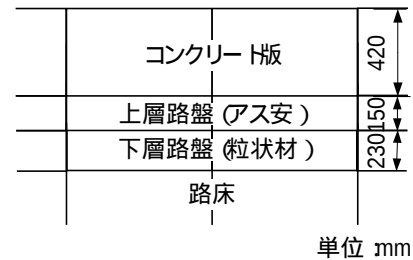
本試験において作成した供試体の種類は，表-5 のとおりであり，材齢 7，28，91 日が経過した時点で曲げ強度試験を行い，同一条件の供試体 3 本の平均値をその条件での曲げ強度の代表値として採用した．供試体の曲げ強度測定は，養生剤効果を考え打設面を引張側としたが^{5), 6)}，その他は JIS A 1106 に準拠して行った．

c) 水分損失量試験

セメントモルタルからの水分の損失を養生剤が抑制する効果を把握するために，ASTM C156⁷⁾ に準拠して水分損失量試験を実施した．この試験では頂部の寸法が 150×300mm，底部の寸法が 145×295mm，深さが 50mm の金属製箱型容器に，水セメント比を 40% に調整したセメントモルタルを投入し，打設面のみに刷毛で養生剤を塗布した．また，金属製容器とモルタルとの境界から水分が蒸発しないよう，シーリング剤により境界を入念にシーリングした．そして供試体を気温 37.8℃，湿度 32% の恒温槽の中に入れて養生を行い，1，3，5，7，28 日後の質量を測定した．それらと試験開始前の質量との比較から，打設面か

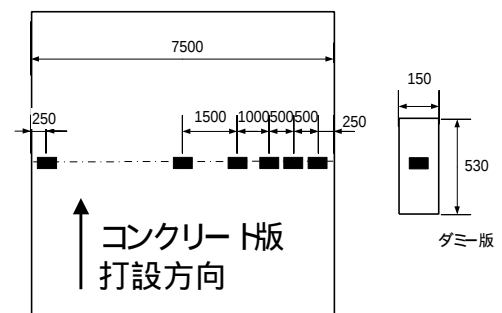


a) 平面図

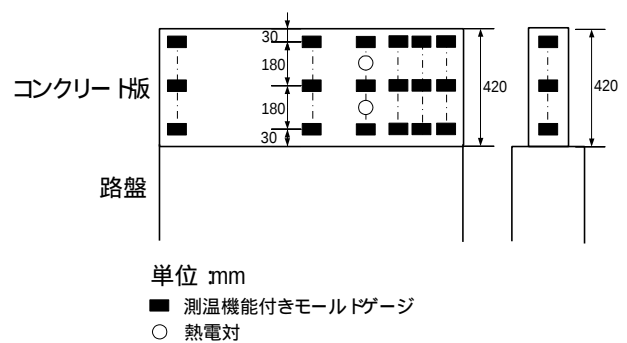


b) 断面図

図-3 試験舗装図



a) 平面図



b) 断面図

図-4 コンクリート版埋設計器

らの単位面積当たりの水分損失量を求めた．なお，1 条件につき供試体を 3 本作成し，その平均値を当該条件の代表値として採用している．この試験に使用した養生剤は，コンクリートの乾燥収縮試験，曲げ強度試験に用いたものと同種・同濃度である．ただし，散水養生に関しては検討していない．

表-6 コンクリート配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤	
			水	セメント	細骨材	粗骨材	AE 減水剤	AE 助剤*
40.0	36.4	4.0	138	345	671	1208	1.00%	4A

* 1A=C×0.001%(kg)

