

早期交通開放型コンクリート舗装

－ 1 DAY PAVEの概要－

(社)セメント協会 舗装技術専門委員会*

1. はじめに

諸外国と比べて国土が狭く、人口が密集するわが国では、道路の車線数が少なく、路肩も狭いのが一般的である。そのため、コンクリート舗装が標準で14日の養生期間を必要とすることは、交通規制などによる渋滞を生み、コンクリート舗装が敬遠される大きな要因の一つとなる。

そこで、(社)セメント協会 舗装技術専門委員会 適用性評価WGでは、①コンクリートの養生を1日間に短縮化、②汎用的な材料を用いてコスト低減、③特殊な施工方法を必要としない、④舗装の基本性能を確保、を開発目標に舗装用コンクリートの室内実験を行った。その結果、早強ポルトランドセメントを用いて低水セメント比の配合とすることにより、冬期も含めてほぼ1日で交通開放可能な早期交

通開放型コンクリートの配合を見出した。

早期交通開放型コンクリートは、図1に示すような地方幹線道等の交差点付近の道路で、停車帯付近の交通渋滞によるわだち掘れが問題になる個所(延長50m)の補修工事への利用を想定した。図2に想定した舗装断面を示す。

続いて標記のコンクリートを用いて、施工性、交通開放時期の検証、およびひび割れ・目地部の段差などの舗装版の経時的な変化の確認を目的に、構内試験施工を実施した。その結果、早期交通開放型コンクリートは、生コンプラントから出荷可能であること、コンクリートの施工性、およびコンクリート版の半年後までの供用性には、特に問題がないことを確認した。

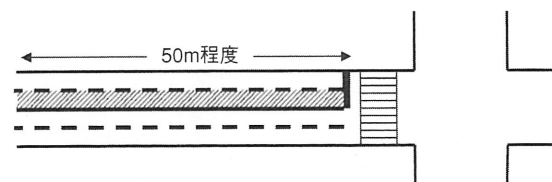


図1 想定した施工箇所(平面概要図, 斜線部)

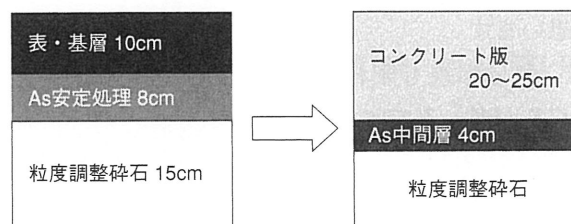


図2 想定した舗装断面

*【委員長】小梁川 雅 [東京農業大学] / 【委員】國府勝郎 [首都大学東京・名誉教授], 西澤辰男 [石川工業高等専門学校], 渡辺博志, 久保和幸 [(独)土木研究所], 関口幹夫 [東京都土木技術支援・人材育成センター], 神谷恵三 [(株)高速道路総合技術研究所], 高橋哲躬 [大林道路(株)], 野田悦郎 [日本道路(株)], 根本信行 [(株)NIPPO], 児玉孝喜 [鹿島道路(株)], 中丸 貴 [大成ロテック(株)], 松田敏昭 [世紀東急工業(株)], 辻本一志 [全国生コンクリート工業組合連合会], 野田恒幸 [麻生ラファージュセメント(株)], 大和功一郎 [宇部興産(株)], 安藤 豊 [住友大阪セメント(株)], 梶尾 聡 [太平洋セメント(株)], 西本貴夫 [(株)トクヤマ], 小倉 東 [日鐵セメント(株)], 高尾 昇 [三菱マテリアル(株)]
【事務局】村田芳樹(2010年3月退任), 佐藤智泰(2010年4月退任), 野田潤一 [(社)セメント協会]
RESEARCH ON CONCRETE PAVEMENT THAT ALLOWS EARLY OPENING TO TRAFFIC (by Comittie on pavement, JCA)

表1 強度発現確認試験の要因と水準

セメントの種類	養生温度	目標スランブ	水セメント比	試験材齢
普通ポルトランドセメント(N)	5, 20, 35℃	8cm	30%	養生温度5℃が1日, 3日, 28日 養生温度20℃, 35℃が10時間, 1日, 28日
	20℃	18cm	30%	
		2.5cm	40%	
早強ポルトランドセメント(H)	5, 20, 35℃	2.5cm	40%	
	20℃	8cm	30%	
		18cm	30%	

