

セメント協会
加盟会社

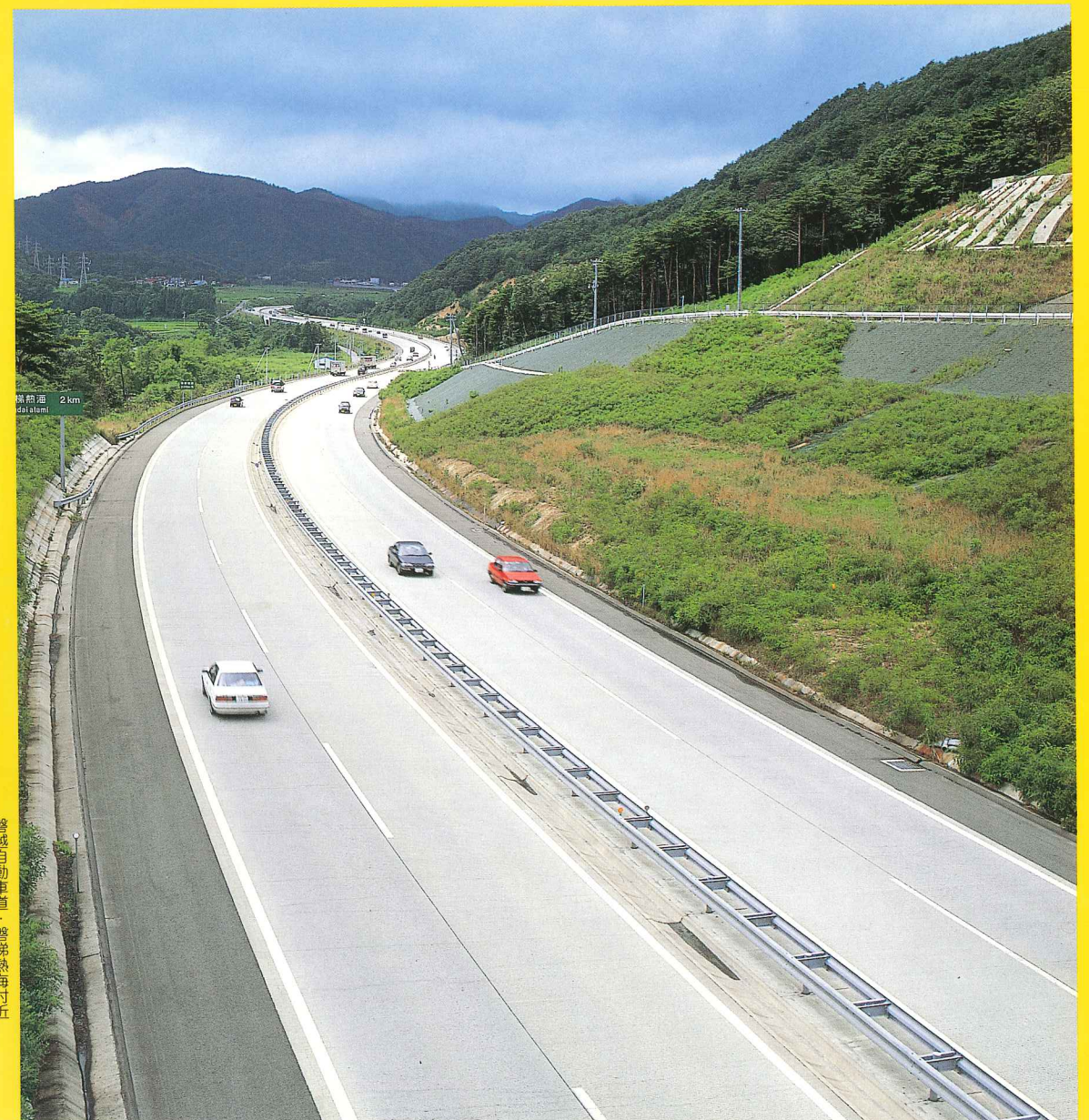
(1999年3月現在)

- 八戸セメント株式会社……………●本社 青森県八戸市大字新井田字下鷹待場7-1 〒031-0813
☎0178-33-0111
- 日鐵セメント株式会社……………●本社 北海道室蘭市仲町64 〒050-0087
☎0143-44-1693
- 東京管理部 東京都中央区日本橋室町4-3-12(バンセイ室町ビル5階) 〒103-0022
☎03-3279-0581
- 東ソー株式会社……………●東京本社 東京都港区赤坂1-7-7(東ソービル) 〒107-8451
☎03-3585-3311
- 南陽事業所 山口県新南陽市開成町4560 〒746-8051
☎0834-63-9800
- 株式会社トクヤマ……………●本社 山口県徳山市御影町1-1 〒745-8648
☎0834-21-4326
- セメント事業部 東京都港区西新橋1-4-5 〒105-8429
☎03-3597-5190
- 琉球セメント株式会社……………●本社 沖縄県浦添市西洲2-2-2 〒901-2123
☎098-870-1080
- 荻田セメント株式会社……………●本社 福岡県飯塚市大字柏の森778-1 〒820-0011
☎0948-22-3604
- 東京支店 東京都港区南青山5-9-19(MAR'S南青山7階) 〒107-0062
☎03-5485-1711
- 太平洋セメント株式会社……………●本社 東京都千代田区西神田3-8-1(太平洋セメントビル) 〒101-8357
☎03-5214-1520
- 第一セメント株式会社……………●本社 神奈川県川崎市川崎区浅野町1-1 〒210-0854
☎044-322-5361
- 東京事務所 東京都中央区銀座7-12-18(第一銀座ビル6階) 〒104-0061
☎03-3541-4421
- 敦賀セメント株式会社……………●本社 福井県福井市中央3-3-28 〒910-0006
☎0776-22-5600
- 敦賀本部 福井県敦賀市泉2-6-1 〒914-8686
☎0770-22-9700
- 宇部興産株式会社……………●宇部本社 山口県宇部市西本町1-12-32 〒755-8633
☎0836-31-0111
- 東京本社 東京都品川区東品川2-3-11(UBEビル) 〒140-8633
☎03-5460-3311
- 電気化学工業株式会社……………●本社 東京都千代田区有楽町1-4-1(日比谷三信ビル5階) 〒100-8455
☎03-3507-5055
- 麻生セメント株式会社……………●本社 福岡県飯塚市大字柏の森778-1 〒820-0011
☎0948-22-3604
- 東京支店 東京都港区南青山5-9-19(MAR'S南青山7階) 〒107-0062
☎03-5485-1711
- 三河小野田セメント株式会社……………●本社 愛知県渥美郡田原町大字豊島字安原崎22 〒441-3417
☎0531-22-2711
- 明星セメント株式会社……………●本社 東京都千代田区西神田3-8-1(太平洋セメントビル7階) 〒101-0065
☎03-5214-1484
- 三井鉱山株式会社……………●本社 東京都中央区日本橋室町2-1-1(三井ビル本館4階) 〒103-0022
☎03-3241-1323
- 三菱マテリアル株式会社……………●本社 東京都千代田区大手町1-5-1(大手町ファーストスクエア) 〒100-8117
☎03-5252-5201
- 新日鐵高炉セメント株式会社……………●本社 福岡県北九州市小倉北区西港町16 〒803-0801
☎093-884-1749
- 営業部 東京都中央区日本橋3-14-5(祥ビル5階) 〒103-0027
☎03-5204-8861
- 日立セメント株式会社……………●本社 茨城県日立市平和町2-1-1 〒317-0062
☎0294-22-2111
- 東京事務所 東京都豊島区高田3-31-5(マルカビル) 〒171-0033
☎03-3984-4158
- 住友大阪セメント株式会社……………●本社 東京都千代田区神田美土代町1(住友商事美土代ビル2~7階) 〒101-8677
☎03-3296-9600

社団法人 セメント協会
JAPAN CEMENT ASSOCIATION

CRCP Q & A

連続鉄筋コンクリート舗装



磐越自動車道・磐梯熱海付近

この小冊子は、スリップフォーム工法による連続鉄筋コンクリート舗装（CRCP）の普及を目的として、社団法人セメント協会 開発・普及委員会傘下の新規需要調査専門委員会が発行するものです。本誌の内容についてのご質問やお問い合わせは、セメント協会事業部普及課までお寄せください。

[発行者]

斎藤 寛 士 社団法人セメント協会 開発・普及委員会 新規需要調査専門委員会 委員長

[監修者]

福田 正 氏 東北大学大学院 教授 工学博士

[執筆・編集者／敬称略] CRCP Q&A 編集委員会

寺原 孝 日本道路公団 東北支社 いわき工事事務所 調査課長
綾田 隆 史 日本セメント株式会社 中央研究所セメント・コンクリート研究部主任研究員
安藤 豊 住友大阪セメント株式会社 建材事業部 技術開発部 製品開発課長
大西 利 勝 宇部興産株式会社 建設資材事業本部 技術開発部 製品グループ 主任研究員
川畑 耕 一 三菱マテリアル株式会社 セメント・建材事業本部 生産技術部 製品課長
小宮山 慎一郎 セメント協会 事業部 普及課（事務局）

[編集協力・写真提供]

日本道路公団
建設省 中部地方建設局 名古屋国道工事事務所・愛知国道工事事務所
建設省 関東地方建設局 高崎工事事務所・大宮国道工事事務所
北海道開発局 函館開発建設部
日本道路株式会社
鹿島道路株式会社
大成ロテック株式会社
荒山重機工業株式会社
樋口 則正氏
泉 昭二氏（イラスト）

CRCP Q&A 1998年3月発行

- 発行所 社団法人 セメント協会
〒104-0031 東京都中央区京橋1-10-3 服部ビル4階
☎03-3561-8634 [事業部 普及課] ☎03-3561-8632 [図書販売]
FAX 03-3567-8570
振替貯金口座 00170-9-196803
- 研究所 〒114-0003 東京都北区豊島4-17-33
☎03-3914-2691（代表） FAX 03-3914-2690

発刊によせて

東北大学大学院 教授
工学博士

福田 正



そう多くない私の外国旅行の先々で、コンクリート舗装やその舗装工事によくくわす。欧米はともかくとして、アジア諸国でも新設工事はコンクリート舗装が多く、アスファルト舗装の工事はあまり見られなかった。特にフィリピンはセメント不足、中国も足りないはず。それでもコンクリート舗装が優先されているようだ。

この理由はなんだろうか。単にコンクリート舗装がアスファルト舗装よりライフサイクルコストが安いからだけとは思えない。聞いてみると、道路（舗装）は消耗品ではない。そうたびたびオーバーレイや再舗装で資源を消費できないからだと言う。真の意味で社会資本なのだ。

いま時代は国際化のとき。省資源・省エネルギーを十分考えた環境マネジメントシステムを採らない会社は貿易の相手にされない。と同じように、わが国だけが地球資源をどんどん使うことは許されないのである。

道路は公共の資産である。もっと積極的に、エネルギー問題や地球環境問題を考えるべきではないだろうか。

この小冊子は、コンクリート舗装の中でも耐久性がたかく、乗り心地のよい連続鉄筋コンクリート舗装（CRCP）を分かりやすく解説したもので、執筆グループの汗の結晶と言ってよい。一読をおすすめする。

1998年 3月

まえがき

CRCP（連続鉄筋コンクリート舗装）は、コンクリート舗装の中でも優れた耐久性と優れた平坦性（走行性）をもつ舗装です。しかしながら、わが国ではまとまった資料や文献などが整っていないこともあって、CRCPの特長や特性についてあまり知られていないのが現状です。

そこで私たちはこの小冊子を作りました。編集の目標は、①CRCPの内外の情報をできるだけ取り込むこと、②できるだけ分かりやすい本にすること、③そしてできるだけ多くの方々にCRCPの良さを知っていただくこと、です。

したがって「舗装要綱」などの内容を全て網羅していないことをお断りしておきます。

私たちは、これから先もCRCPの技術がさらに究明され、普及していくことを願ってやみません。

1998年3月

CRCP Q&A
編集委員会

目次

発刊によせて……福田 正 前付1

まえがき……CRCP Q&A 編集委員会 前付2

【概要】

- Q1 CRCPとはどのような舗装ですか 1
- Q2 どのように施工するのですか 3
- Q3 どれくらい施工されていますか 6
- Q4 供用性はどうか 7
- Q5 耐久性はどうか 8
- Q6 CRCPの課題にはどのようなことがあげられますか 9

【構造設計】

- Q7 舗装の構成はどのようになっていますか 10
- Q8 版の厚さはどれくらいですか 11
- Q9 なぜ目地はいらぬのですか 12
- Q10 ひび割れ幅はどれくらいまでならよいのでしょうか 13
- Q11 コンポジット舗装としたら何がかわるのですか 14

【材料・配合設計】

- Q12 使用する材料はどのようなものですか 15
- Q13 鉄筋についてももう少し詳しく教えてください 16
- Q14 連続スパーサとはどのようなものですか 18
- Q15 スリップフォーム工法でのコンクリートの配合はどのようにしていますか 19

【施工および品質管理】

- Q16 スリップフォーム工法の特長はどのようなことですか 21
- Q17 スリップフォームの施工で注意することはどのようなことですか 23
- Q18 スリップフォーム工法でトンネル内の施工はできますか 28
- Q19 2層を同時に施工できる機械はありますか 29
- Q20 構造物との取り付け部分はどうするのですか 30
- Q21 骨材露出工法とはどのようなものですか 32
- Q22 品質管理には特別なものが必要ですか 34

【補修】

- Q23 日常の維持管理はどのようにしているのですか 35
- Q24 破損のしかたに特徴はありますか 35
- Q25 どんな補修がされていますか 38
- Q26 CRC版によるオーバーレイは行われていますか 40

参考文献 43

あとがき……編集部 44

Q1 uestion

●概要

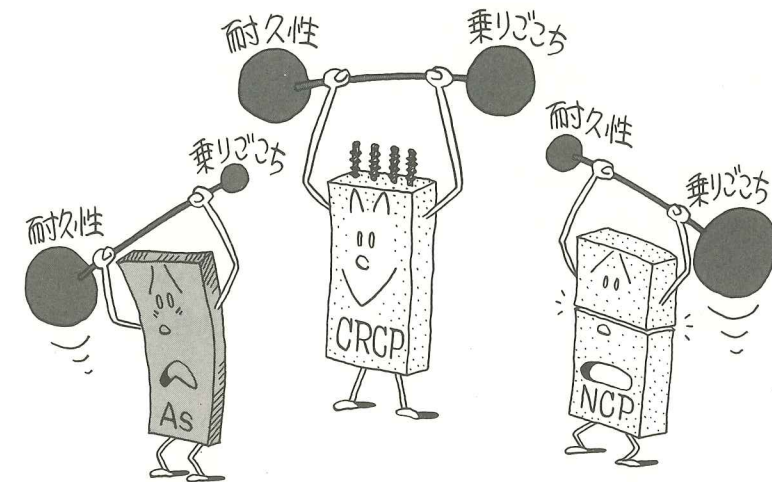
CRCPとはどのような舗装ですか

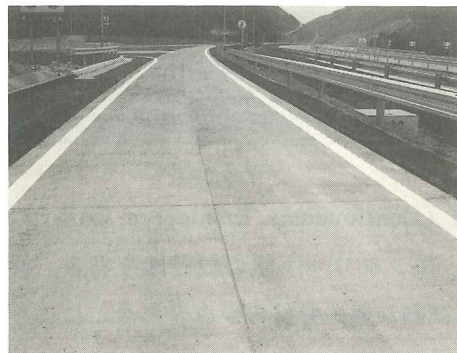
A answer CRCPとは、連続鉄筋コンクリート舗装（Continuously Reinforced Concrete Pavement）のイニシャルをとった略称で、コンクリート版の横目地を省き、横ひび割れを縦方向鉄筋で分散させ、鉄筋と個々のひび割れ面の骨材のかみ合わせにより連続性を保とうとする舗装です。

舗装は、大別してアスファルトコンクリート舗装（以下「アスファルト舗装」という）とセメントコンクリート舗装（以下「コンクリート舗装」という）に分けられますが、CRCPは、Q1・表1のように分類されるコンクリート舗装のひとつです。またコンポジット舗装工法のベースに使用されることもあります。