表-7 現場試験コンクリート性状

工区	28 日曲げ強度 (N/mm ²)	スランプ (cm)	空気量 (%)
I	5.97	2.6	3.3
	5.80	2.6	3.3

(3) 現場試験使用材料

運輸省港湾技術研究所野比実験場（名称は施工当時）において、図-3 に示す試験舗装を製作した。表-6 にコンクリート配合を、表-7 にコンクリート性状を示す。区画、区画ともにコンクリートの配合は同一であり、粗骨材としては茨城県産の硬質砂岩（40mm～20mm）と山口県産の石灰岩（20mm～5mm）を、細骨材としては、千葉県産山砂を、またセメントは普通ポルトランドセメントを使用した。養生剤は表-4 に示す中から、初期養生に広く用いられている B 種養生剤を区画に、後述の乾燥収縮試験、曲げ強度試験、水分損失量試験結果から一貫養生に適していると思われる A 種養生剤を区画に使用した。区画では B 種養生剤を濃度 60g/m² で塗布し、養生剤が乾燥した後に養生マットを敷き、7 日間の散水養生を行った。また区画では A 種養生剤を塗布濃度 200g/m² で塗布しただけで、散水を行っていない。

試験舗装内には、図-4 に示すように深さ別に温度計、ひずみ計（水平方向）を埋設しており、施工中から計測を行っている。また、両区画ともその近傍にダミー供試体を設置した。その寸法は幅 150mm、長さ 530mm、厚さ 420mm であり、供試体周囲にはアルミテープを貼ってから断熱材を設置している。なお、供試体の寸法は路盤による拘束が無視できるように考えて決定した。

3. 室内試験結果

(1) 養生工種の乾燥収縮に対する影響

養生方法の違いによる乾燥収縮ひずみと材齢の関係を図-5 に示す。散水養生を施した供試体は材齢 7 日において乾燥収縮ひずみが最も小さいが、散水工程が終了した時点（材齢 14 日）から供試体表面が水分の供給が絶たれて乾燥状態に曝されるため、乾

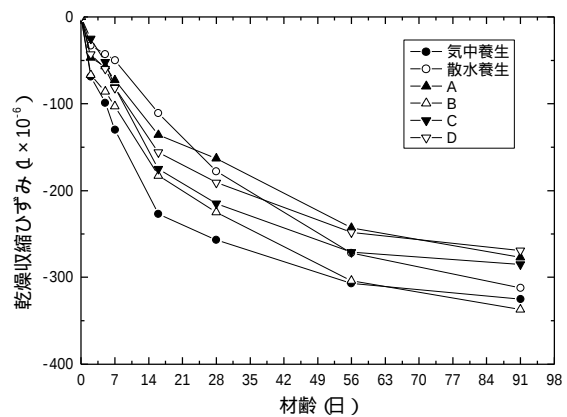


図-5 乾燥収縮ひずみと材齢の関係

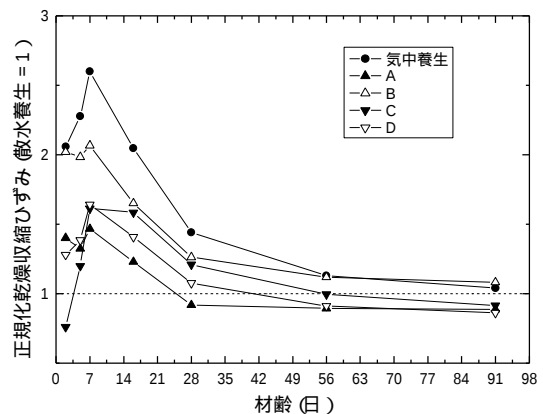


図-6 正規化乾燥収縮ひずみと材齢の関係（散水養生=1）

燥収縮ひずみは急激に増大している。この乾燥収縮ひずみは材齢 28 日の時点では養生剤を塗布した供試体と同程度になっており、材齢 91 日の時点では養生を何も施していない気中養生の供試体とも差がなくなっている。養生剤を塗布した供試体は、気中養生の供試体と比較すると乾燥収縮ひずみは小さく抑えられているが、材齢の経過に伴い、その差は小さくなる。