これらの室内試験結果、構内試験施工と施工後半年までの供用性調査結果を取りまとめ、委員会報告¹⁾を刊行した。本稿では、その一部を紹介する。詳細は委員会報告¹⁾を参照されたい。

2. 室内試験の概要

2-1. 強度発現確認試験

舗装用コンクリートの強度発現確認試験を行った。試験の要因と水準を表1に示す。使用材料は市販のセメント(普通ポルトランドセメント:密度3.15g/cm³, 比表面積3330cm²/g, 早強ポルトランドセメント:密度3.13g/cm³, 比表面積4630cm²/g), 碎石(茨城県笠間産碎石:粗粒率7.99, 密度2.68g/cm³, 東京都青梅産碎石:粗粒率6.54, 密度2.63g/cm³)および山砂(千葉県君津産山砂:粗粒率2.57, 密度2.61g/cm³), 混和剤が高性能AE減水剤(ポリカルボン酸系化合物)およびAE減水剤(リグニンスルホン酸系化合物)を使用した。養生は、試験材齢まで表1に示す所定の温度環境で封緘養生した。

2-2. 施工性・耐久性試験

強度発現確認試験結果より選んだ早期交通開放型舗装用配合と、比較のための一般舗装用配合の2種類について、施工性および耐久性等に関する試験を行った。試験はフレッシュ時のダレ確認試験、スランブロス確認試験、長さ変化試験、すべり抵抗試験およびラベリング試験を行った。フレッシュ時のダレ確認試験では、コンクリートを15×15×53cmの

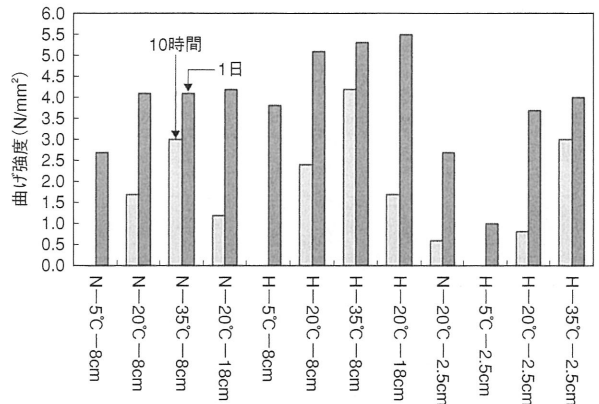


図3 早期強度発現確認試験結果

鋼製の型枠に打設し、勾配4%に傾け、表面のダレを目視した。スランブロス試験は、養生温度を最も条件の厳しい35℃とし、測定時(練混ぜ後0, 30, 60分)まで静置したコンクリートを用いてスランブ、スランブフロー、空気量を測定した。長さ変化試験はJIS法に従った。すべり抵抗試験およびラベリング試験は道路協会編:舗装調査・試験法便覧に準拠した。

3. 室内試験結果

3-1. 強度発現確認試験結果

材齢10時間および材齢1日の曲げ強度試験結果を図3に示す。養生期間の目安²⁾となる曲げ強度3.5N/mm²に着目すると、材齢10時間では早強ポルトランドセメント使用の養生温度35℃の水準が3.5N/mm²を超えた。材齢1日では、早強ポルトランドセメントを使用した水セメント比30%のすべての水準で3.5N/mm²を超えた。普通ポルトランドセメントでは、養生温度5℃を除く水準で3.5N/mm²を超えた。また、スランブ値の違いによって強度に大きな差を生じることはなかった。これらの結果より、早期に強度発現の良好な早強ポルトランドセメントを使用し、施工性に配慮して水セメント比を35%とした、表2に示す配合を選択した。

表2 コンクリートの示方配合

種類	セメントの種類	粗骨材最大寸法(mm)	目標スランプフロー(cm)	目標空気量(%)	水セメント比(%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m ³)			
							水	セメント	細骨材	粗骨材
早期交通開放型コンクリート	H	20	40±5	4.5±1.0	35	42	155	443	733	1012
一般舗装用コンクリート	N	40	2.5±1.0				42	38	130	310