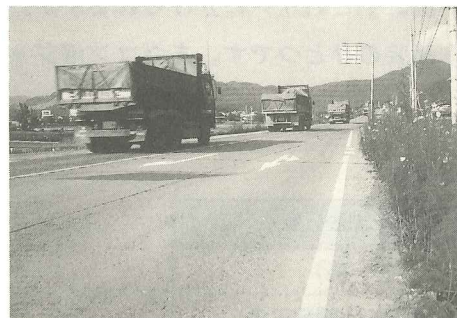
Q1・表1 表層材種類の分類¹⁾

表層材種類の分類	配合・工法分類
アスファルト舗装	(省略)
セメント・コンクリート舗装	コンポジット舗装工法
	無筋コンクリート舗装
	鉄網コンクリート舗装
	連続鉄筋コンクリート舗装(CRCP)
	転圧コンクリート舗装
プレキャストコンクリート舗装	
プレストレスコンクリート舗装	
樹脂・その他の舗装	(省略)

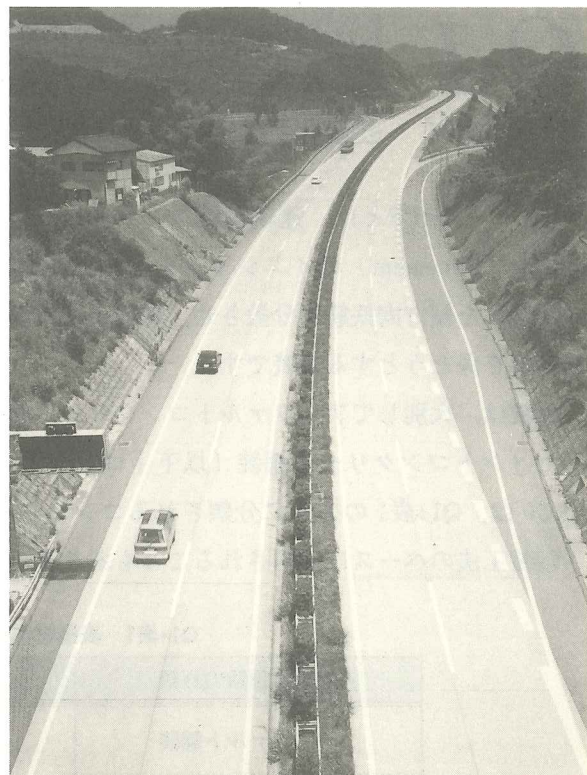




Q1・写真1 プレキャスト・プレストレスト
コンクリート舗装



Q1・写真2 転圧コンクリート舗装
(栃木県岩舟町)



Q1・写真3 鉄網コンクリート舗装 (常磐自動車道)

CRCPの特徴は以下のとおりです。

- ① コンクリート版に縦方向鉄筋を連続して配筋する。
- ② コンクリート版に横方向目地を設けない。
- ③ 連続鉄筋により横方向に生じるひび割れは小さくなり、鉄筋とひび割れ面での骨材のかみ合わせにより連続性が保たれている。
- ④ 版厚は、鉄網コンクリート舗装よりも1割ほど薄くできる。
- ⑤ 構造的に連続しているため、スリップフォーム工法など連続した機械化施工が容易である。
- ⑥ 横目地がないため、車両の高速走行性は良好である。
- ⑦ 普通コンクリート舗装は(無筋または鉄網コンクリート舗装)、端部(目地部)が弱点となりやすいが、CRCPは目地がないため耐久性に優れている。
- ⑧ コンクリート舗装なので流動によるわだちが生ぜず、耐久性に優れている。したがって、補修頻度が減り、工事渋滞を減らすことができる。

以上のように、CRCPは耐久性があり、高速走行に優れていることから、重交通の高速道路などに使用されるのを期待されています。

●概要

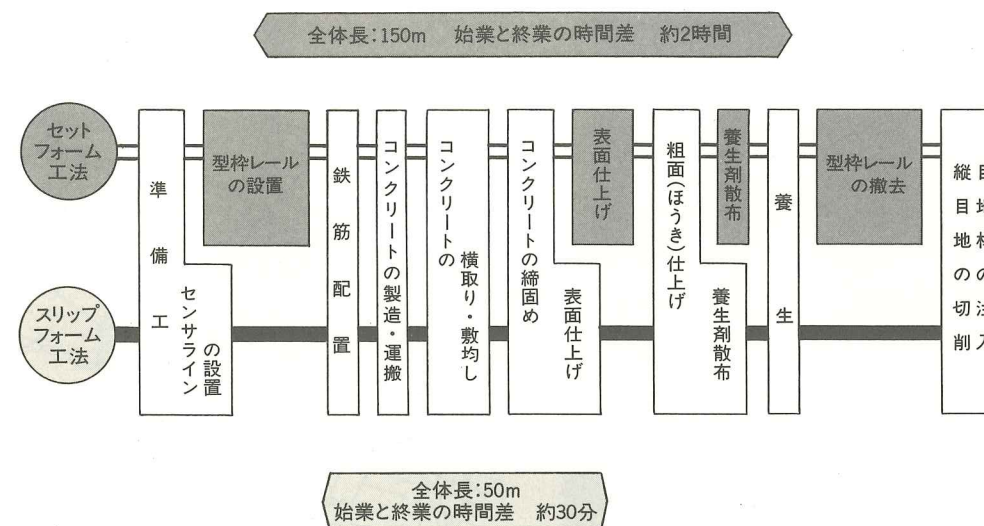
Q2 uestion

どのように施工するのですか

A nswer CRCPの施工の順序は、鉄網の代わりに連続鉄筋を用いるほかは普通コンクリート舗装と同様の施工方法で行われます。型枠レール設置を行わないで工期や工費を削減するために、最近では従来のセットフォーム工法に代わってスリップフォーム工法を採用するケースが多いようです。

スリップフォーム工法とは、コンクリートの締固め・整形仕上げにスリップフォームペーパーを使用して、型枠の設置を不用にした工法です。セットフォーム工法とスリップフォーム工法の施工順序をQ2・図1に、スリップフォーム工法による施工の概要をQ2・図2に示します。

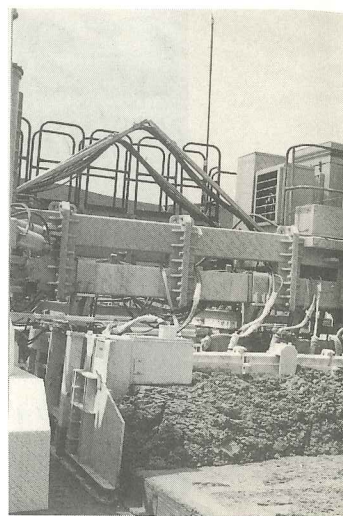
(関連質問 Q16)



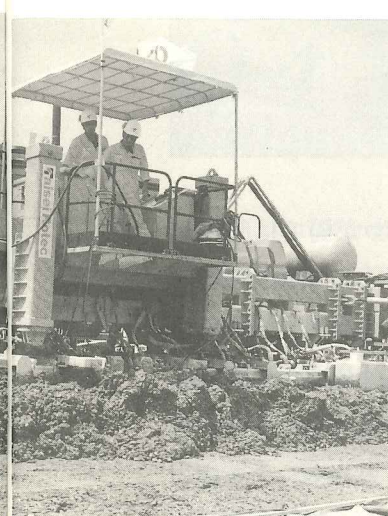
Q2・図1 スリップフォーム工法とセットフォーム工法の施工の違い⁴⁾



・コンクリートの敷均し

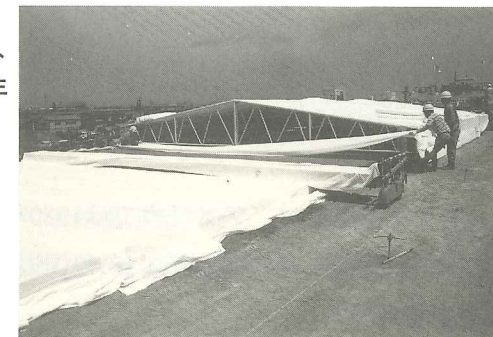


・締固め

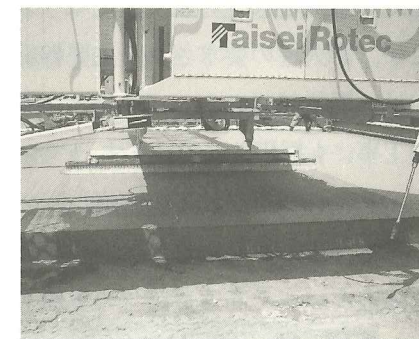


③ 表面仕上げ・
養生剤散布機

・マット、テント
による養生



養生テントを
かけてコンク
リートの硬化
を待ちます。



・粗面仕上げ



・鉄筋の配置

オーガは、おろされた生コンを左右に振り分けます。

オーガによりコンクリートが所定の厚さになるように量を調整します。

パイププレートにより生コンが流動化されます。

① 横取り・
敷均し機

④ 養生テント

養生剤を散布し、コンクリートの表面を覆って保護します。

ほうき目などの粗面仕上げを行います。

オートフローで表面を均します。

② 締固め・
整形機

鉄筋は連続した縦筋と、直角方向に横筋があります。

生コンは、生コンプラントからトラックで運びプレーサにおろします。

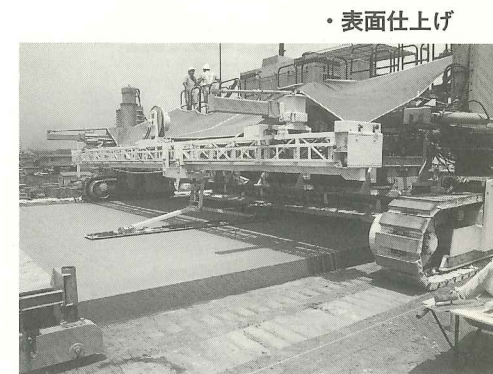
生コンはベルトコンベヤで舗装面中央に運ばれます。

・コンクリートの横取り

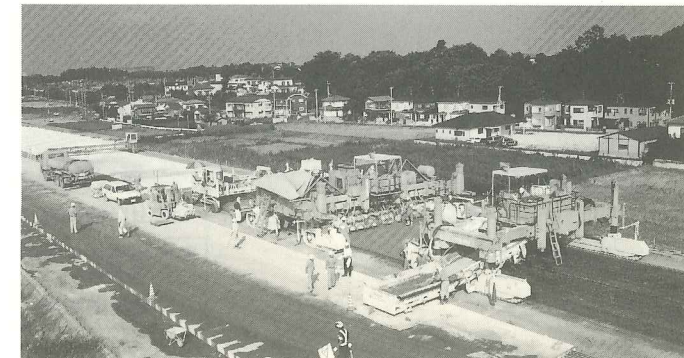


Q3・図2 スリップフォーム工法による CRCP

の施工手順 (参考：館山自動車道の施工例)



・スリップフォーム工法の全景



Q3 uestion

●概要

どれくらい施工されていますか

A CRCPは、アメリカでは1920年代から施工されています。わが国では昭和38
answer (1963)年に郡山国道(一般国道4号:福島県岩瀬郡鏡石町地内)で試験的に行っ
たのが最初です。

もっとも施工実績の多いアメリカや、ヨーロッパ各国では、都市間高速道路や主要幹線
道路で施工されています。イギリスでは、地盤沈下が予想される個所に適用されていま
したが、耐久性の要求される主要幹線道路に採用されるようになってきています。フランス
では、既設舗装のオーバーレイに適用されるケースが多くなっていますが、新設工事や拡
幅工事にも採用されています。ベルギーでは、新設工事のほか、既設舗装の補修(オー
バーレイ)にも採用されています²⁾。

日本では、件数としては一般国道の実績が多いようです。近年では、常磐道、磐越道、
山陽道といった高速道路での実績も増えています。これらの一部の高速道路では、表基層
にアスファルトを用い、CRCPはそのベースとして使用する「コンポジット舗装」につい
ても試験的に取り組んでいます。

Q3・表1 外国での主な実績³⁾

国名	実績(km)
アメリカ	24,575
ベルギー	2,930
フランス	301
スペイン	172
イギリス	170
オーストラリア	100
南アフリカ	93
イタリア	53
マレーシア	38
オランダ	6

Q3・表2 日本での主な実績

施工例	実績(m)	施工年月
郡山国道	500	1963.6
森バイパス	1,000	1972.6
東北自動車道	1,056	1974
中山バイパス	1,383	1979.9
名古屋国道	2,200	1981
草津温泉	2,040	1983
月夜野バイパス	2,188	1985
北条バイパス	2,496	1987.6
常磐自動車道	23,041	1988
磐越自動車道	13,660	1990
上武バイパス	1,350	1990
山陽自動車道	2,800	1991
館山自動車道	3,510	1994
名古屋環状2号線 (一般国道302号)	5,600	1995
山陽自動車道	3,684	1995

Q4 uestion

●概要

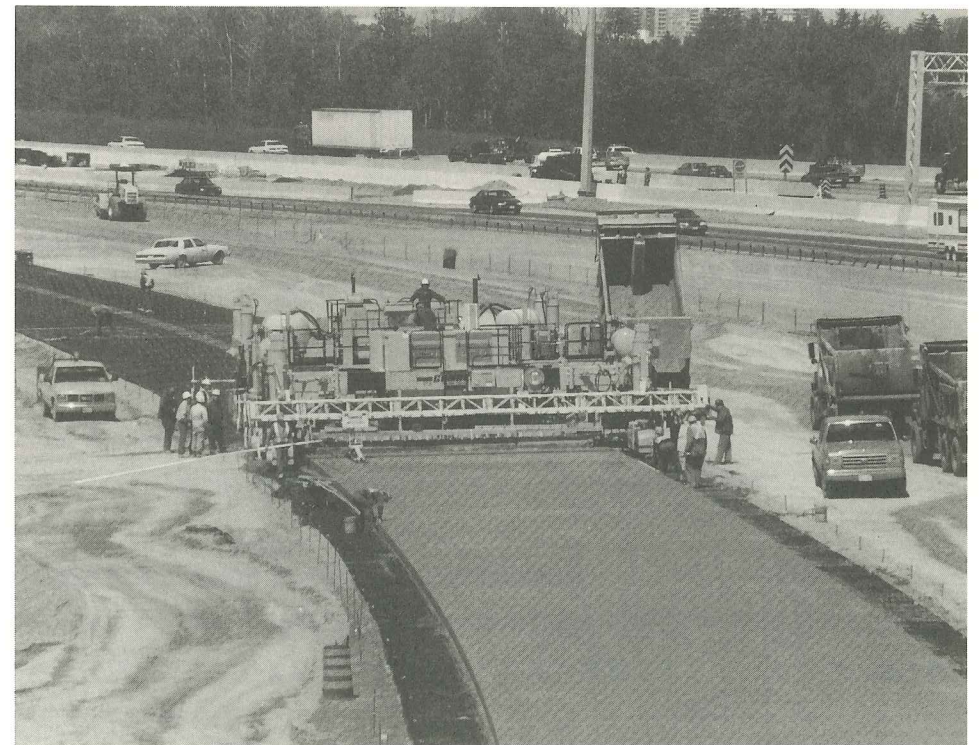
供用性はどうですか

A CRCPは、ひび割れを分散させることにより横目地をなくした舗装であること、
answer アスファルト舗装に比較して流動によるわだち掘れが生じにくいことなどから、
良好な走行性が得られます。

また、CRCPは横目地がないので維持管理が容易になります。このことは、供用年数が
35~40年に達する諸外国の多数の事例によって実証されています。わが国においても、郡
山国道(一般国道4号)の例で33年以上の耐用年数が確認されています⁵⁾。