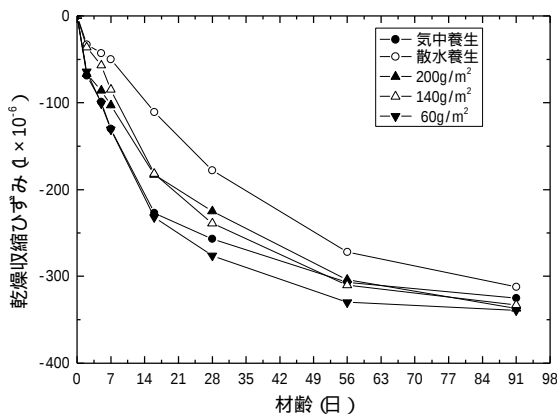


図-7 塗布濃度を变化させた場合の乾燥収縮ひずみと材齢の関係

図-6 に、散水養生を施した供試体の乾燥収縮ひずみを基準として正規化した乾燥収縮ひずみと材齢の関係を示す。養生剤を塗布した供試体は材齢 7 日の時点で散水養生を施した供試体の 1.5～2.1 倍、材齢 14 日の時点で 1.1～1.5 倍の乾燥収縮ひずみを呈しており、両者には材齢 7 日の時点で最大の違いが生じていることがわかる。ひずみの違いが徐々に小さくなり、両者が逆転するに至る傾向が明確であり、材齢 91 日の時点で B 種を除くと、養生剤を塗布した供試体は、散水養生を施した供試体の 90%程度になっている。

これらのことから、被膜養生剤を用いた一貫養生による乾燥収縮抑制効果は、初期養生期においては気中養生よりも大きいものの、散水養生には及ばず、後期養生終了以降の長期間を考えると、散水養生よりも大きいことがわかった。また、この点について養生剤の種類による違いを見ると、その順序は全期間を通じて変わることはないようである。4 種類の中では B 種の乾燥収縮抑制効果は小さいものとなっている。

(2) 養生剤塗布濃度の乾燥収縮に対する影響

図-7 に、B 種の養生剤に関して、原液濃度換算塗布量を 60、140、200g/m² と变化させた場合の乾燥収縮ひずみの比較を示す。

塗布濃度による違いは材齢初期において顕著に表れており、塗布濃度が 60g/m² と低い供試体では、乾燥収縮抑制効果が小さく、気中養生の場合と同程度の乾燥収縮ひずみとなっている。しかしながら、塗布量の違いによる差は、材齢が経過するにつれて明確に見てとることができなくなっている。

