

第V部門 早期交通開放可能型舗装用コンクリートに関する研究

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 増山 直樹
 菱友システム技術 正会員 井下 のぞみ
 鉄道運輸機構 正会員 長川 善彦
 立命館大学理工学部 正会員 岡本 亨久

1. まえがき

日本の道路舗装といえばアスファルト舗装が一般的である。これまでは石油を精製する際に副産物としてアスファルトが生成され、これを舗装用として用いていた。しかし現在では、石油精製に伴うアスファルトの産出は生成技術の進歩により必然ではなくなりつつある。更に、石油埋蔵量の限界から原油価格も上昇していくものと思われる。

そこで、本研究ではコンクリート舗装に着目した。コンクリート舗装は耐久性に優れていることなどの長所はあるものの、養生期間が長いことや補修が困難であるといった交通量の多い道路では致命的になる短所もある。よって本研究では早期交通開放可能な舗装用コンクリートの配合を提案するものである。

2. 実験概要

本研究では材齢 12 時間後の曲げ強度が設計曲げ強度の 70%、すなわち 3.2N/mm^2 を目指し、かつ 60 分の可使用時間を確保することを目標とした。既往の研究より普通ポルトランドセメント(以下、普通セメント)をベースに亜硝酸カルシウム 30%水溶液(以下、CN30)、メラミン系高性能減水剤およびポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤の併用により、可使用時間は満足したが、目標強度には到達できなかった。そこで本研究では早強ポルトランドセメント(以下、早強セメント)を使用して CN30 の舗装用コンクリートへの適用可能性を検討した。測定項目は、曲げおよび圧縮強度、モルタルによる乾燥収縮ひずみ、質量減少率である。

使用材料は、普通セメント(密度 3.16g/cm^3)、早強セメント(密度 3.14g/cm^3)、高槻産砕砂(密度 2.64g/cm^3)、高槻産砕石(密度 2.66g/cm^3)、CN30、ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤(Pc)、メラミン系高性能減水剤(Me)である。配合を強度と乾燥収縮試験別に表-1 及び表-2 に記す。

表-1 強度測定用配合表

配合名	%		単位量 (kg/m^3)							
	W/C	s/a	水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G		CN30	Pc	Me
						5-13 (mm)	13-20 (mm)			
N-0	40	38.8	150	375	722	575	575	0	4.2	0
N-10		37.1	160	400	671	575	575	40	8.1	6
H-0		37.1	160	400	673	575	575	0	3.0	0
H-7.5		37.1	160	400	673	575	575	30	7.0	4.8

注) 表中、N は普通セメント、H は早強セメントを示す。N または H に続く数値は CN30 のセメント重量比(%)である。

表-2 乾燥収縮用配合表

配合名	%	kg/m^3			C×%		
	W/C	W	C	S	CN30	Pc	Me
N-0	40	257	644	1350	0	0	0.6
N-7.5					7.5	0.6	1.1
N-10.0					10	0.8	1.5
H-0			643	1348	0	0	0.8
H-7.5					7.5	0.7	1.4
H-10.0					10	1	1.8

3. 実験結果

実験結果を表-3、図-1 および図-2 に記す。目標のコンクリート強度及びスランプ値を満足できたのは H-7.5 のみであった。乾燥収縮量は、普通セメントを使用した場合よりも早強セメントを使用した方が低い値となった。質量減少

率については、H-40-7.5 と H-40-10 が最小であった。

表-3 実験結果(コンクリート強度およびスランプ)

配合名	N/mm ²				スランプ値 (cm)		
	曲げ強度		圧縮強度		練混ぜ直後	30 分後	60 分後
	12h	24h	12h	24h			
N-0	1.94	4.24	7.92	15.18	10.5	1.5	0.0
N-10	2.77	4.65	13.24	24.02	11.0	4.5	1.5
H-0	1.68	4.16	9.50	25.61	9.0	3.0	1.0
H-7.5	3.54	4.09	21.40	31.95	10.0	5.0	2.5

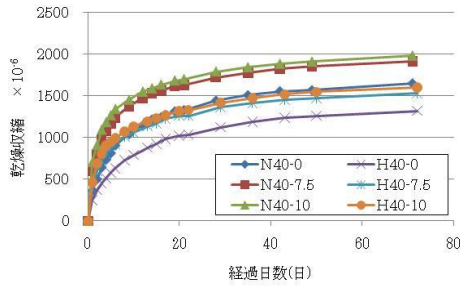


図-1 乾燥収縮の経時変化

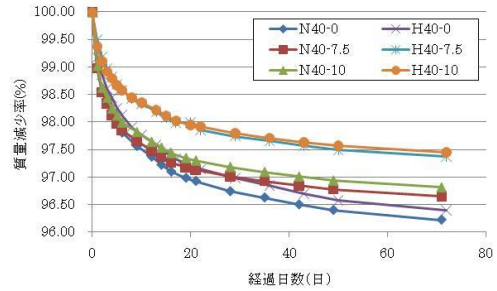


図-2 質量減少率

4. 3種類の混和剤を併用した場合の水和メカニズムの提案

本研究で得られた3種の混和剤を用いたコンクリートの水合メカニズムを考察した。CN-30 とポリカル系減水剤のみの使用では高い流動性があり、通常はスランプロスしにくい、10 分程度で硬化が進んでしまう(図-3,Zone①)。CN-30 とメラミン系減水剤のみの使用では、スランプロスしやすいはずが、多量添加すると 60 分経過時にも所定のスランプを得ることが出来るようになった(図-3,Zone②)。これらより、図-3 の Zone③は以下のメカニズムと考えた。

すなわち、メラミン系減水剤を多量に添加すると、セメント粒子の周りに減水剤が付着することにより、被覆率が上昇し水合反応が阻害される。しかし、セメント粒子に吸着したポリカルボン酸系減水剤は被覆率が上昇していても水合反応の阻害を受けない。つまり、メラミン系減水剤が吸着した箇所では水合反応を抑制し、ポリカルボン酸系減水剤が吸着した場所では水合反応が起きていることになる。したがって、図-3 の Zone③の配合を用いることにより、両者の長所を活かし、流動性を確保しつつ、スランプロスの起こしにくいものを得ることが可能になる。さらに、CN30 を使用することによって、ポリカルボン酸系減水剤部での水合反応が促進され初期強度の高いものを得ることができ図-4 の水合モデルのように表すことができる。

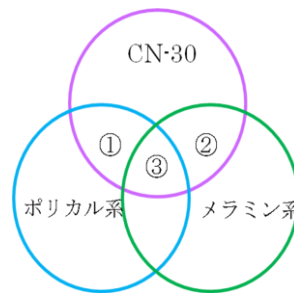


図-3 混和剤併用のマップ

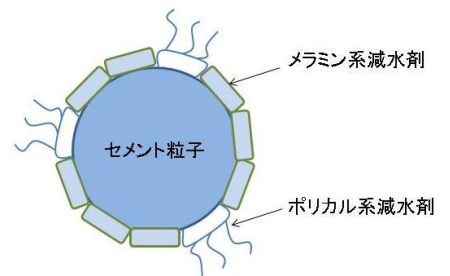


図-4 水合モデル

5. 結論

本研究から早期交通開放可能型舗装用コンクリートの配合が見出され、図-3 及び図-4 の様に示す水合モデルのように、そのメカニズムの一部が解明された。

参考文献

- 1) コンクリート工学年次論文集：Vol.31：2009
- 2) 笠井 芳夫・坂井 悦郎ほか：新・セメント・コンクリート用混材料：技術書院