耐久性の向上により補修頻度が減り、メンテナンス費用が減少することから、ライフサ
イクルコストでは、アスファルト舗装より経済的なようです。

以上のことから、CRCPは優れた供用性を有した経済的な舗装であるといえましょう。



Q4・写真1 カナダでのスリップフォーム工法によるCRCP工事

Q5 uestion

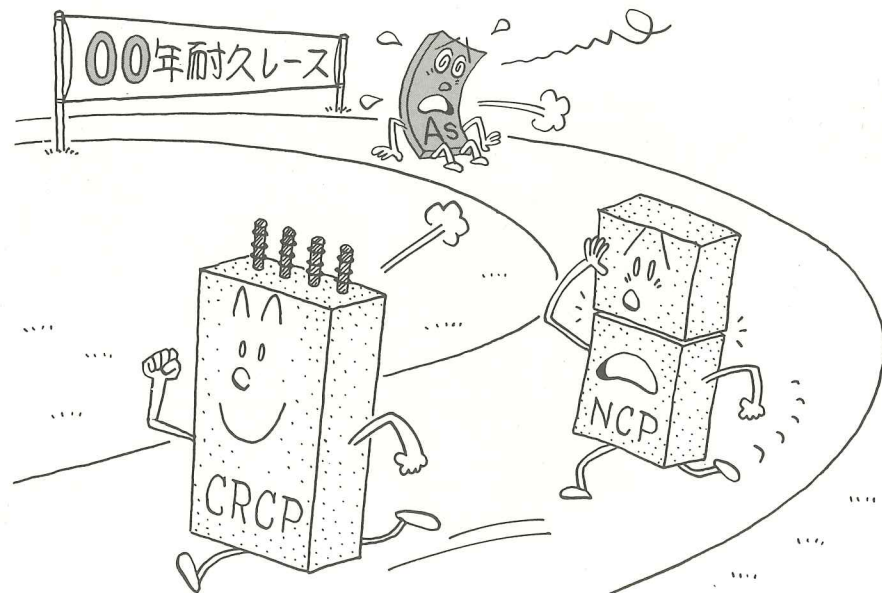
●概要

耐久性はどうですか

A nswer CRCPは、コンクリート舗装の弱点といわれる横目地を必要としないことから、機能的にも構造的にも良好なパフォーマンスが期待できます。

わが国で最初に施工された郡山国道（一般国道4号）の例では、1963年6月に供用開始され、26年後の1989年にアスファルト混合物でオーバーレイされました。オーバーレイの1年前に行われた調査によれば、CRCPの破損現象と見られる縦ひび割れが特に下り線で全延長（500m）の約1/4の区間で発生していたといわれます。しかし、1995年の調査⁵⁾によれば、これらの縦ひび割れによるリフレクションクラックの発生は見られず、オーバーレイ後の路面状態はたいへんに良好とされ、再修繕が必要となるまでにさらに数年の供用が可能であることがわかりました。したがって、オーバーレイ後を含めると33年間の交通に供用されるのですから、耐久性のある舗装として証明されたといえます。

現在供用されている高速道路のCRCP区間の補修はほとんどなく、良好な路面性状を維持しています。 (関連質問 Q24)



Q6 uestion

●概要

CRCPの課題にはどのようなことがあげられますか

A nswer 長所の多いCRCPですが、まだ次のような課題があります。

1. 建設コストの抑制

CRCPは、ライフサイクルコストの考え方では経済性において優位にあるといえますが、アスファルト舗装に比較して初期投資である建設コストが高く、その抑制が求められています。そのため、スリップフォーム工法や配筋のプレキャスト化などによる施工の合理化工法が試験・検討されています。

スリップフォーム工法については館山自動車道や山陽自動車道で施工実績があり、配筋のプレキャスト化については磐越自動車道で試験施工されています。

2. 鉄筋組み立ての自動化

CRCPの施工の合理化を進めるうえで配筋方法の改善が検討課題になっています。機械化（自動化）施工を進めるうえで最大のネックになっているのが配筋方法で、フランスで帯筋（リボン鉄筋、Q13参照）工法が開発されたのもその理由の一つです。特に横方向鉄筋の配筋方法について検討が進められています。

3. 骨材露出工法の適用性

CRCPのコンクリートの施工では、十分な締固めを行うため、バイブレータを使用し、平坦な仕上げ面を得るためにフィニッシャを用い、表面処理としてタイングルーピングを行っています。

その結果、供用後初期の粉塵や自動車の走行騒音が問題となるため、その対策として骨材露出工法（Q21参照）が検討されています。

4. 2層式の施工方法およびリサイクル骨材の活用

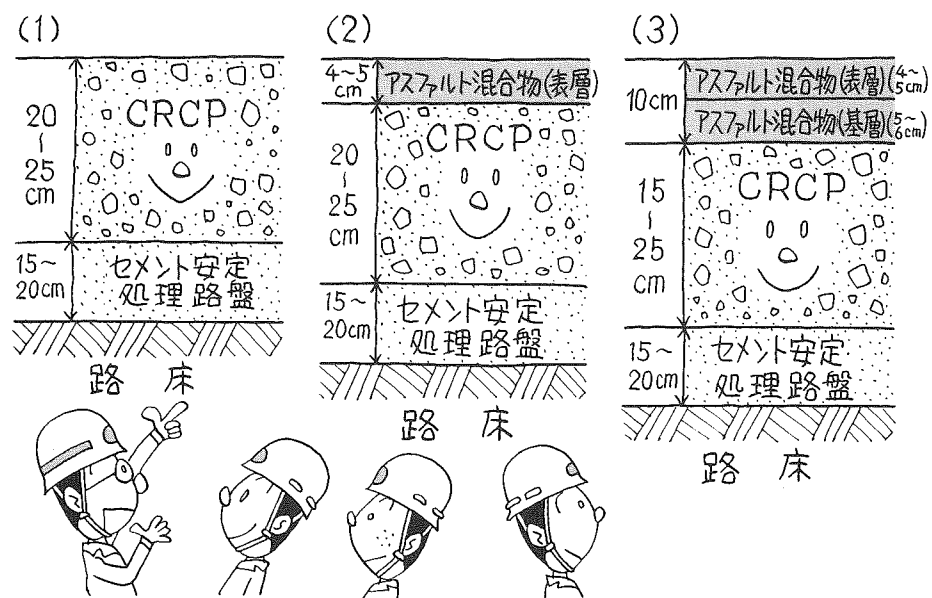
舗装工事においても、資源の有効利用や環境負荷の低減について考慮する必要があります。特に使用材料においてリサイクル骨材の利用が課題となっていますが、構造機能に影響を与えない2層式（コンクリートを2層に打つこと、Q19参照）の施工方法が検討されています。これは、下層にリサイクル骨材を使用したコンクリート、上層に通常骨材のコンクリートをスリップフォームペーバにより同時に施工する方法で、外国で実施例があります。

Q7 uestion

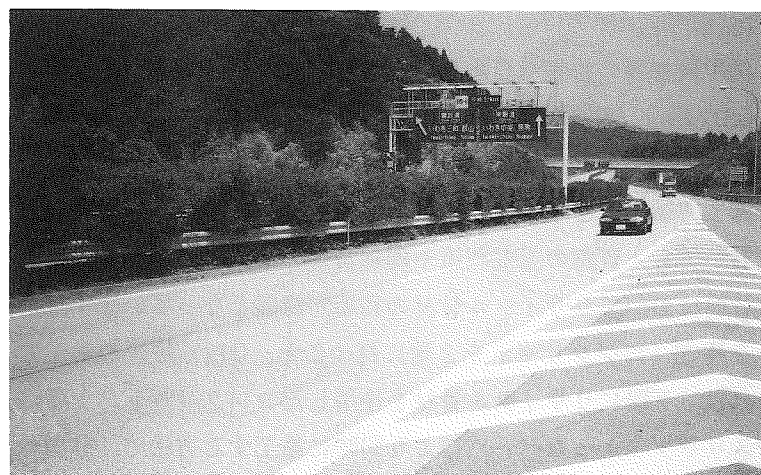
●構造設計

舗装の構成は
どのようになっていますか

A nswer Q7・図1にCRCPの構成例を示します。(1)のように表層に使用する場合と、(2)および(3)のようにCRC版を含むコンポジット舗装として使用することがあります。



Q7・図1 CRCPの構成例



Q7・写真1 CRCP (常磐自動車道)

Q8 uestion

●構造設計

版の厚さはどれくらいですか

A nswer CRC版厚の設計法は鉄網コンクリート版厚の0.8~0.9とする経験則によるものが多く採用されており、おおむね良好に供用されてきました。例えば、設計要領の鉄網コンクリートの版厚30cmに対してはCRC版厚=30×0.83=25cmとなります。

CRCP版厚の標準をQ8・表1に示します⁶⁾。CRCPは、そのほとんどが大型車の多い重交通路線に施工されており、インシヤルコストが高いために高級舗装とみなされます。一般的にQ8・表1のC、D交通で使用されることが多いようです。

Q8・表1 CRCP版厚の標準

交通の区分	コンクリート版(cm)
L, A, B交通	20
C, D 交通	25

一方、版厚低減には問題がある⁷⁾、という報告もあります。アメリカではジョージア、イリノイ、オレゴン、テキサス、ヴァージニアおよびウイスコンシンの6州で施工されたCRCPの調査が行われました。いくつかの州では従来のコンクリート舗装より版厚を2.5~5.0cm低減したCRCPが施工されました。

調査の結果、耐久性が損われるなどの可能性があることが認められたため、AASHTO^[脚注]では従来のコンクリート舗装と同等の版厚を採用するようになりました。さらに、最近では上記のうちの3州で30cm以上の版厚としている舗装もあります。

しかし、フランスでは1985年にCRC版厚16cmでコンポジット舗装として施工された例もあります。重交通であるにもかかわらず良好な供用状態であることが報告されています⁸⁾。

[脚注] 道路に関する各種の研究と技術基準の作成を目的として、1914年にアメリカ各州と連邦政府の道路局によりAASHTO (American Association of State Highway Officials, アメリカ各州道路行政官協会の略称) が設立されました。その後、道路交通全般を取り扱うことになり、AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) に改組されています。

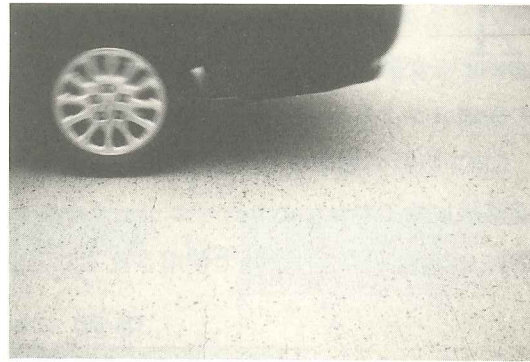
Q9 uestion

なぜ目地はいららないのですか

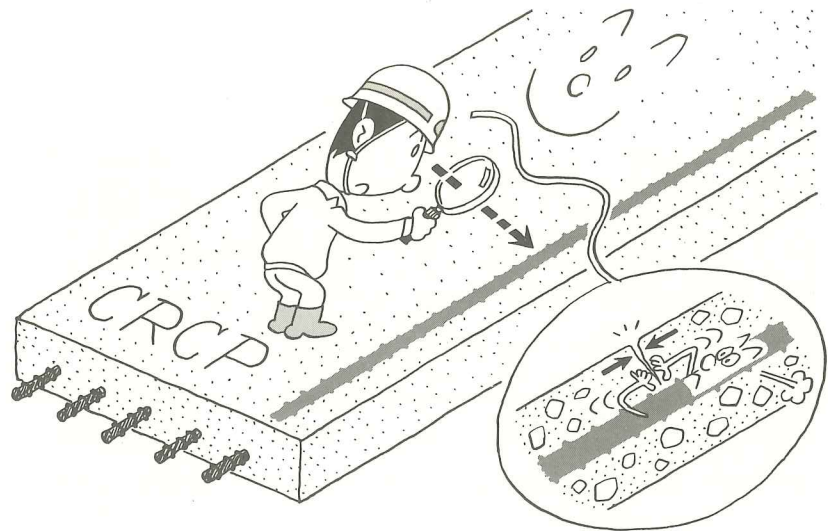
A 一般に、コンクリート版に目地を設けるのは、温度上昇・降下や乾燥収縮に起因するコンクリートの膨張、収縮、そりなどをある程度自由に起こさせることによって応力を低減させるためです⁶⁾。CRCPは、鉄筋を連続的に配置することにより、膨張、収縮、そりなどを鉄筋の引張力で拘束して横ひび割れを数多く発生させます。そして、ひび割れ幅を制御することで、輪荷重に対するひび割れ面でのせん断伝達を確保しながら舗装版の一体性を保持しようとする舗装構造であるため横収縮目地はいららないのです⁹⁾。

なお、版端部には膨張目地を設けることが多いようです（Q20参照）。

Q9・写真1に名古屋市内の環状道路のCRCPの例を示します。ひび割れがほぼ等間隔で発生しているのがわかります。



Q9・写真1 理想的な横ひび割れの例（名古屋市内）



Q10 uestion

ひび割れ幅はどれくらいまでならよいのでしょうか

A ひび割れ面でのせん断伝達が低減すると、版の横方向応力が増大し、最終的にCRCPの破壊と密接に関係する縦ひび割れが発生します⁹⁾。一般的に、縦ひび割れの発生はCRCPの寿命と考えられています。この理由は、CRCPの縦ひび割れは交通荷重によるコンクリート版の疲労現象によるものであることから、縦ひび割れの発生によってコンクリート版の荷重支持機能が喪失すると考えられるからです⁵⁾。

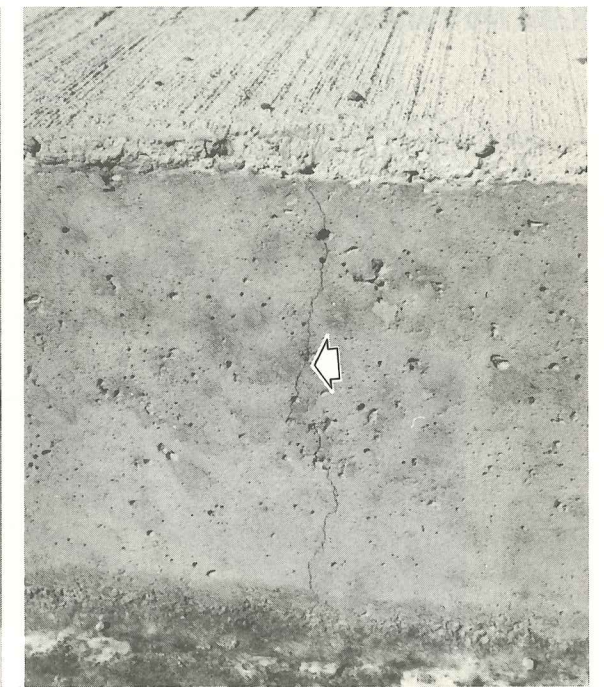
ひび割れ面でのせん断伝達はひび割れ幅に影響することが認識されており、供用実績から表面のひび割れ幅は0.5mm以下が奨励されています⁶⁾。

また、CRC版のモデル供試体を用いてひび割れ面での基本的なせん断特性を実験的に検討した結果、せん断力が有効に伝達されるひび割れ幅、ずれ変位の範囲は0.4~0.6mm程度までである、という報告もあります⁶⁾。

Q10・写真1に磐越道、写真2に上武道路（国道17号）のCRCPでのひび割れ幅0.5mm以下のひび割れの例を示します。



Q10・写真1 0.5mm以下の横ひび割れの例



Q10・写真2 CRC版まで達した横ひび割れの例

Q11 uestion

コンポジット舗装としたら
何がかわるのですか

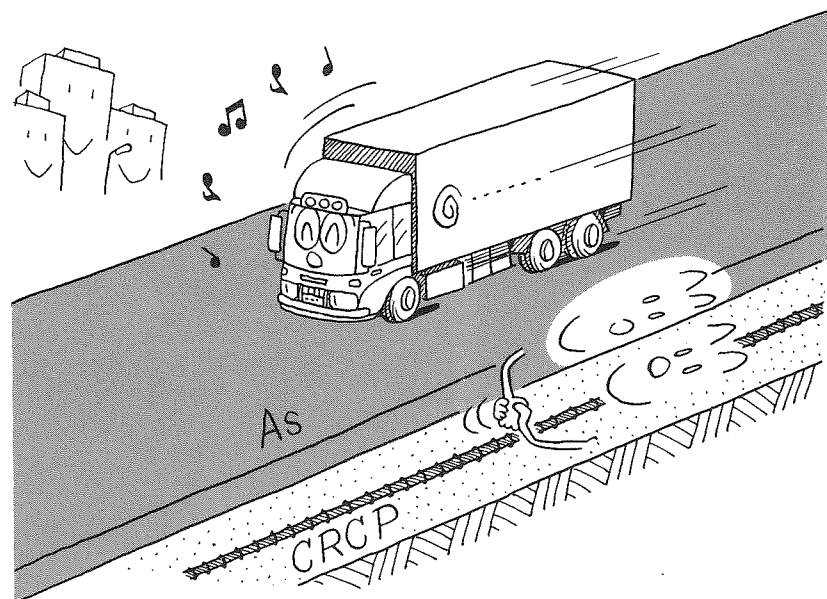
A answer コンポジット舗装は、表層または表層・基層にアスファルト混合物を用い、直下の層に剛性の高いセメント系の舗装版（普通コンクリート舗装、連続鉄筋コンクリート舗装、転圧コンクリート舗装、半たわみ性舗装を用いた層で「ホワイトベース」と呼ばれる）を用いて、その下が路盤で構成された舗装です（Q7・図1 参照）。