(3) 養生工種の曲げ強度に対する影響

養生方法の違いによる曲げ強度と材齢の関係を図-8 に示す。全てのケースにおいて設計基準強度を満足しない結果となったが、今回用いた養生方法で

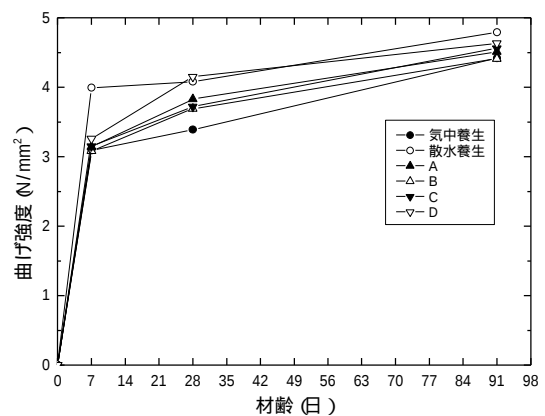


図-8 曲げ強度と材齢の関係

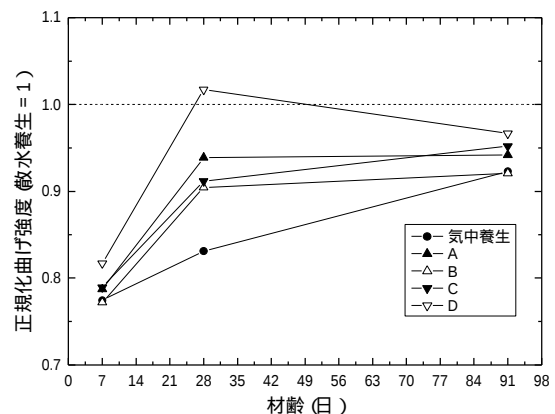


図-9 正規化曲げ強度と材齢の関係（散水養生 = 1）

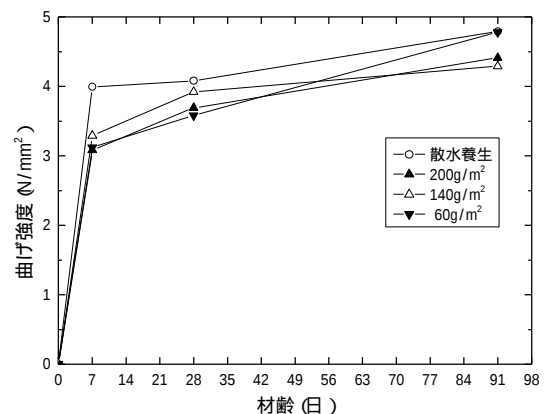


図-10 塗布濃度を变化させた場合の曲げ強度と材齢の関係

は、水中養生のように完全な湿潤状態を保てなかったことが原因と考えられる。材齢 7 日における強度には養生方法による違いが最もはっきりと現れており、散水養生を施した供試体では、十分に水分が供給された結果、硬化反応が促進されたことで、高い曲げ強度が発現したものと推測される。また、被膜養生剤を用いた場合には、いずれの時点においても気中養生時より強度は大きいものの、散水養生の場合よりも強度の発現が遅れることが認められる。養

生期間を目標強度の 70%に到達するまでとすると、被膜養生剤を用いた場合に必要養生期間としては、**図-8** から、2～3 週間が必要であると考えられ、養生剤の種類によっては、従来の散水養生における養生期間（2 週間）と同程度でよいことがわかる。

図-9 に、散水養生を施した供試体を基準として正規化した曲げ強度と材齢の関係を示す。養生剤を塗布した供試体では、養生剤の種類による差が見られ、散水養生を施した供試体と比較して、7 日強度において 80%程度、28 日強度で 90%程度、91 日強度においては 95%程度の曲げ強度が得られていることが確認できた。このことから、被膜養生剤による一貫養生を用いたことによる、材齢 28 日における散水養生との曲げ強度差を補うためには目標強度を 10%程度増加することが必要となる。これを水セメント比を低下することにより対処しようとした場合、供試体作成に用いられたコンクリート配合で考えると水セメント比を 5%ほど小さくする必要がある。

(4) 養生剤塗布濃度の曲げ強度に対する影響

図-10 に、B 種の養生剤に関して、その原液濃度換算塗布量を 60, 140, 200g/m² と変化させた場合の曲げ強度の比較を示す。

散水養生と比較すると、塗布濃度によらず材齢 7 日における強度で最も大きな差が生じており、その後は徐々に差が小さくなっていることがわかる。この試験結果からは、塗布濃度の違いが曲げ強度に及ぼす影響については明確になっていない。

(5) 水分損失量試験

図-11 に、単位面積あたりの水分損失量と材齢の関係を示す。養生室内の温度条件、湿度条件や、材料がモルタルであることがコンクリート供試体の一連の試験と異なっているが、気中養生の供試体と養生剤を塗布した供試体とを比較するとその差は明らかであり、また、材齢が経過しても被膜の効果は継続して発揮されていることがわかる。ASTM の基準では 72 時間後の水分損失量を 550g/m² 未満と規定しており⁸⁾、今回の試験結果にこの基準を当てはめると、4 種類の養生剤のうち A, B, C がこれを満足する結果となっている。

図-12 に、気中養生の供試体の水分損失量を基準として正規化した水分損失量を示す。材齢 28 日までの範囲では養生剤を塗布することにより水分損失量を気中養生の 40%程度に抑えられることが可能であることがわかる。特に最も効果が高い A 種の場合では材齢 7 日の時点で 16%、材齢 28 日の時点で 26%となっている。養生剤の効果は養生初期において顕著に表れている。これはコンクリートの乾燥収縮試験と同様の傾向となっている。