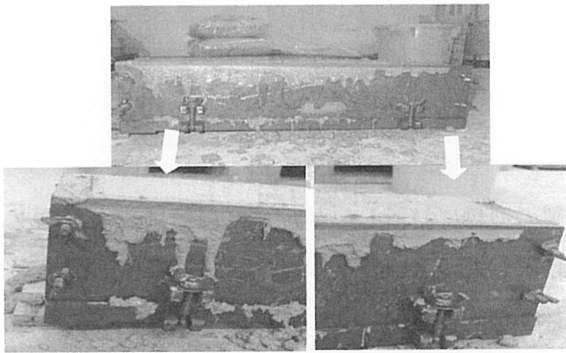


写真1 フレッシュコンクリートのダレ確認試験状況

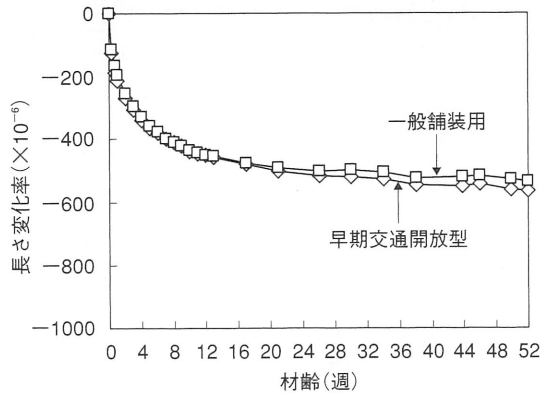


図4 長さ変化試験結果

3-2. 施工性・耐久性試験結果

表2に示す配合のコンクリートについて各種施工性・耐久性試験を行った。フレッシュ時のダレ確認試験では、目視によるダレは確認されなかった。ダレ試験の様子を写真1に示す。スランプロス試験は、練混ぜ後60分についても、スランプ15cmが保持されており、施工に当たって問題のない結果と思われた。長さ変化試験は材齢1年まで測定を行い、図4に示すように早期交通開放型コンクリートも一般舗装用コンクリートとほぼ同じ結果であった。すべり抵抗試験およびラベリング試験結果を表3に示す。

表3 すべり抵抗試験およびラベリング試験結果

種類	セメントの種類	BPN値	すり減り量(断面積cm ²)
早期交通開放型	H	88	0.66
一般舗装用	N	93	0.84

表4 使用材料

材料	性質
セメント	早強セメント(市販品) 密度: 3.14g/cm ³ 比表面積: 4540cm ² /g
細骨材 (粗: 砕: 細 = 35: 50: 15)	粗砂 表乾密度: 2.60g/cm ³ 吸水率: 1.65% 粗粒率: 3.07
	砕砂 表乾密度: 2.66g/cm ³ 吸水率: 1.48% 粗粒率: 2.77
	細砂 表乾密度: 2.58g/cm ³ 吸水率: 2.76% 粗粒率: 1.78
粗骨材	硬質砂岩砕石2005 表乾密度: 2.67g/cm ³ 吸水率: 0.97% 粗粒率: 6.68

すべり抵抗性では、BPN値が早期交通開放型コンクリートの方が低いものの、安全の目安³⁾である65を大きく上回った。また、ラベリング試験結果は、早期交通開放型コンクリートの方が一般舗装用より小さい値であり、わだち掘れに対する十分な耐久性を有していることが認められた。

4. 構内試験施工概要

4-1. 使用材料と配合

コンクリートの使用材料を表4に、選定した配合を表5に示す。

4-2. 施工時期、施工場所および規模

試験舗装の施工時期は、2009年5月で施工場所は、太平洋セメント(株)熊谷工場内の構内道路とした。試

表5 試験舗装配合

目標スランプフロー (cm)	目標空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単用量 (kg/m ³)			
				水	セメント	細骨材	粗骨材
40±2.5	4.5±0.5	35	42	165	471	705	991

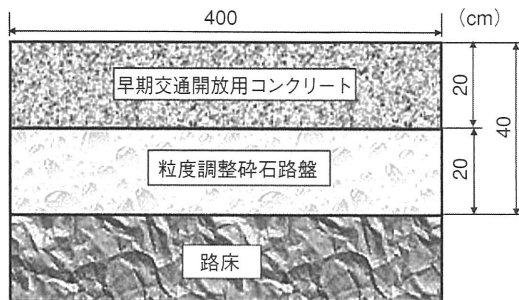


図5 舗装構成

験舗装の規模は、延長64m幅4mの256m²とした。



写真2 早期開放型コンクリートの舗設

4-3. 舗装構成

舗装構成は図5に示すように、工場内の標準断面に合わせて、厚さ20cmの粒度調整碎石の路盤と、20cmのコンクリート版を表層とした。目地間隔は既設舗装の目地間隔と同じ6mとした。横目地部にφ25×700mmのダウエルバーを400mm間隔で設置した。縦目地部は、D16×600mmのタイバーを1000mm間隔で設置した。