コンポジット舗装とすることで主に以下の2点が変わります。

- ① セメント系舗装のもつ構造的な耐久性と、アスファルト舗装がもつ良好な走行性および補修の容易さをあわせもつことが可能となります¹⁾。
- ② 主として構造的な耐荷力をセメント系舗装のコンクリート版が受けもちますが、アスファルト混合物層がコンクリート版に発生する応力を低減できればコンクリートの版厚を低減できます。

②については、現段階では低減効果が明らかでないため、コンクリート版の厚さ、または強度を設定する場合は、複合平板理論や多層弾性理論などによる検討のほか、試験舗装などを行って層構造を決定するのが望ましいでしょう。

なお、アスファルト層の応力低減効果が小さい場合は構造的に寄与しない層として、磨耗層とみなす場合もあります¹⁰⁾。



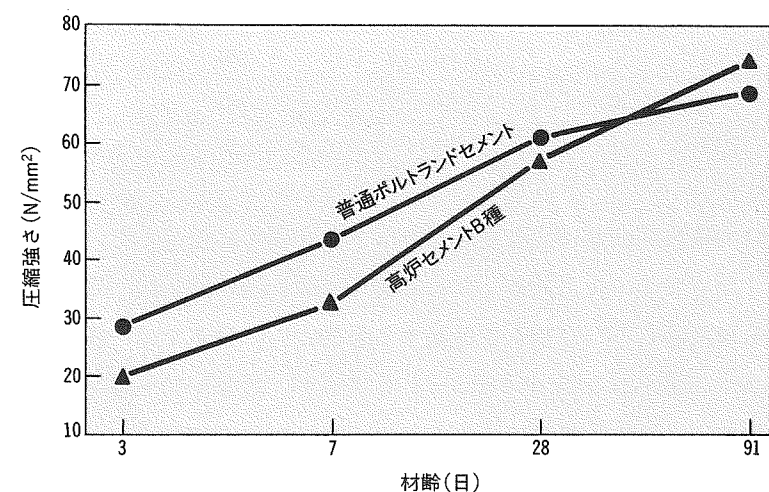
Q12 uestion

使用する材料はどのようなものですか

A answer セメントは主に普通ポルトランドセメントあるいは高炉セメントB種を使用しますが、どちらかというが高炉セメントB種を使用することが多いようです。Q12・図1に示すように強度の発現性は普通ポルトランドセメントに比べて遅れますが、材齢28日での強度はほぼ同じです。

水、骨材および混和材料は一般の生コンクリートに使用するものを使用します。なお、遅延剤、促進剤、膨張材などを使用する場合には、事前に必要な試験を行って使用の可否を定めるのが好ましいでしょう。

鉄筋はJIS G 3112（鉄筋コンクリート用棒鋼）、あるいはJIS G 3117（鉄筋コンクリート用再生棒鋼）の規定に適合するもののうちSR24、SD30、SD25などを使用します。



Q12・図1 JIS モルタルでの強度発現性の例

Q13 uestion

鉄筋について もう少し詳しく教えてください

A answer コンクリート舗装は一般的に鉄網および縁部補強鉄筋を用いています⁶⁾。また、CRCPは連続鉄筋を使用しています。その種類としては縦方向鉄筋および横方向鉄筋があります。

鉄筋比は、縦方向鉄筋はコンクリート強度にかかわらず0.6~0.7%を標準としています。横方向鉄筋は0.05~0.1%を標準とします。横方向鉄筋を設置する目的は縦方向ひび割れを防ぐこと、および縦方向鉄筋を固定することです³⁾。

鉄筋径と間隔について、これまでの例は、Q13・表1に示すとおりです⁶⁾。

Q13・表1 鉄筋径と間隔

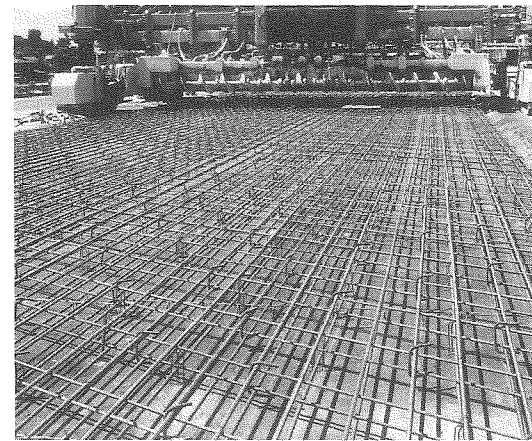
コンクリート版の厚さ (cm)	縦方向鉄筋			横方向鉄筋		
	径	間隔 (cm)	鉄筋比 (%)	径	間隔 (cm)	鉄筋比 (%)
20	D16	15	0.67	D13	60	0.11
	D13	10	0.66	D10	30	0.13
25	D16	12.5	0.64	D13	60	0.14
	D13	8	0.66	D10	30	0.10

鉄筋の設置位置は、縦方向鉄筋はCRC版の上から1/3程度に設定しています³⁾。イギリスでは腐食を防ぐため版の中央に設置しているようです²⁾。温度上昇・降下、乾燥収縮等が原因で発生する表面からのひび割れを低減する目的から、日本では一般的に前者を採用しています。かぶりの最小厚さは70~80mmとしますが、版厚が15cm程度の場合には、かぶりの確保から版の中央にする場合があります。

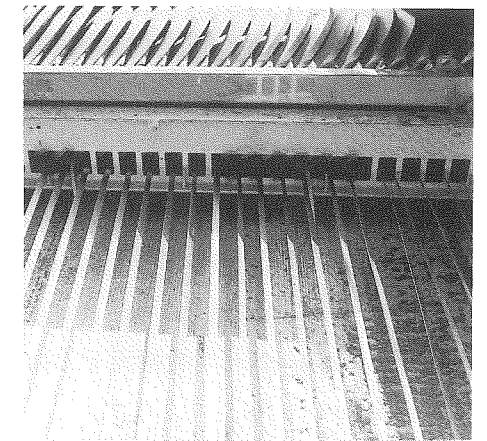
横方向鉄筋は、縦方向鉄筋と直角あるいは斜めで下方に設定されます³⁾。館山自動車道では、縦方向鉄筋に対して約60度の角度をつけて斜め方向に配置しました⁴⁾。設置状況をQ13・写真1に示します。なお、直角に設置すると横方向鉄筋の位置でひび割れが発生する場合があります。



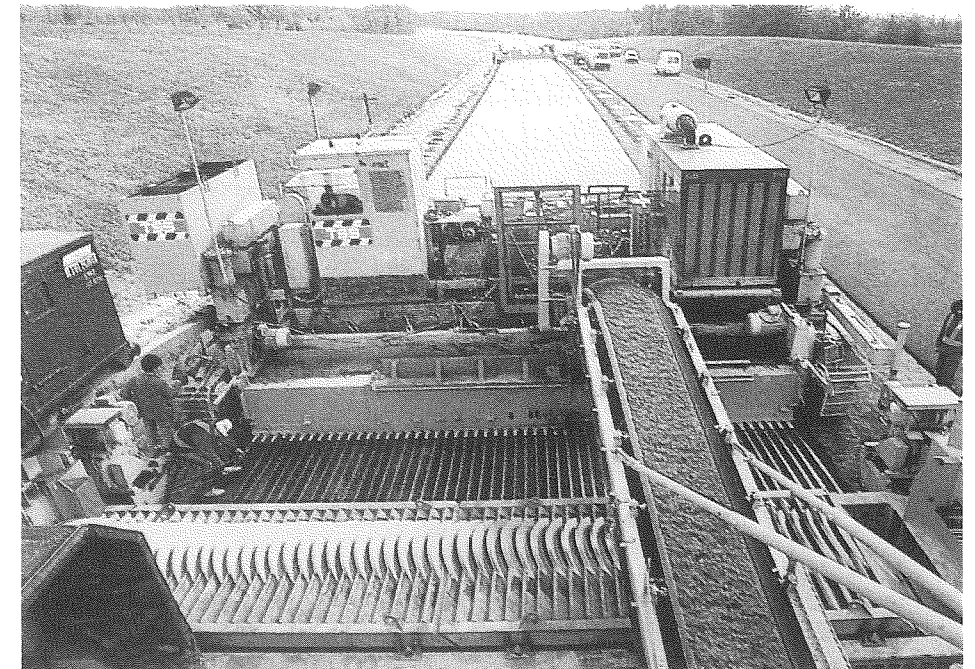
Q13・写真1 鉄筋の設置状況 (館山自動車道)



Q13・写真2 横方向60°角の配筋



Q13・写真3 リボン鉄筋の外観



Q13・写真4 リボン鉄筋によるCRCPの施工状況

重ね継ぎの長さは日本では鉄筋径の25倍ですが、諸外国では480~700mmと広範囲です³⁾。

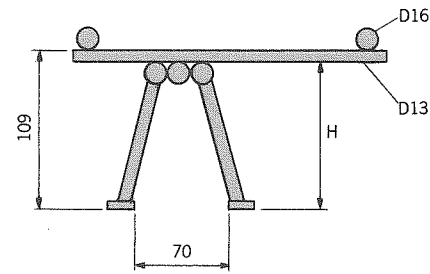
特殊な鉄筋としてリボン鉄筋があります。リボン鉄筋とは、弾性限界700MPaで厚さ±2mm、幅40mmの凹凸付きの亜鉛めっき帯筋のことです。1987年にフランスで①現場労働者の安全性向上、②機械化施工による生産性向上、③前面からコンクリートを供給可能、④低コストを目標として、「フレックスアーム」という商品名で開発されています⁸⁾。

この帯筋の外観および施工状況をQ13・写真3~4に示します。

Q14 uestion

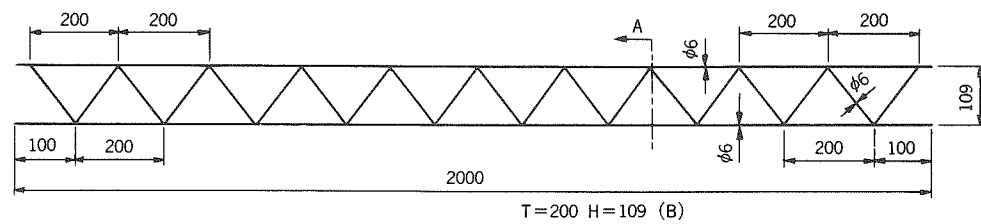
連続スペーサとはどのようなものですか

A 館山自動車道・市原舗装工事では、鉄筋が所定のかぶり厚となるように通常のスペーサ以外に連続スペーサが用いられました¹¹⁾。連続スペーサの緒元をQ14・図1に、その例をQ14・写真1に示します。



A断面

Q14・図1 連続スペーサの緒元（館山自動車道）



Q14・写真1 連続スペーサの例（館山自動車道）

Q15 uestion

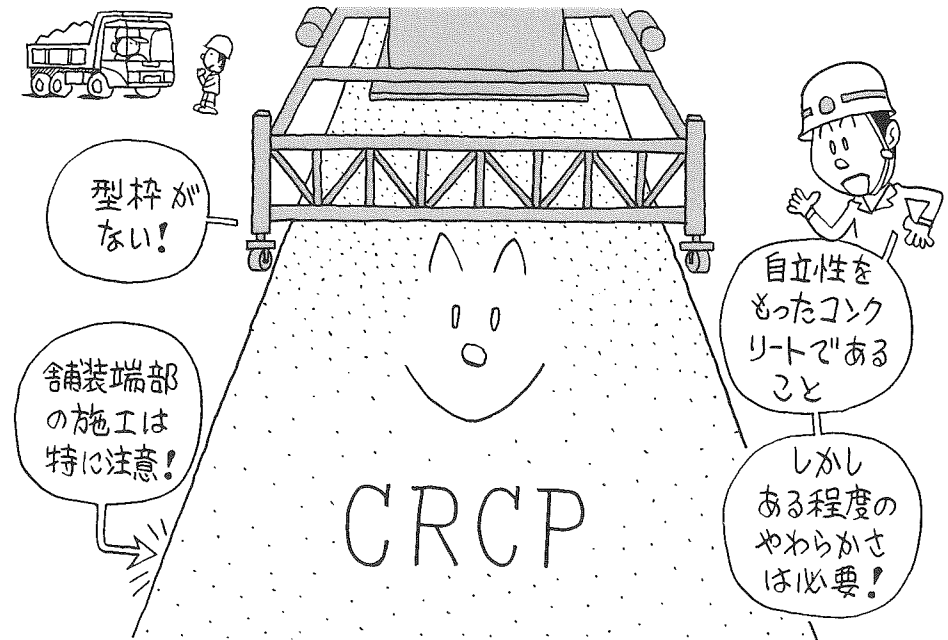
スリップフォーム工法でのコンクリートの配合はどのようにしていますか

A CRCの施工は、従来のセットフォーム工法と比較して施工の省力化および自動機械化が図れるスリップフォーム工法の採用が新しく取り組まれています。

スリップフォーム工法に用いるコンクリートは、所定の品質を満足するとともに施工に適したワーカビリティを有し、かつ整形後のコンクリートのクリープ変形が少なく、自立性の高いものを選定する必要があります¹⁰⁾。

Q15・表1 コンクリートの配合設計の目標値

項目	構造物の種類 防護柵 監視員通路	U型側溝 円形水路	ロードガッター 縁石・L型
単位セメント量 (kg/m ³)	350以上	310以上	280以上
細骨材率 (%)	35~45	35~45	40~50
スランプ (cm)	2.0~4.0	2.5~4.5	3.0~5.0
空気量 (%)	4.5~6.0	4.5~6.0	4.5~5.0



Q16 question

スリップフォーム工法の特長は どのようなことですか



Q15-写真1 自立性の高いコンクリート



Q15-写真2 コンクリートのイメージ

日本スリップフォーム工法協会が作成した『スリップフォーム工法施工マニュアル』によれば、構造物の種類ごとに配合設計の目標値はQ15・表1のように示されています。そのなかで、単位セメント量280kg/m³以上およびスランプ2～5cmを推奨しています。

日本道路公団で実施されたスリップフォーム工法の試験施工におけるコンクリートの配合例をQ15・表2に示します¹²⁾。

Q15・表2 スリップフォーム工法に用いるコンクリートの配合例

配合No.	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	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	混和剤
1	40	3.5±1.0	5.5±1.5	45.0	35.0	135	300	635	1222	0.750
2	40	3.5±1.5	5.5±1.5	46.0	35.0	138	300	594	1217	1.125

A answer CRCPを含めわが国のコンクリート舗装は、型枠を設置したセットフォーム工法で施工されるのが一般的でした。しかし最近、施工の省力化、省熟練工化および工期短縮のために、従来のセットフォーム工法に代わり、スリップフォーム工法が注目されています。

スリップフォーム工法は、コンクリートの締固め装置と整形装置を備えた自走式施工機械を用い、コンクリートを所定の形状に締固め、整形しながら、同一断面の連続したコンクリート構造物を構築する工法です。この自走式施工機械を用いることにより、セットフォーム工法での型枠設置などの手間が省け、省力化、工期短縮、イニシャルコストの低減化などをはかることができます。