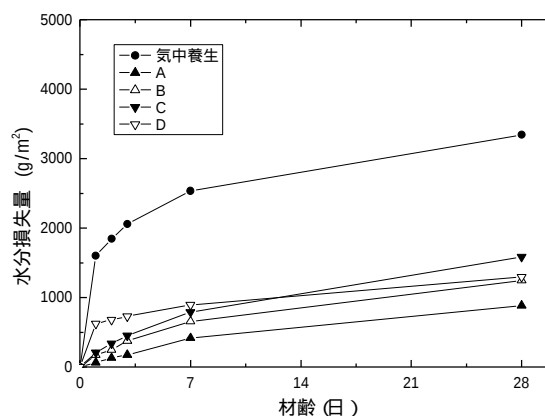


図-11 水分損失量と材齢の関係

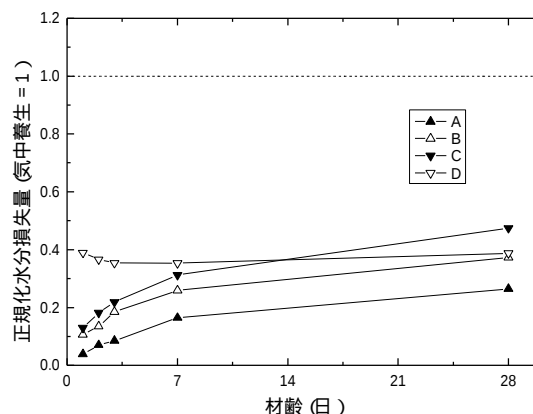


図-12 正規化水分損失量と材齢の関係（気中養生 = 1）

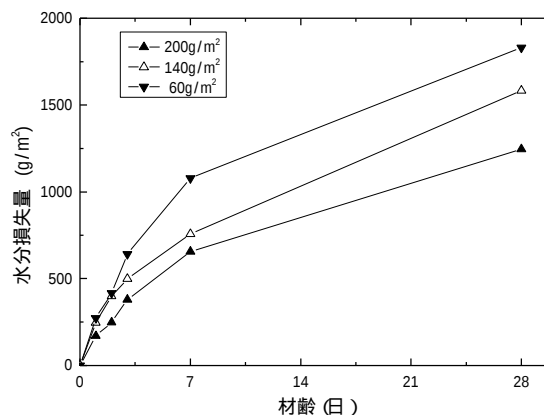


図-13 塗布濃度を变化させた場合の水分損失量と材齢の関係

図-13 に、B 種の養生剤に関して、原液濃度換算塗布濃度を 60, 140, 200g/m² と変化させた場合の、水分損失量と材齢の関係を示す。この場合は、塗布濃度の差による影響が明確に現れており、高濃度で塗布を行い、厚い被膜を形成した供試体のほうが水分損失量を減少できる傾向が確認できる。また、塗布濃度が 60g/m² の場合は、前述の ASTM の基準を満たしていないことがわかる。