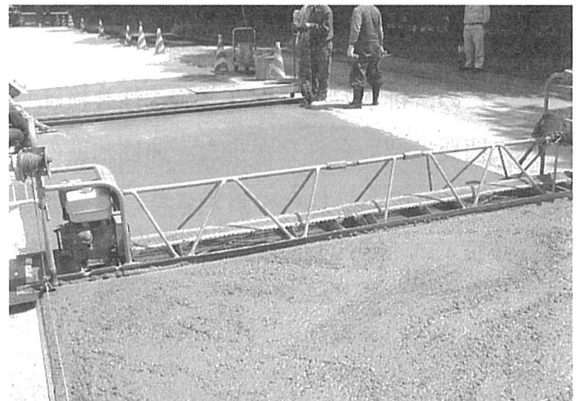


写真3 簡易フィニッシャによる締固め

4-4. 施工の工程

(1) コンクリート舗設前まで

既設版・路盤を撤去し、路床整正後、路盤材をダンプトラックで搬入・整正し、タイヤローラおよび振動ローラ(4t)で転圧し、既設コンクリート版にタイバーを、路盤上に路盤紙を設置した。

(2) コンクリートの舗設

生コンをトラックアジテータ(10t)で搬入(運搬時間40分)した。横目地部にダウエルバーを設置しながら、コンクリートを簡易フィニッシャ(4m級)および棒状パイププレートによって敷き均し、締め固めた。敷き均し速度は、約0.5~1.0m/分とした。養生は養生剤を散布し、養生マットを24時間敷設した。目地は翌日に目地間隔6m、幅10mm、深さ50mm

表6 供用前調査項目

調査項目	試験方法	測定位置
曲げ強度	JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」	現場養生
路面性状	舗装調査・試験法便覧S029「舗装路面のひび割れ測定方法」	路面全面
平坦性	舗装調査・試験法便覧S028「舗装路面の平坦性測定方法」の3mプロフィールメータによる方法	OWP
すべり抵抗	舗装調査・試験法便覧S021-3「回転式すべり抵抗測定器による動的摩擦係数の測定方法」	OWP(3箇所)

表7 曲げ強度試験結果

材齢(日)	曲げ強度(N/mm ²)	
	現場養生	水中養生
1	5.69	-
7	5.74	-
28	7.57	8.19

に切削し、目地材を注入した(写真2, 3)。

4-5. 供用前調査

舗装版の供用前調査は、表6に示すような項目で実施した。

5. 構内試験施工調査結果

5-1. 施工性およびコンクリートの曲げ強度と交通開放時期

本施工に供したコンクリートは軟らかいコンクリートのため、排水勾配確保など施工性を検証したが、特に問題は認められなかった。曲げ強度の試験結果を表7に示す。これらの結果より、交通開放目標曲げ強度3.5N/mm²以上を発現する材齢は15時間と推定された。

5-2. 供用前の平坦性(標準偏差(σ))およびすべり抵抗性(すべり摩擦係数(μ))

施工直後の平坦性は、1.93mmで、これは、舗装の構造に関する技術基準に示される2.4mm以下⁴⁾を満足した。コンクリート舗装路面のすべり抵抗性は、40km/hが $\mu_{40} = 0.60$ 、60km/hが $\mu_{60} = 0.51$ 、80km/hが $\mu_{80} = 0.47$ で、やや小さい印象がある。これは、表層にほうき目が入り難かったことが理由として挙げられる。ただし、すべり摩擦係数 μ_{80} は、舗装設計便覧⁵⁾の路面設計条件例の0.3以上を満足した。

5-3. 路面性状変化および供用性状

ひび割れ調査の結果、コンクリート打設翌日の調



写真4 半年後の構内試験施工現場

査で一枚の版に初期ひび割れが発見された。これは、コンクリート打設の当日に、気温が高く強風であった(最高気温25℃、最大瞬間風速20m/s)ため、養生マットが乾き、一部はがれたためと考える。半年後の調査では、ひび割れの進行および新たなひび割れの発生は見られなかった。半年後の供用性状を写真4に示す。大型車が約200台/日(平均車両重量20t超)走行する個所であるが、良好に供用されている。