スリップフォーム工法での施工機械の編成は、①生コンの横取り・敷均しをする「プレサスプレッダ（横取り・敷均し機）」、②敷均したコンクリートを締固めて整形仕上げをする「スリップフォームペーパー（締固め・整形機）」、③表面仕上げと養生剤の散布を受け持つ「キュアリングマシン（表面仕上げ・養生剤散布機）」、および④養生テントを牽引する「テント牽引車」の4台一セットが一般的です（Q2・図2参照）。

スリップフォーム工法とセットフォーム工法との施工方法の比較をQ16・表1に示します。

Q16・表1 スリップフォーム工法とセットフォーム工法との施工方法の比較

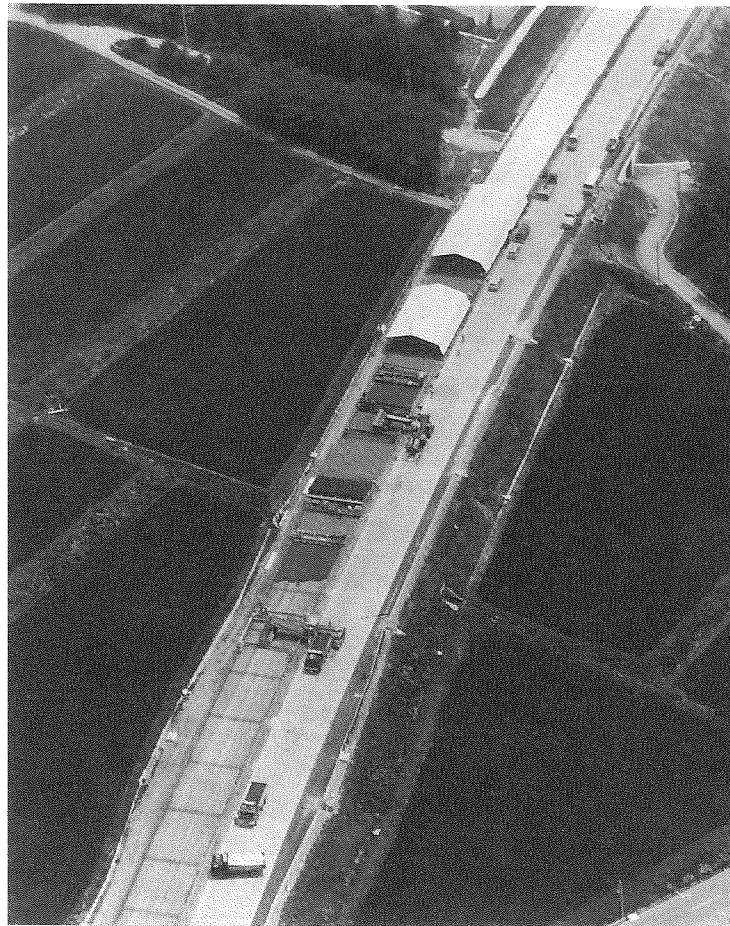
項目	スリップフォーム工法	セットフォーム工法
型枠の要・不要	スライディングフォームにより型枠不要	鋼製型枠の設置が必要
人員の削減	型枠作業・レール作業に要する人員の削減が可能	人力作業が多い
版厚の設定	任意の版厚の設定が可能	型枠によって版厚が決まる
走行方法	2または4本のクローラで走行	走行のためのレールが必要
表面形状	コンクリートを成型するスリップフォームモールドの各部の高さを調整することにより、片勾配・両勾配などの横断形状が得られる	近年、両勾配可変式のコンクリートフィニッシャーが開発されている

Q17 uestion

スリップフォームの施工で 注意することはどのようなことですか



Q16・写真1 スリップフォーム工法の施工全景（山陽自動車道）

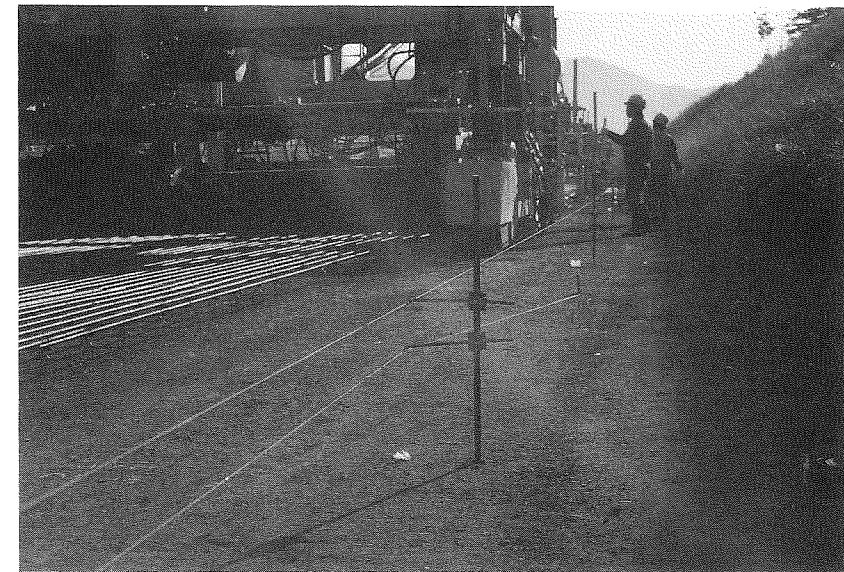


Q16・写真2
セットフォーム
工法の施工全景
（東北自動車道）

A nswer ● 施工上の注意/その1——準備工

施工機械はセンサーラインを基準に走行するので、センサーラインの位置を正確に保つ必要があります。そのための注意点として、下記のことがあげられます。

- ① 路盤上に、直線部は10mピッチ、曲線部は5mピッチにポイントを出し、チタン粉などでラインを引いておく。
- ② センサーピンを5m間隔で設置する。また、センサーラインのたるみおよび高さの管理を日々行うとともに、特に作業員による接触に注意する。
- ③ センサーラインの精度は+5mm以内を目標とする。



Q17・写真1 センサーライン（山陽自動車道）

● 施工上の注意/その2——鉄筋工

鉄筋が所定のかぶり厚さとなるように、連続スペーサまたはスペーサを設置します。注意すべき点としては下記のことがあげられます。

- ① 鉄筋の上に作業員が乗って結束が切れることがあるので注意する。
- ② コンクリートが集中的に落下する箇所は、スペーサの数を増やす。

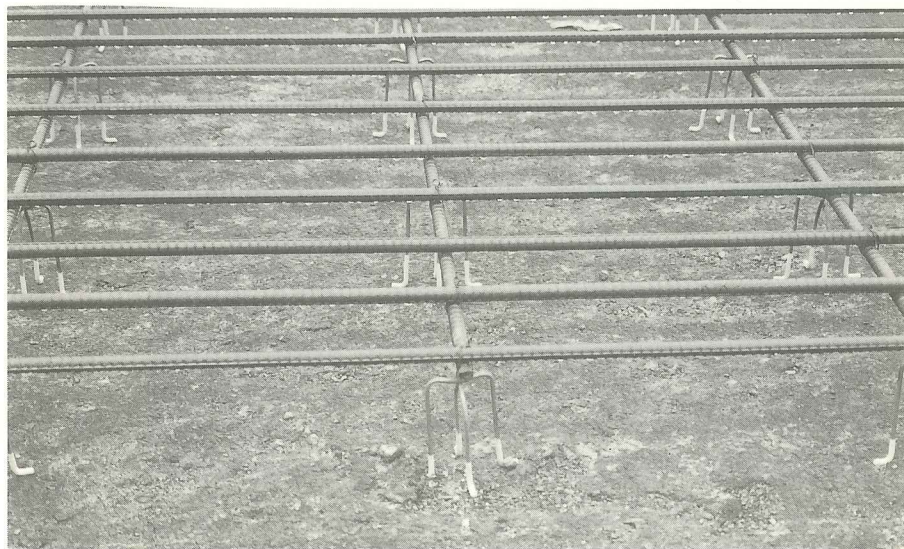
- ③ コンクリート舗装時に鉄筋を押していくことがあるので、路盤面に鉄筋を打ち込んで鉄筋のずれ止め対策を行う。

●施工上の注意/その3——コンクリート舗設工

コンクリートの品質を確保するために注意すべき点として、下記のことがあげられます。

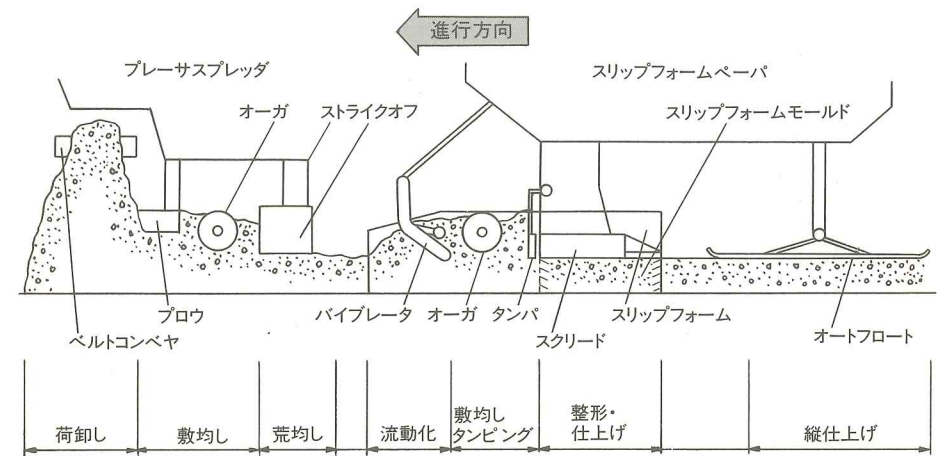


Q17・写真2 鉄筋施工状況（山陽自動車道）

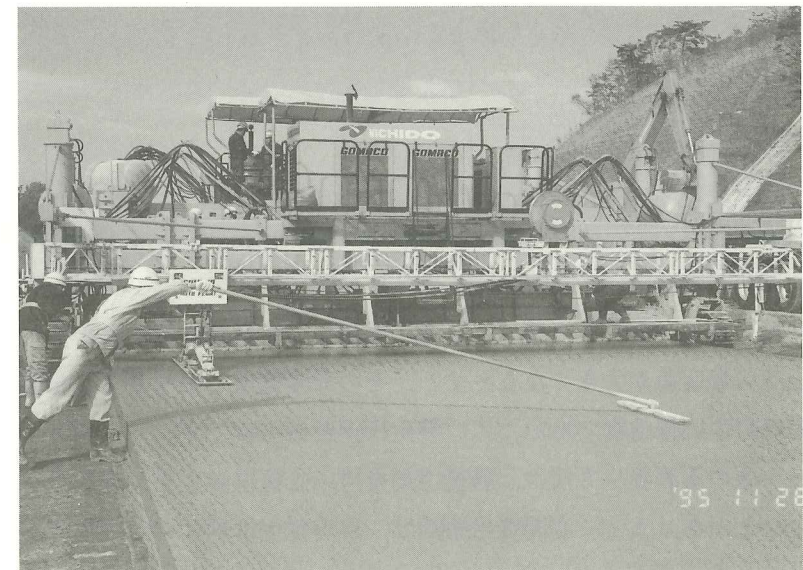


Q17・写真3 スペース（山陽自動車道）

- ① コンクリートが硬化するまで舗装縁部を支持する型枠がないため、コンクリートが均一に均一であることが必要である。
- ② 施工能力とコンクリートの供給能力の適切なバランスを確保する。
- 外国の例では、フランスのように連続ミキサを使用しているケースもあります。製造能力は、300~400m³/h程度のものが使用されているようです。スリップフォーム工法の日本での普及のためには、このような連続ミキサの検討も今後していく必要があると思われます。



Q17・図1 コンクリートの敷均しから平坦性仕上げまでの流れ



Q17・写真4 人カフロートによる表面仕上げ（山陽自動車道）



Q17・写真5 膜養生剤の散布（山陽自動車道）

●施工上の注意／その4——仕上げ工

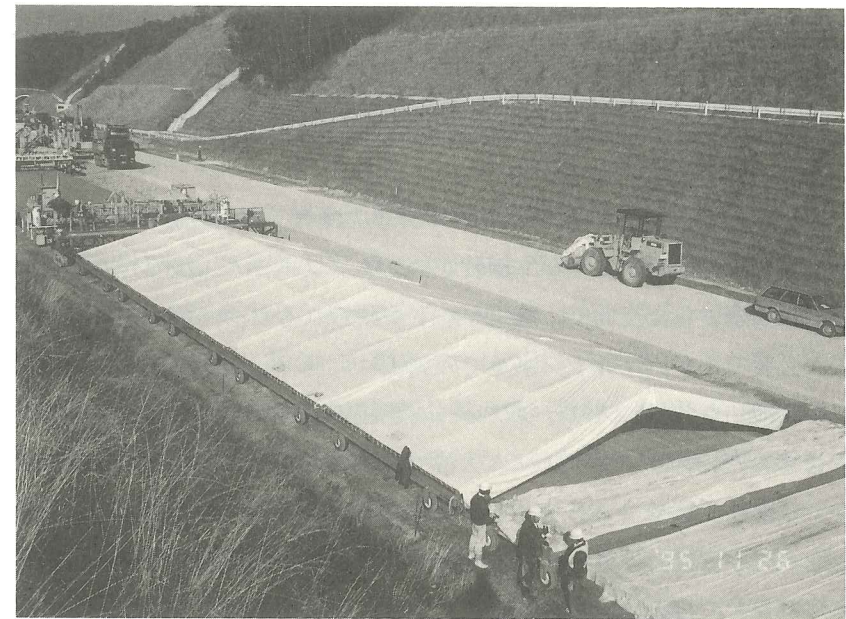
整形仕上げ後、浮き石・あばたなどが認められた箇所は人力フロートにより平坦に仕上げます。ナイロンブラシなどによる粗面仕上げは、コンクリートのレイタンスを除去する意味からも効果的です。また、コンポジット舗装構造でCRC版をベースとして使用する場合でも、表層アスファルト混合物との接着を増加させるために行ったほうがよいでしょう。

●施工上の注意／その5——養生

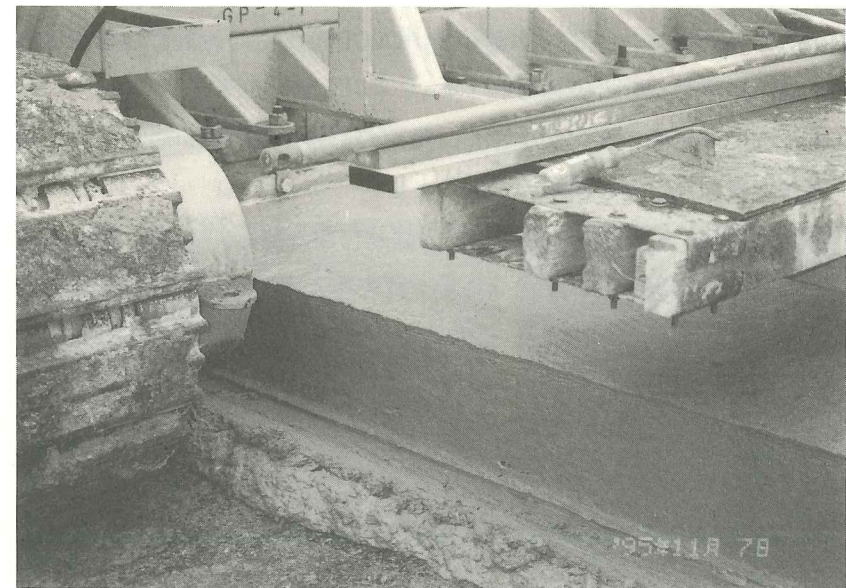
コンクリートの養生は、コンクリートの打込み後表面を湿潤状態に保って内部のコンクリートから水分が蒸発するのを防ぎ、硬化作用を十分発揮させるような湿度・温度を保ち、乾燥収縮による初期応力やひび割れの発生をできるだけ少なくするために大切な作業です。

特に舗装に用いるコンクリート版は、日光・風雨などの気象作用に直接さらされるとともに、版の上下の温度差が大きくなりやすく、そのうえ乾燥しやすく、また荷重・衝撃などの影響を受けやすい構造物であるため、養生は重要な工程です。