図-14 , **図-15** に、コンクリート供試体の曲げ強度、

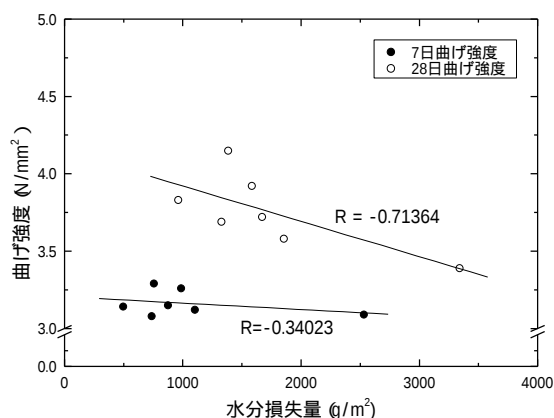


図-14 曲げ強度と水分損失量の関係

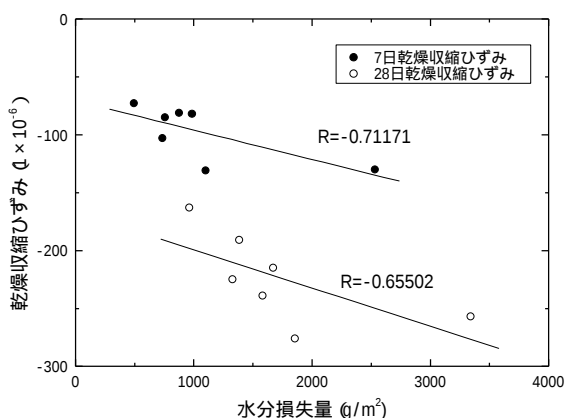


図-15 乾燥収縮ひずみと水分損失量の関係

乾燥収縮ひずみとモルタル供試体の水分損失量との関係を示す（図中の R は相関係数）。乾燥収縮ひずみと水分損失量に関しては、比較的高い相関性が認められ、モルタル供試体による試験の有効性が確認された。一方、曲げ強度と水分損失量との相関は材齢 28 日において多少認められるところであるが、図-10 で示した塗布濃度の違いによる曲げ強度の試験結果も合わせて考えると、必ずしも相関性が高いとはいえない。これは、水分損失量がモルタル供試体からの水分蒸発量を示しているのに対し、曲げ強度はモルタル以外の骨材のひび割れに対する抵抗性にも影響されることが原因であろう。

5. 被膜養生剤の空港コンクリート舗装への適用性

(1) 乾燥収縮量

屋外で製作されたコンクリート版と同一の配合、同一の厚さで、版に近接した位置に製作されたダミー供試体を用いて乾燥収縮特性の検討を行った。区画（散水養生）と区画（被膜養生）は近接しており、周囲に日射を遮るものもないことから、外気温、日射、風の影響等は両区画で等しいものと考えられる。

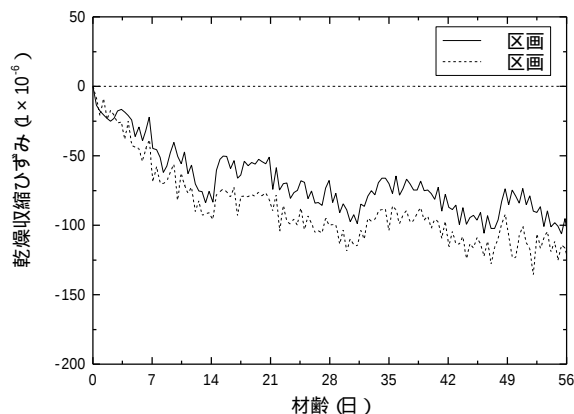


図-16 ダミー供試体表面の乾燥収縮ひずみと材齢の関係

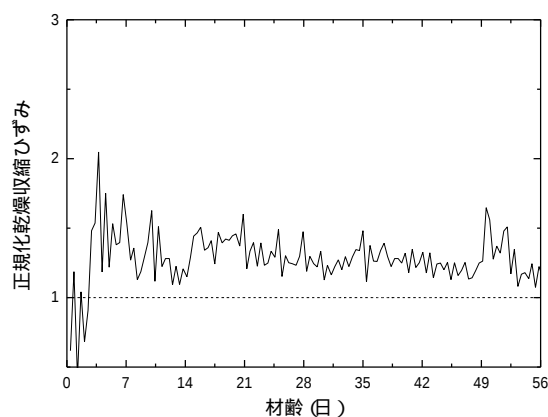


図-17 正規化乾燥収縮ひずみと材齢の関係（散水養生 = 1）

図-16 にダミー供試体表面部における乾燥収縮ひずみと材齢の関係を、また図-17 に区画のダミー供試体の乾燥収縮ひずみを基準として正規化した乾燥収縮ひずみと材齢の関係を示す。

初期養生期間において、区画では打設後 7 日までは散水養生を行っていることから、供試体表面は湿潤状態と考えられ、ひずみは区画の方が大きな値となっている。両区画の差は材齢 5 日付近で最大値をとり、区画では区画の最大 2 倍の乾燥収縮ひずみを呈している。これは、図-6 に示す室内試験の場合よりも差が大きい結果となっている。この理由としては、長期的には室内試験では考慮されなかった日射と風の影響により、コンクリート版表面に形成された被膜の劣化が室内条件よりも早く進行し、水分抑制の効果が早く失われたことが考えられる。なお、目視による調査では、打設直後においてもコンクリート版表面に目立ったひび割れは発生しなかった。