6. まとめ

今回の試験は、市販されているセメントを使用した低水セメント比のコンクリートの配合を用いて、強度の面から養生期間の短縮を検討した。また、施工性や耐久性についても確認試験を行った。その結果より、早強ポルトランドセメントを使用した低水セメント比のコンクリートを用いることにより養生期間1日で所定の性能を発揮するコンクリートの製造が可能であると認められた。

試験施工での簡易フィニッシャによる、施工性や排水勾配確保に問題は認められなかった。また、現場養生材齢1日における曲げ強度は5.69N/mm²であり、交通開放目標曲げ強度3.5N/mm²を材齢15時間で発現すると推定された。施工直後の平坦性は1.93mmと基準値の2.4mm以下を満足し、すべり摩擦係数 μ_{80} は0.47と路面設計条件例の0.3以上であっ

た。打設直後から初期ひび割れが発生したが、半年後の調査での進行や新たな発生は見られなかった。今後は引き続き経過を観察する。

【謝辞】 本報告は(社)セメント協会 舗装技術専門委員会の研究活動の一つとして行われたものであり、ここにご尽力をいただきました委員各位に深謝致します。また、構内試験舗装の実施に当たり、ご協力いただいた太平洋セメント(株)熊谷工場および関係各

位に対し、深謝致します。

[参考文献]

- 1) (社)セメント協会 舗装技術専門委員会報告R27「早期交通開放が可能なコンクリート舗装に関する調査研究」, 2010
- 2) 日本道路協会編/セメントコンクリート舗装要綱, 1984
- 3) 市原, 小野田/新訂版路面のすべり, 技術書院, 1986
- 4) 日本道路協会編/舗装の構造に関する技術基準・同解説, 2001
- 5) 日本道路協会編/舗装設計便覧, 2006

HOT NEWS on Cement & Concrete

■日本コンクリート診断士会が発足

コンクリート診断士の技術力や社会的地位の向上などを目的に、各地区の診断士会で構成する全国組織「一般社団法人 日本コンクリート診断士会」(会長・林 静雄東京工業大学教授)が7月23日に発足した。

近年、インフラの老朽化に伴い、コンクリート構造物の劣化診断などのニーズが高まりつつある。そのなかで同会は、①診断士の技術力・資質の向上によるコンクリート構造物の維持管理への貢献、②日本コンクリート工学協会認定によるコンクリート診断士制度の社会的認知および診断士の地位向上、などを目的に、各地区の診断士会の効率的連携を図るため全国組織を設立したものの。設立時点で東京、北海道、京都・滋賀など14地区の診断士会の会員600人超と法人会員45社による構成で、企画、広報、技術の3部会を設置する。

同会では今後、①診断士の技術向上に向けた各地区での講習会や見学会の実施、②パンフレット作製、ホームページ上での情報提供など、会員拡大および一般へのPRを図るための広報活動、③官公庁が発注する業務委託の参加資格要件にコンクリート診断士を位置付けるための要望活動、などを行っていく方針だ。

なお、同会の連絡先は、東京コンクリート診断士会内 ☎042-320-5585, e-mail:tcd@candr.jp。

■クリンカー焼成工程の革新的技術開発に着手

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は、低炭素社会に適応した革新的セメント生産技術の実用化に関する研究事業「革新的セメント製造プロセス基盤技術開発」に着手する。

この事業は、①鉱化剤・融剤の選定や開発による焼成温度低下技術、②焼成プロセスを解析するシミュレーション技術、③焼成中のキルン内部状況の計測技術を用いた鉱物組成の変更や焼成プロセスの高度化、などの省エネ技術の融合により、セメント製造におけるエネルギー消費の8~9割を占めるクリンカー焼成工程の焼成温度低下および焼成時間短縮を図り、国内セメント製造業全体の競争力強化およびCO₂排出削減につながる革新的生産・省エネ技術確立を目指すもの。

研究事業は、第1期(2010~12年度)と第2期(2013~14年度)に分けて実施し、今回の第1期では、要素技術の開発と革新的プロセスの設計段階までを実施する予定で、外部有識者による中間評価を踏まえた事業見直しも行う。2014年度までにセメント製造用熱エネルギー原単位の8%削減を目標とし、同技術確立後は、セメント製造プロセスでの早期実用化を目指し、最終的には国内外のセメント業界全体への普及に向けた取り組みを進めていくという。

同機構では、研究委託業者の公募を行い、研究提案内容等をもとに10月中旬に研究事業者を決定する予定。

【55ページに続く】