コンクリート版の湿潤養生方法は、膜養生剤を用いた保湿養生や、養生マットなどを用いた給湿養生などがあります。湿潤養生期間は、現場養生供試体の曲げ強度が、目標強度(4.5N/mm²)の約70%である3.4N/mm²以上に達するまでを目標とします。なお、外国の例では、ポリエチレンシートを用いるなど、いろいろな養生方法があるようです。



Q17・写真6 養生テントとマット（山陽自動車道）



Q17・写真7 舗装端部の仕上り状況（山陽自動車道）

●施工上の注意／その6——その他

舗設箇所の縦断勾配が大きいときに注意しなければならないことは、下記のとおりです。

- ① 敷均し時のコンクリートの余盛り厚さを調整してやる。
- ② コンクリートのだれを防ぐために、やや硬練りの配合にする。

また、施工箇所の曲率半径が小さい場合には、センサーピンの間隔は縮めて設置し、施工ラインのずれをなくすことが必要です。

Q18 uestion

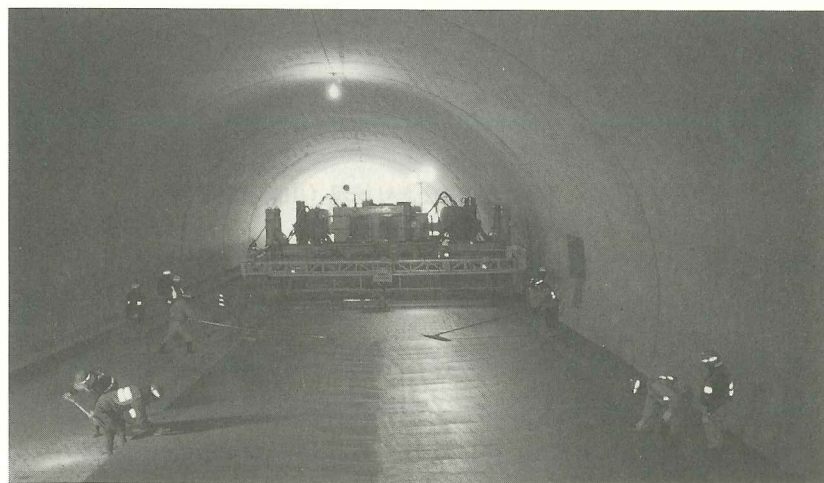
スリップフォーム工法で トンネル内の施工はできますか

A answer 山陽自動車道・三木舗装工事の「平井トンネル」では、施工省力化を目的に鉄網を省略した無筋コンクリート舗装がスリップフォーム工法で行われています¹²⁾。トンネルの中は閉塞された空間で、施工ヤードが限られるため、明かり部と違いセンサーなどに工夫が必要ですが、平井トンネルでの施工は可能でした。明かり部・トンネル部での連続施工が可能になれば、スリップフォーム工法のメリットもさらに拡大されます。

なお、トンネル内にスリップフォーム工法でCRCPを施工することは、トンネル内の狭い空間の中では配筋工事やコンクリートの供給に制約があり、3車線断面が付加車線などで広幅員となっている以外は難しいと思われます。一方で、鉄筋の付設の自動化、コンクリートの縦取りなどの技術は国外で行われており、施工環境によってはこの合理化も可能と思われます。

わが国のトンネル内のコンクリート舗装で、CRCPはまだ一般的ではないようです。この理由としては、以下のことが考えられます。

- ① トンネル内では気温の変化が小さく、降雨の影響を受けないことから、普通コンクリート舗装で耐久性などに問題のないこと。
- ② トンネル内では、CRCPの1層全幅での舗設作業が難しいこと。
- ③ 施工空間が限られているため、これを一度で施工するには材料供給の問題が生じること。



Q18・写真1 平井トンネル内でのスリップフォーム工法による施工

Q19 uestion

2層を 同時に施工できる機械はありますか

A answer コンクリート舗装の2層施工用機械は、ドイツ、フランスおよびオーストリアで広く使用されています。「二重のデッキ」のスリップフォームペーバが用いられ、モノリシック構造を形成するために、「ウェット・オン・ウェット」で施工することができます。2つの層は完全に異なった配合のコンクリートです。

2層同時施工の利点は、下層部には比較的品質の低い骨材を使用し、上層には良質の骨材を使用することにより、良好な表面性状を持ったコンクリート舗装を経済的に施工できることです。

フランスでは、この2層施工用機械を用いることにより、CRC版の表層に低騒音で高いすべり抵抗を与える骨材露出工法を採用している道路もあります。A71のCRCP工事(COFIROUTE)では、表層5cmに単一粒度(10~14mm)の良質な硬質骨材を用いたコンクリートで骨材露出工法を行い、下層には現地で採取可能な石灰岩を用いたコンクリートが施工されました。この2層同時施工により、かなりの経費節減がはかられ、2層間の結合も問題のないことが報告されています¹³⁾。



Q19・写真1 2層同時施工のスリップフォームペーバ



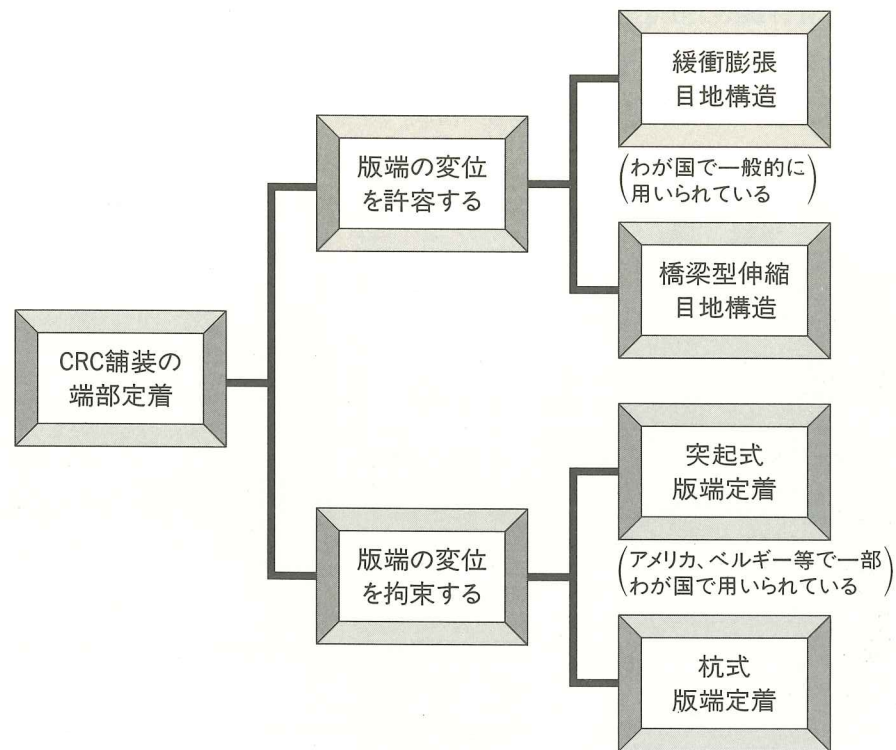
Q19・写真2 舗設後のCRCP

Q20 uestion

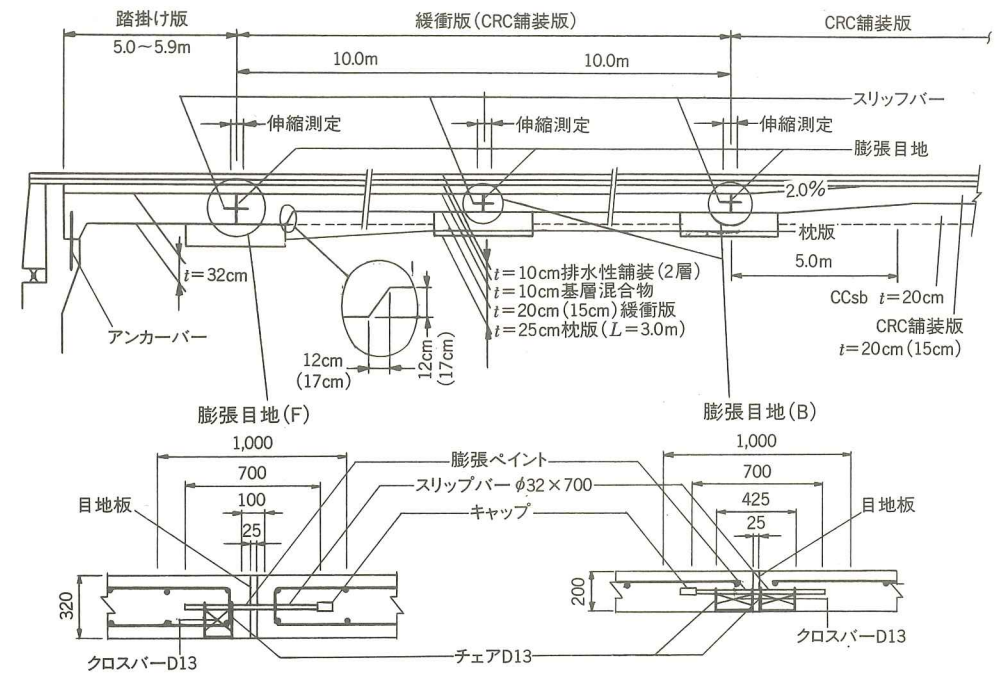
構造物との取り付け部分は どうするのですか

A nswer CRCPでは横収縮目地は不要ですが、版端部では膨張目地を設けることが多いようです。版端部での膨張目地は、版端部での側方移動に対処するために設置されます。側方移動は年間で25mm～50mm程度が予想され、このような移動から隣接構造物を保護するために設けられます。

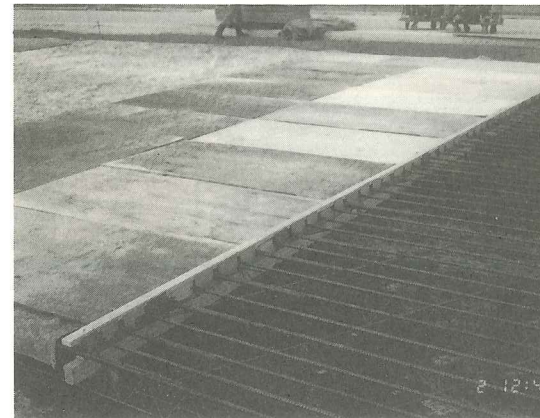
その処理方法は、一般的にQ20・図1⁴⁾に示す方法があります。わが国のこれまでの施工例では、版端変位を完全に拘束するのが難しいために版端の変位を許容して吸収する方法が採用されており、緩衝膨張目地構造と伸縮装置を設ける構造となっているケースが見受けられます。このような版端処理の一例を、Q20・図2⁴⁾に示します。



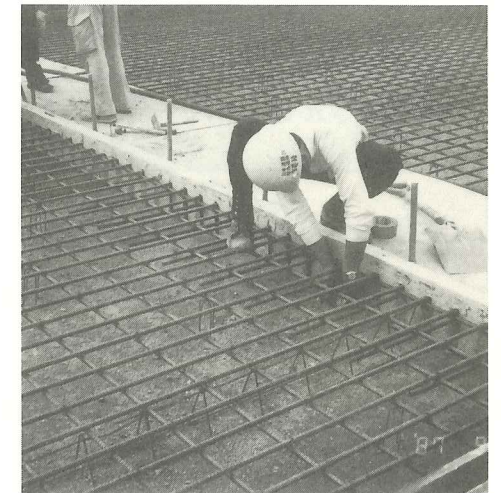
Q20・図1 CRCPの端部処理方法⁴⁾



Q20・図2 端部処理方法の一例⁴⁾ (館山自動車道)



Q20・写真1 版端部の膨張目地の例



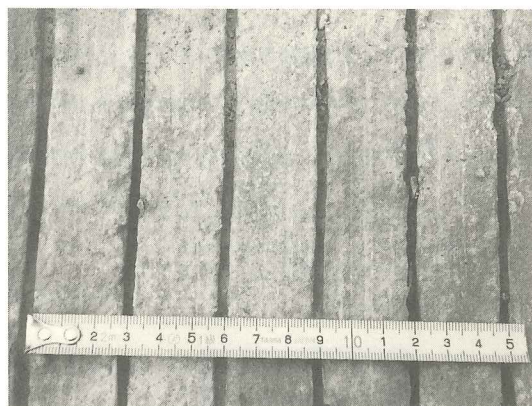
Q20・写真2 版端部の膨張目地の例

Q21 uestion

骨材露出工法とはどのようなものですか

A answer 骨材露出工法とは、コンクリートの粗面仕上げ工法（交通供用上の安全を確保するための表面仕上げ）のひとつです。コンクリートを打設して表面仕上げを行った後、表面に硬化遅延剤を散布したり遅延シートを張り付け、表面の数mm深さの硬化を遅らせます。コンクリート版内部が硬化後、表面の未硬化のモルタル層を回転するワイヤブラシ等で削り取り、コンクリート舗装の表面に粗骨材を露出させる工法です。骨材露出工法と従来のグルーピング工法との施工手順の比較を Q21・図1¹⁴⁾に示します。

骨材露出コンクリート舗装は、すべり摩擦抵抗の増加、初期粉塵の発生抑制効果などに加え、交通騒音の低減効果があり最近注目されている工法です。交通騒音の低減効果は、「小粒径骨材露出工法」ではさらに大きくなり、コンクリート舗装の低騒音舗装として期待されています。

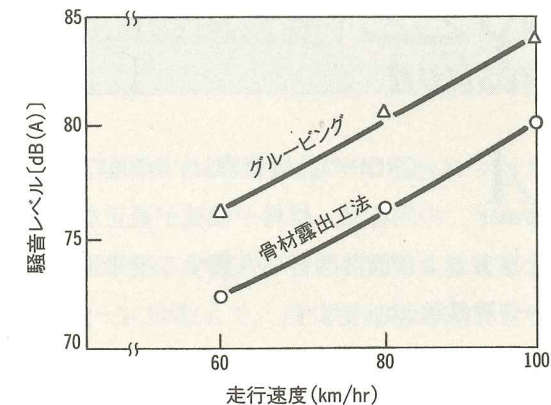


Q21・写真1 タイングルーピングの例

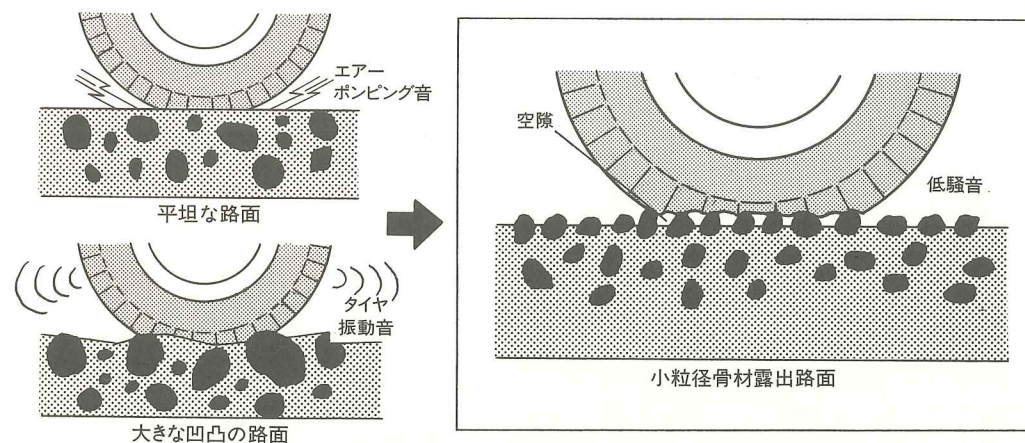


Q21・図1 コンクリート舗装の表面処理工法と施工手順¹⁴⁾

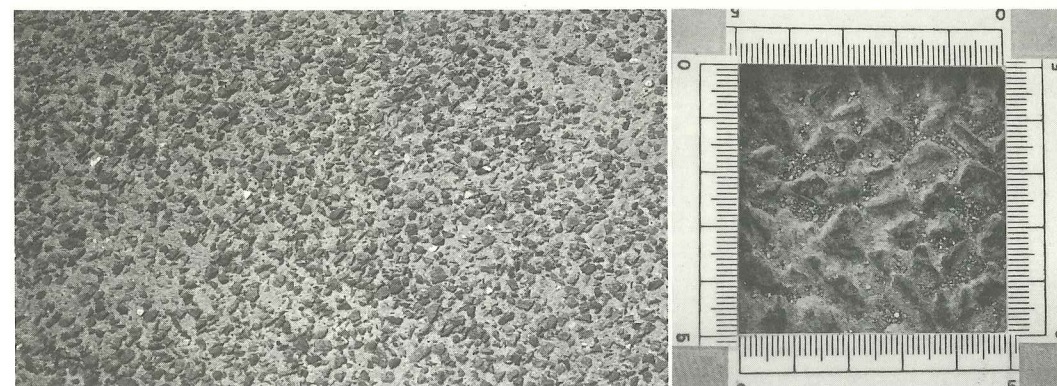
小粒径骨材露出コンクリート舗装とは、10mm前後の小粒径の骨材を露出させた舗装です。これは、路面のマクロテクスチャ（きめ深さ）を最適化して、主にタイヤに起因するエアポンピング音を低減して低騒音化をはかるものです。交通騒音は、従来のグルーピングよりも4～5 dB(A)低くなると報告されています。両工法での騒音測定結果を Q21・図2¹⁵⁾に、小粒径骨材露出工法での低騒音メカニズムのイメージ図を Q21・図3 に示します。