約 2 ヶ月経過時点までの乾燥収縮ひずみに関しては、1 日内での変動があるものの、区画、区画ともに、材齢 14 日あたりから増加率は小さくなっている。今回区画に用いた A 種の養生剤は、室内試験では長期的には散水養生と同程度かそれよりも良

好な結果が示されているが、自然環境下では、散水養生よりも多少劣る結果となり、乾燥収縮ひずみでみると、区画は区画の1.2倍程度になっている。なお、この段階でもコンクリート版表面に目立ったひび割れは、発生していない。

(2) コンクリート版の温度変化

図-18 に、打設終了時点から材齢 28 日までのコンクリート版中央部における版表面の温度変化を示す。

両区画ともに、コンクリートの硬化に伴い、打設後 24 時間程度で版表面温度は最高温度に達している。その後は外気温の日変動に伴って、コンクリート版内温度も変動しているが、材齢 7 日までは区画のほうが、その程度が著しいことがわかる。また材齢 7 日以降を見ると、区画の温度のほうが一日の変動によらず常に 1 程度高いようである。これは養生剤の違いによって区画の表面の色が区画よりも白色に近いために、舗装表面に形成された被膜の色による日射の反射の違いが出たものと推測される。

図-19 に材齢 28 日までの版内平均温度を示す。材齢 7 日までは、散水が施された工区において硬化反応が進んだこと、工区の夜間の版表面温度が比較的高いことが理由となり、工区の版平均温度が高くなっているものと考えられる。材齢 7 日以降では、舗装表面の被膜の色の違いにより、区画の温度のほう若干高いようであるが、養生方法の違いによる影響は、版表面ほど大きく現れていないようである。

図-20 にコンクリート版上下面の温度差（上面温度 - 下面温度）を示す。材齢 7 日までは区画で大きな温度差となっており、区画と比較すると最大で 3 程度差っている。これより散水マットの影響は版内部にも及んでいることがわかる。前述のように、被膜養生剤による養生を行ったコンクリートは、散水養生のものよりも初期強度の発現が幾分遅れることから、散水養生の場合と比較して初期強度が低く、版上下面の温度差が高い条件に曝されることを考えると、被膜養生剤を用いた場合には初期温度変化に注意が必要であろう。しかしながら散水マット撤去後はコンクリート版上下面の温度差が両区画でそれほど差はないことから、コンクリート版の版厚方向の温度勾配の違いは大きくない。