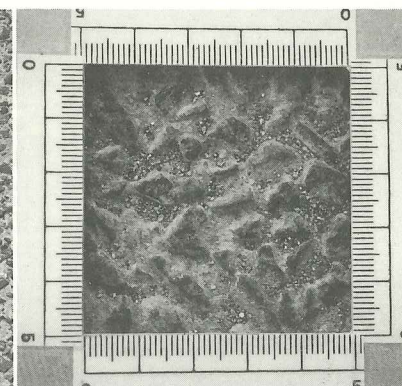
Q21・図2 路面の違いによる走行車両の騒音測定結果¹⁵⁾



Q21・図3 小粒径骨材露出工法の低騒音メカニズムのイメージ



Q21・写真2 小粒径骨材露出工法による表面仕上げ



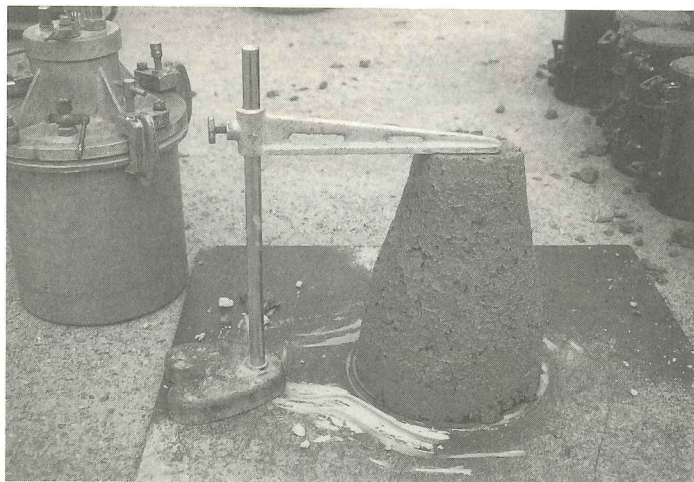
Q21・写真3 そのクローズアップ

Q22 uestion

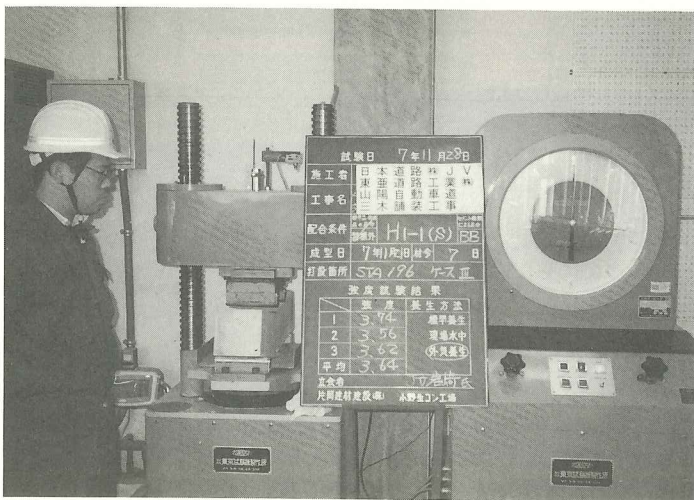
品質管理には特別なものが必要ですか

A CRCPの品質管理は、普通のセメントコンクリート舗装と同様に行います。その内容は、材料や機械が適正なものであるかどうかを確かめるための基準試験、仕様書および設計図書に合致する出来形と品質をもつ舗装であるかどうかを確認するための管理試験があります。

基準試験としては、コンクリートに関する事項（セメント、骨材、混和剤、コンクリートの配合）、鋼材に関する事項（鉄筋など）、施工機械に関する事項（コンクリートプラント、運搬機械、舗設機械）があります。使用する生コンクリートの設計基準曲げ強度は、普通コンクリート舗装と同等の $4.5\text{N}/\text{mm}^2$ が採用されています（Q12, Q15参照）。



Q22・写真1
単位セメント量 $280\text{kg}/\text{m}^3$ 以上、スランプ2～5cmのコンクリートがのぞましい



Q22・写真2
舗装コンクリートの曲げ試験

Q23 uestion

日常の維持管理はどのようにしているのですか

A CRCPの供用性、舗装構造の健全性を確保するため、以下の項目について日常的なパトロールが行われています。

普通コンクリート舗装（目地有り）の場合は、目地部の点検がもっとも重要となりますが、横目地が無いCRCPの場合は、横ひび割れが均一に分散して、ひび割れ幅が拡大していないか（ 0.5mm 以下）を確認することが重要なポイントになります。そのほかわだち掘れ、ポリッシングなどについては、他のコンクリート舗装と同様な維持管理です。

Q23・表1 維持・管理のための調査項目

調査項目	調査内容例
ひび割れ	工区ごとの延長、幅、間隔、表面の角欠け箇所数の測定
わだち掘れ	わだち掘れ深さの測定
ポリッシング	すべり摩擦抵抗の測定

Q24 uestion

破損のしかたに特徴はありますか

A 1. 国内の例
answer (1) 摩耗（わだち掘れ）

郡山国道（一般国道4号）⁵⁾のCRCPではスパイクタイヤによって車輪走行位置の路面が摩耗して、26年間の供用後の調査結果によると、わだち掘れが 30mm 程度に達していました。現在、この区間はオーバーレイにより補修され、良好な状態で供用されています。

国道5号・森バイパス¹⁶⁾の12年間供用後の舗装の性状を、Q24・表1に示します。ここでは、わだち掘れがもっとも大きな破損であり、わだち掘れ深さの平均値は上り線では 20mm 程度、下り線では 30mm 程度に達していました。この区間はコンクリートオーバーレイにより補修されました。

なお、スパイクタイヤの規制により、コンクリートの摩耗速度は低下して、わだち掘れの進行は遅くなると予想されます。

Q24・表1 国道5号・森バイパスの12年間供用後の舗装の性状¹⁶⁾

項目		連続鉄筋コンクリート舗装	目地有りコンクリート舗装
平均わだち掘れ深さ (mm)	上り	23.0	31.4
	下り	34.1	38.8
平均たわみ量 (mm)	上り	0.33	0.33
	下り	0.43	0.33
ひび割れ度 (cm/m ²)	上り	51.0	25.5
	下り	51.4	22.6

(2) ひび割れ

CRCPでは0.5mm以下のひび割れは、ほとんど問題ありません。常磐道の場合は、炭坑跡での陥没対策として補強筋を断面の下から1/3の位置に入れたことが原因と思われるひび割れが少し開いている箇所があり、雨水浸透防止のためにシールを行っています。

現在、国内では比較的軽微な破損が見られるだけで、構造的な破損は報告されていません。

2. アメリカの例

(1) パンチアウト

6つの州（ジョージア、イリノイ、テキサス、ウイスコンシン、ヴァージニア、オレゴン）を対象に行った調査⁷⁾では、イリノイ、テキサスおよびジョージア州で最も多い損傷はパンチアウトと報告されています。原因は不適切な設計による版厚不足、貧配合コンクリートの使用、不適切な施工による鉄筋位置のばらつき、排水の不良、予想以上の交通量の増加などといわれています。イリノイ州での構造的破損のメカニズムに関する研究報告¹⁷⁾では、版端部の損傷がもっとも多く、原因としては版厚が薄いこと、交通量が予想以上に増えたこと、不適切な排水工事としています。

(2) 施工ジョイント部の損傷

6州すべてでみられるのが打ち継ぎ部の破損です。原因は打ち継ぎ部の不適切な施工です。最近では、打ち継ぎ部のコンクリートをペーバおよび手作業で入念に締固め、さらに補強鉄筋をセットすることで、この損傷は少なくなっています⁷⁾。

(3) その他

低品質骨材の使用によるDひび割れがイリノイ州で、アルカリ骨材反応によるひび割れ

がヴァージニア州で確認されています⁷⁾。

ウイスコンシン州では、かぶり不足が原因で鉄筋が腐食し、舗装の層割れ、剝離および鉄筋の破断を引き起こしたいくつかの例が確認されています。その結果、鉄筋はエポキシ樹脂塗装を行い、敷設は精度を確保するため手作業で行うように規定しています⁷⁾。

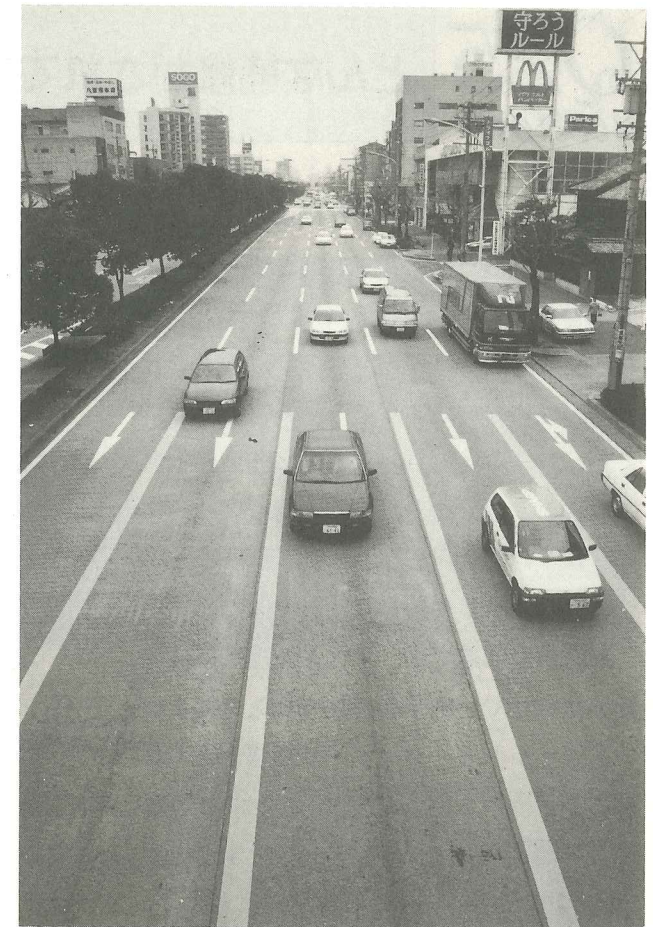
3. ヨーロッパの例

(1) 縦ひび割れ

ベルギーでは初期に施工された一部区間に舗設時の施工機械が不調でコンクリートの締固めが十分にできなかったことが原因で縦ひび割れの発生が認められています。なお、この区間には縦目地が設置されていませんでした²⁾。

(2) 施工ジョイント部の損傷

施工ジョイント部では、鉄筋による補強など施工に注意を払っていますが、バックリングの発生が認められています。ベルギーではペーバで翌日舗設を続ける場合、人力でジョイント付近の締固めを行うため、前日舗設したコンクリートに悪影響を与え、バックリングを起こすことがありました²⁾。



Q24・写真1 1981年に施工された名古屋市内のCRCP

Q25 uestion

どんな補修がされていますか

A 1. アスファルトによるオーバーレイ

answer 郡山国道（一般国道4号）⁵⁾の場合は、摩耗によるわだちのレベリングのために基層5cm、表層5cmの合計10cm厚のアスファルトによるオーバーレイが施工されました。その基層には粗粒度アスファルト混合物を、表層には密粒度ギャップアスファルト混合物を使用しています。

オーバーレイを行って6年後の道路横断面における最大わだちの調査結果は、Q25・表1に示すとおりであり、これは同じ交通条件のアスファルト舗装と比較して良好な結果と評価されています。また、ひび割れについては、リフレクションクラックが数か所に見られ、これらはすべて初期ひび割れでした。

東北自動車道では、すべり摩擦抵抗性の低下に対して、タイングルーピングおよびアスファルトオーバーレイで補修が行われています。アスファルトオーバーレイの場合は当初耐摩耗タイプのアスファルトで4cm厚のオーバーレイで補修されましたが、わだち掘れが顕著となり、現在では表層に3cmの耐流動タイプオーバーレイを行っています。供用性は一般のアスファルト舗装と同程度と評価されています。

Q25・表1 郡山国道におけるアスファルトオーバーレイの横断面最大わだち量⁵⁾

車線	最大値	最小値	平均値
下り	31mm	15mm	22.7mm
上り	30mm	17mm	25.2mm

[注] ① オーバーレイ施工6年後
② 上り、下り各6か所測定

2. SFRC（鋼繊維補強コンクリート）によるオーバーレイ

1972年に供用開始された国道5号・森バイパス¹⁶⁾では、摩耗わだち掘れが進行したため、12年後に表面を3cm切削して、厚さ6cmの付着型SFRCオーバーレイによる補修を行っています。

1978年に試験施工された国道4号・黒磯バイパス¹⁸⁾の場合は、供用開始後13年目（1991年）にSFRCによる切削オーバーレイを行っています。ここではスチールファイバーによるリフレクションクラックの抑止効果が確認されたと報告されています。

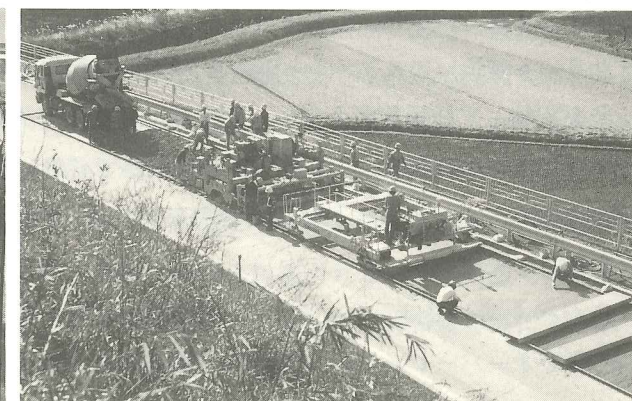
アメリカのルイジアナ州の高速道路で供用開始後16年を経過した20cm厚のCRCP上にスリップフォーム工法で10cm厚の付着型SFRCオーバーレイを施工した例があります。この

道路ではスチールファイバーの補強によりリフレクションクラックの表面への貫通を抑える効果が確認されています¹⁹⁾。

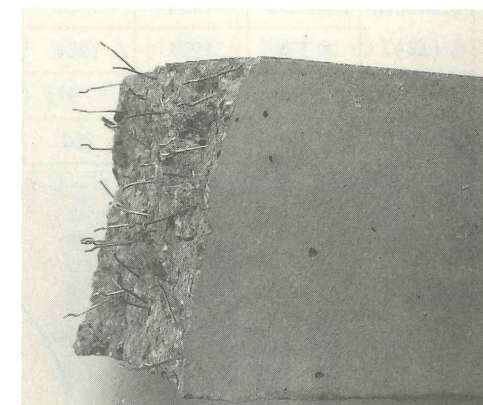
オランダでは、一般的なスチールファイバー混入率1.2~1.5%に対して、曲げ強度を確保できる範囲で混入率を下げ、施工を容易にした例があります。



Q25・写真2 SFRCオーバーレイ施工部切削面（国道4号・黒磯バイパス）



Q25・写真1 SFRCオーバーレイ施工状況（国道4号・黒磯バイパス）



Q25・写真3 SFRCの破断面

3. コンクリートによるパッチング

アメリカおよびヨーロッパでは、パンチアウトが生じた箇所は、破損したコンクリートを除去した後に、孔をあけて鉄筋を挿入し、コンクリートを打設して補修しています^{2),7)}。

4. 局部打換え

ベルギーでは、施工ジョイント部にバックリングが発生した場合は、コンクリートに流動化剤や急結剤を用いて施工時間の短縮をはかり、局部打換えを行っています²⁾。

Q26 uestion

CRC版によるオーバーレイは 行われていますか

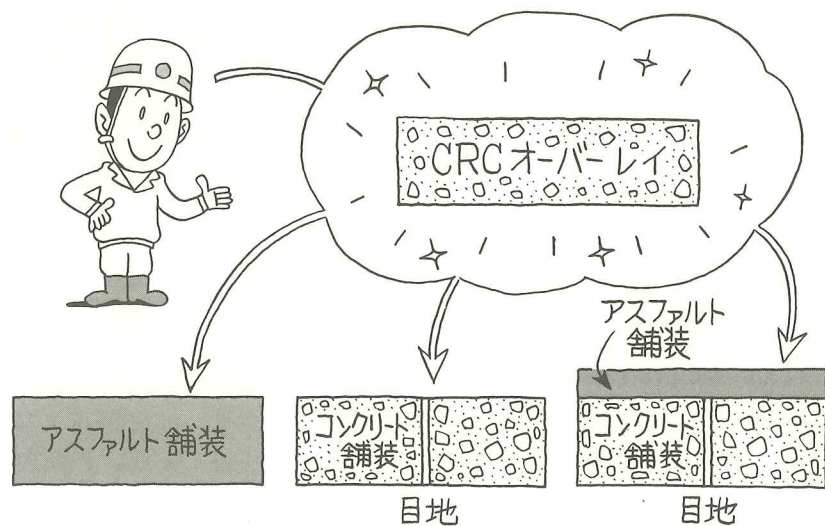
A 国内での実績はありませんが、国外ではQ26・表1のように多く採用されているようです³⁾。実績のもっとも多いベルギーの場合、1960年から1971年の間にコンクリート舗装、アスファルト舗装および舗石舗装についてセメントコンクリートオーバーレイを実施して技術検討を行い、1977年から修繕の大部分に適用されるようになったようです。現在では350万m²の実績（2車線道路で470km）があり、このうちアスファルト舗装上が76%、コンクリート舗装上が21%で、オーバーレイ用の舗装タイプは80%がCRCPとなっています²¹⁾。

またベルギーでは、コンクリート舗装上のアスファルトオーバーレイの上に、さらにCRC版でオーバーレイを行う工法²¹⁾も実施されています（Q26・図1）。

Q26・表1 CRC版によるオーバーレイの実績³⁾

		ベルギー	フランス	イタリア	オランダ	南アフリカ	イギリス	アメリカ
施工開始 (年)	試験工事	1964	1983		1977	1981	1979	1947
	本工事	1977	1984	1988		1988	1981	1959
アスファルト上(km)		320	51	20	6	93	4.6	
コンクリート上(km)		180	250				3.2	

[注]アメリカは、実績は多いがオーバーレイの正確な量は不明。



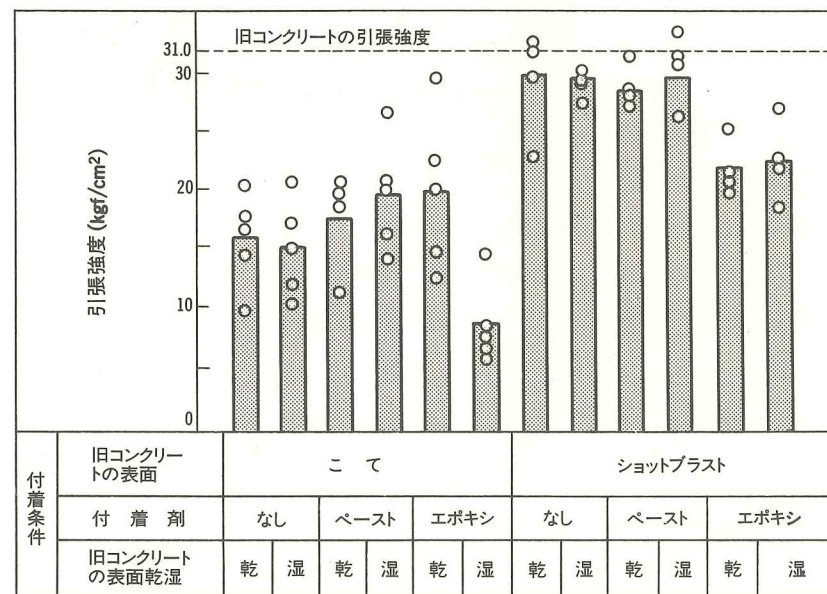
Q26・図1 CRC版によるオーバーレイの例

アメリカのテキサス州の高速道路・35Wでは厚さ6インチのCRC版によるオーバーレイは、施工後20年を経過していますが完全な供用状態を維持しています。また、高速道路・45の厚さ5インチおよび9インチのCRC版によるオーバーレイも施工後13年を経過していますが、たいへんよい状態を保っています⁷⁾。

このように、CRC版がオーバーレイに多く採用される理由としては、既存の目地有りコンクリート舗装上にオーバーレイを行う場合、アスファルトでは既存舗装の目地部から破壊が生じやすく、目地処理が必要となります。しかし、CRC版では鉄筋で補強された一体となった版で覆うことができるので、目地処理が不要となりリフレクションクラックを妨げるからです。

コンクリートによるオーバーレイがアスファルト舗装上に施工される場合は、付着を期待しませんが、コンクリート舗装上に施工される場合は付着されるほうが構造上有利となり、オーバーレイの厚さも薄くすることができます。したがって、付帯設備等による厚さ制限にも対応しやすくなります。

新旧コンクリートの付着強度は、旧コンクリートの表面処理方法とその程度および新コンクリートの振動締固めの程度に影響されます。このうち、旧コンクリートの表面処理方法について検討した結果をQ26・図2に示します。この結果を見ると、処理方法としてはショットブラストが有効といえます²²⁾。ショットブラストの投射密度については、150kg/m³以上とする必要があるという報告もあります²²⁾。



Q26・図2 付着条件と引張強度との関係²²⁾

締固め振動数およびフィニッシャ速度などが新旧コンクリートの付着に及ぼす影響を検討した結果をQ26・表2に示します。締固め振動数が40 Hzおよび50Hzの場合は、平均付着強度は60Hzの場合とほぼ同等となっていますが、変動係数が増加し均一性が損なわれているという結果が得られています。すなわち、十分な締固め性能を備えたフィニッシャを使用することが重要となります²³⁾。

Q26・表2 締固めとコンクリート引張強度との関係²³⁾

フィニッシャ速度 (cm/min)	振動数 (Hz)	引張強度 (N/mm ²)	変動係数 (%)
30	60	0.96	8.40
	50	1.13	33.0
	40	0.87	39.3
50	60	1.52	11.7
	50	1.79	12.2

●スリップフォーム工法の先駆

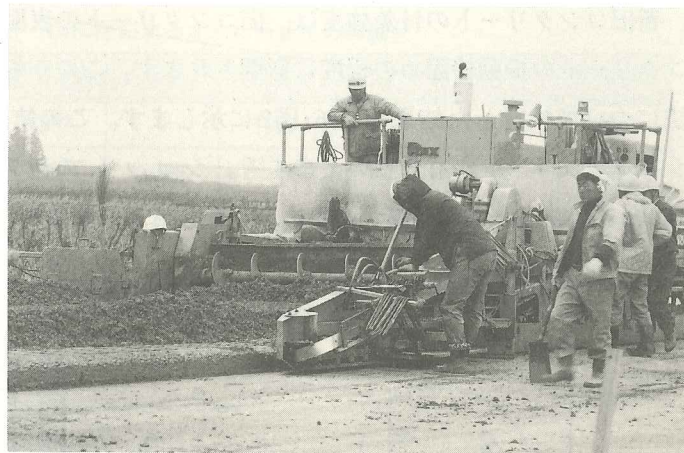
《舗装延長で60km, 舗装面積で21万㎡を施工》

コンクリート舗装の合理化施工を目指して、昭和44～47年の間にスリップフォーム工法で版厚25cmの鉄網入り舗装を21万㎡施工されています。

建設省関東地方建設局がアメリカのレックス社より1車線用のスリップフォームペーパーを導入して、①埼玉県新大宮バイパス(国道17号)、②群馬県桐生バイパス(国道50号)、③山梨県甲府バイパス(国道20号)、④茨城県水戸バイパス(国道6号)、⑤栃木県佐野バイパス(国道50号)で行ったものです。スリップフォームペーパー以外の機械は国内で作ったり改造したものを使い、施工はそのつど関東技術事務所が道路建設会社を指導しながら、やりかたも少しずつ工夫を積み重ねていったようです。

コンクリートの配合は、最終工事の佐野バイパスの例では6～7月の施工で、粗骨材の最大寸法40mm, スランプ4.5cm, 空気量4.1%, 単位粗骨材容積0.73, 水セメント比43.5%, 単位セメント量320kg/m²(普通セメント), 混和剤0.8としています。

抜き取りコアによる舗装厚は、新大宮が25.5cmだった他は25.1～25.2cmの範囲内で、平坦性もプロフィール測定による標準偏差の平均値で0.82～1.35の範囲内という非常に優秀な結果を収めています。



参考文献

- 1) 土木学会; 舗装工学
- 2) (財)高速道路調査会, 舗装研究委員会・欧州道路調査団; 連続鉄筋コンクリート舗装(CRCP)に関する欧州調査報告書 1994.3
- 3) 「CONTINUOUSLY REINFORCED CONCRETE PAVEMENTS」, PIARC TECHNICAL COMMITTEE ON CONCRETE, 1994年
- 4) 酒井, 岸田; 東関東自動車道におけるコンポジット舗装の試験施工, 舗装, 1995.9
- 5) 福田; 郡山連続鉄筋コンクリート舗装について(調査報告)
- 6) (社)日本道路協会; セメントコンクリート舗装要綱 1984
- 7) T. L. Neff, G. K. Ray; CRCP performance, An Evaluation of Continuously Reinforced concrete Pavement in Six States,
- 8) Sollac; FLEXARM+ The C. R. C. Pstory in France
- 9) 佐藤, 阿部, 亀田, 竜田; 連続鉄筋コンクリート舗装モデル供試体のせん断伝達特性, 第44回セメント技術大会講演集, 1990
- 10) (社)日本道路協会; アスファルト舗装要綱 1992
- 11) 日本道路公団; スリップフォーム工法による連続鉄筋コンクリート舗装の施工
- 12) 高性能スリップフォームペーパーを使用した連続鉄筋コンクリート合成舗装, セメントコンクリート No.588. 1996.2
- 13) (社)セメント協会 道路技術専門委員会; ヨーロッパのコンクリート道路に関するアメリカ視察団(U. S. TECH)の報告-1992年. 1995.9
- 14) 寺原; 高速道路におけるトンネル内コンクリート舗装の骨材露出工法, 舗装, Vol. 30. No7. 1995.7
- 15) 中村, 南条, 内藤; コンクリート舗装の新しい表面処理工法 九州自動車道肥後トンネルの骨材露出工法, 建設の機械化, No478. 1989.12
- 16) 加島, 藤原; 薄層コンクリートオーバーレイ舗装の追跡調査, セメントコンクリート No. 505, セメント協会, 1989年
- 17) M. I. Darter; Structural Distress Mechanisms in Continuously Reinforced Concrete Pavement,
- 18) 石川, 斉藤, 堤; SFRCによる連続鉄筋コンクリートの補修事例, 第20回日本道路会議論文集PP570～571, 日本道路協会, 1993年
- 19) W. H. Temple, S. L. Cumbaa; Design and Construction of Bonded Fiber concrete Overlay of Continuously Reinforced Concrete Pavement, TRANSPORTATION RESEARCH RECORD
- 20) (株)ブリヂストン; コンクリート補強用スチールファイバー ドラミックスカatalog, 1995.11
- 21) 国際コンクリート道路技術講演会テキスト, セメント協会, 1990年
- 22) 太田, 吉田; 新旧コンクリートの接合に関する技術, RC床版補強の増厚工法に用いた例, コンクリート工学, Vol. 21. No. 5, pp. 62～70, 1983.5
- 23) 上面増厚工法設計施工マニュアル, (財)高速道路調査会, 1995.11

あとがき

本書をお読みいただいたご感想はいかがでしたでしょうか。きっとCRCPの特長がご理解いただけたことと思います。

ここまでやさしくまとめることができたのは、執筆グループのご努力のたまものです。データ収集・現場取材・写真撮影・原稿執筆等々一人何役もこなしていただきました。

東北大学大学院の福田 正教授にもお世話になりました。暖くも厳しい目で、この本を監修していただきました。また、参考・引用させていただいた文献の執筆者各位や写真や資料を提供していただいた皆様にも、ここに印して厚くお礼を申し上げます。

最後に、この本をお読みいただいた皆様方にお願いが2つございます。1つは、この本に対するご意見をどしどしセメント協会へお寄せいただきたいこと、もう1つはCRCPをはじめコンクリート舗装技術を育てていただきたいことです。より耐久なコンクリート舗装がよりスピーディーに施工できるようになれば、コンクリート舗装はもっと社会資本整備のためにお役に立てると思うからです。

1998年3月

編集部

セメント協会のコンクリート舗装に関する資料

《ご希望の方は下記へお問合せください》

●出版物

道路対策専門委員会報告	
R1・舗装用コンクリートの品質に関する共同試験報告	
R2・流動化剤を用いた舗装用コンクリートに関する研究	
R3・コンクリートの曲げ疲労強度に関する研究	
R4・簡易なコンクリート舗装の施工手引き	
道路技術専門委員会報告	
R5・レディーミクストコンクリート工場から出荷された舗装用コンクリートの実績調査	
R6・最近のコンクリートオーバーレイ技術	
R7・磐城国道工事事務所のコンクリート舗装	
R8・転圧コンクリートの締固めに関する研究	
R9・舗装用コンクリートの強度試験方法の検討	
RCCP推進専門委員会報告・技術部会	
B1・生コンクリート工場におけるRCCP用コンクリートと普通コンクリートの交互出荷の検討に関する試験結果	
B2・転圧コンクリートの品質管理に関する研究	
軽交通道路のための転圧コンクリート舗装〈技術資料〉	RCCP推進専門委員会技術部会・編
道路用材料技術資料	道路技術専門委員会・編
転圧コンクリート舗装の港湾施設への適用性に関する研究〈運輸省港湾技術研究所との共同研究報告書〉	
ローラ転圧コンクリート舗装・共同開発報告書〈建設省関東地方建設局関東技術事務所との共同開発報告書〉	
Concrete Engineering News No.100〈特集・コンクリート舗装〉	舗装関連推進専門委員会・編
ヨーロッパのコンクリート道路に関するアメリカ視察団(U. S. TECH)の報告-1992年-	道路技術専門委員会・編
港湾施設における転圧コンクリート舗装〈技術資料〉	(財)沿岸開発技術研究センター・編 (税込み価格) 5,000円
RCCP欧米調査報告書	(税込み価格) 1,000円
オーストラリアRCCP調査報告書	(税込み価格) 1,000円
転圧コンクリート舗装(RCCP)文献調査報告書	RCCP研究会・編 (税込み価格) 1,500円
重交通舗装専門委員会報告書	(税込み価格) 5,000円
コンクリートブックス No.9〈土木シリーズ〉コンクリート舗装	福田正・柳田力・養王田栄一著 (税込み価格) 945円
舗装に関するAASHTO指針	道路技術専門委員会・翻訳 (税込み価格) 5,000円

●ビデオ

転圧コンクリート舗装(20分)	(税込み価格) 9,800円
RCCP工法-超硬練りコンクリートの製造と施工(16分)	(税込み価格) 9,800円
RCCP工法-表層への適用を探る(四国縦貫自動車道)(15分)	(税込み価格) 9,800円
地盤改良の技術を支えるセメント系固化材(16分)	(税込み価格) 9,800円

●問合せ先 〒104-0031 東京都中央区京橋1-10-3 服部ビル4階

社団法人 セメント協会 事業部 普及課

☎ 03-3561-8634 FAX 03-3567-8570