6. 結論

空港コンクリート舗装に対する、被膜養生剤を使用した一貫養生の適用性について、室内試験、現地試験の結果から以下に示す結論が得られた。

(1) 乾燥収縮に関して、被膜養生剤を用いることによる乾燥収縮抑制効果は、初期養生期において

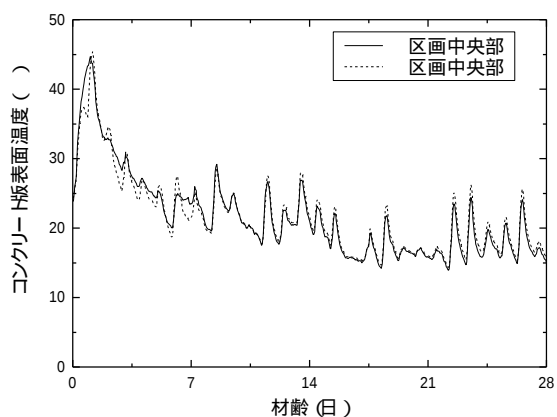


図-18 コンクリート版表面付近の温度変動

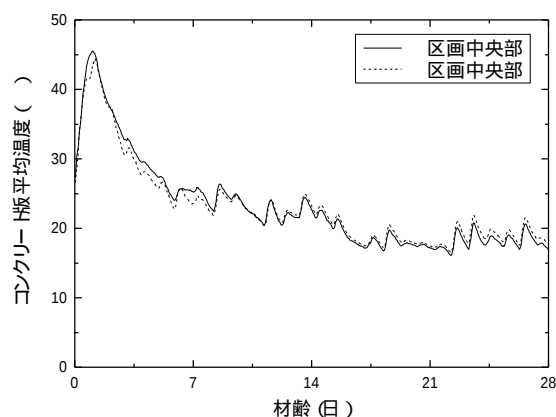


図-19 コンクリート版内平均温度

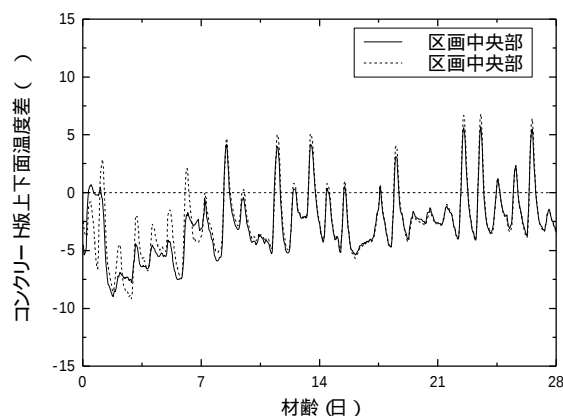


図-20 コンクリート版上下面の温度差

は散水養生には及ばないものの、長期間を考えると散水養生よりも効果は大きく、乾燥収縮量は散水養生の場合の 90%程度であった。

- (2) 曲げ強度に関して、被膜養生剤を用いた場合は、散水養生に比較すると、材齢 7, 28, 91 日で、それぞれ 80, 90, 95%となった。
- (3) 被膜養生剤の塗布濃度の違いは、乾燥収縮ひずみに対しては影響が明白で、塗布濃度 60g/m^2 では ASTM の水分損失量の基準を満たさなかった。しかし、曲げ強度に対しては明確には現れていない。

- (4) 屋外の観測では，被膜養生の方が散水養生と比較して初期で 2 倍，材齢が経過すると概ね 1.2 倍程度の乾燥収縮量が生じている．
- (5) 被膜養生の場合，養生初期に散水マットを用いていないことから，一日の温度変動，版内の温度勾配が大きい，長期的には散水養生の場合と同程度となる．

7．おわりに

一貫養生の実大試験施工においては，現在も舗装内温度，ひずみを観測中であり，試験舗装の長期観測の結果を詳細に検討した上で，最終的な適用性を判断する所存である．

参考文献

- (1) 土木学会コンクリート委員会:コンクリートの力学特性に関する調査研究報告,コンクリートライブラリー No.69, 社団法人土木学会, pp79, 1991
- (2) 土木学会コンクリート委員会:コンクリート構造の時間依存性変形・ひび割れ評価 - 現状と今後の課題 -, コンクリート技術シリーズ No.38, 社団法人土木学会, pp44 ~ 47, 2000
- (3) 土木学会コンクリート委員会:コンクリート標準示方書舗装編, 社団法人土木学会, pp134, 1996
- (4) 運輸省航空局:空港土木工事共通仕様書, 財団法人港湾空港建設技術サービスセンター, pp3-25, 1999
- (5) セメント協会舗装技術専門委員会:養生剤を用いたコンクリート舗装の養生合理化に関する調査・研究, 社団法人セメント協会, pp17, 2001
- (6) 潮先正博, 片脇清士, 小林茂敏:コンクリート用被膜養生剤の評価, コンクリート工学年次論文報告集, pp1005-1008, 1990
- (7) Standard Test Method for Water Retention by Concrete Curing Materials, Standard No. C156, ASTM, 1977
- (8) Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete, Standard No. C309, ASTM, 1982

A Study on Applicability of Membrane Curing Compound to Airport Concrete Pavement

Yoshitaka HACHIYA and Yukitomo TSUBOKAWA

This paper describes an application of curing method using membrane curing compound consistently to airport concrete pavement. First, the laboratory tests were conducted to clarify volume of drying shrinkage, flexural strength and volume of water retention. Then, test pavement was constructed and we measured volume of drying shrinkage and temperature in situ. As the result, following conclusions were obtained: (1) volume of drying shrinkage was larger in the beginning and less in the latter than that of water curing specimens. (2) flexural strength was over 90% as much as that of water curing specimens. (3) Variation of pavement temperature on curing compound area was larger than that on water curing area in the beginning of curing term.