

V-5

屋外ヤードにおける転圧コンクリート舗装について

札幌市河川課 正 員 長谷川 裕二
同 森 田 義男

1. はじめに

転圧コンクリート舗装(Roller Compacted Concrete Pavement, 以下RCCPという)は、従来のコンクリート舗装の欠点を解消し、コンクリートの持つ耐久性を生かした舗装工法として、国内では昭和62年度から試験的に施工されるようになった。

札幌市では昭和62年10月、白石区市道野幌線の基層としてRCC(Roller Compacted Concrete)を施工している。この時は、道路の遮断層の上に超硬練りコンクリートをダンプトラックで運搬し、ブルドーザでまき出し、振動ローラで締固めるものであった。そして、表層用舗装として初めて採用されたのが平成元年10月、手稲区土木事業所構内にある除雪車両のブレーキテスト等のための試走路である。この試走路の舗装は、耐摩耗性および耐油性のあるコンクリート舗装としてRCCPが採用された。しかし、その後は施工場所および施工条件等が限られるため、採用されずに今日に至っているのが本市の現状であった。

ところが、このRCCPが施工可能な場所として、本市ゴミ資源化工場の屋外選別ヤードが浮かび上がった。このRCCP自体、目新しい工法ではないが、本市としては未だ外部に公表する機会がなかったことから、今回、RCCPの施工例として、配合設計を中心に報告するものである。

2. 工法の選定理由

この屋外選別ヤードは、平成元年度に幅員73m、奥行き73m、面積5,329 m²で、この内、作業車両の待機ヤードとして幅員73m、奥行き22m、面積1,606 m²の鉄筋コンクリートスラブ(以下RCスラブという、PHC杭φ350、杭長23m、杭本数75本)、残りの面積をゴミ資源としての廃木材をストックするヤード(碎石路盤総厚80cm)が併せて造成された。しかし、ここはもともとゴミの埋立て地で、ゴミと覆土の互層が地表面から4.3 mあり、その下に圧密された泥炭1.3 m、細砂1.5 m、さらにN値0のシルトが7.2m、そして支持層として深さ23mの地層に砂レキがあるという非常に軟弱な地盤を構成している。その結果、施工5年後の平成6年現在では当然、支持杭のあるRCスラブは沈下しないが、隣接する碎石路盤で仕上げたストックヤードおよび周辺の搬入道路が50~60cm沈下し、搬入車両や作業車両の出入り等に支障をきたすようになった。そこで考えられたのが以下の4案である。

- (1)案：既設のRCスラブ(杭基礎有り)と同じものを築造する。
- (2)案：杭基礎無しのRCスラブを築造する。
- (3)案：ストックヤードの碎石路盤に再度、碎石を補充して嵩上げする。
- (4)案：RCスラブより自重の軽いRCCPを築造する。

ここで、上記の4案の中から最も経済的で確実な施工方法を選ぶ。

- (1)案は杭基礎に工費がかかることから、経済性に乏しい。
- (2)案はRCスラブの自重が大きいことから、杭基礎無しでは沈下する恐れがある。
- (3)案は碎石を補充するのが最も経済的であるが、今までと同じく作業車(トラクターショベル)により表面の碎石が削り取られ、ヤードとしての平坦性および路盤厚がとれなくなる。
- (4)案は沈下もほぼ終息に近いことから、RCスラブより自重の軽いRCCPの方が沈下に対して有利性が

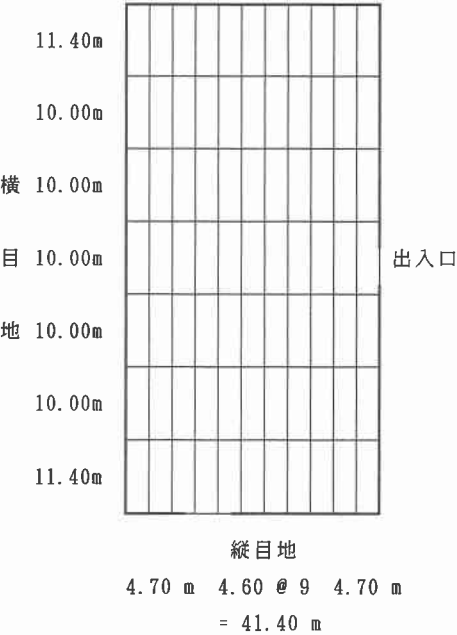
Roller Compacted Concrete Pavement in Storage Yard
by Yuzi HASEGAWA, Yosio MORITA

あり、強度的にもRCスラブと遜色ないことと、(3)案の次に安価であることから、この(4)案を採用することになった。

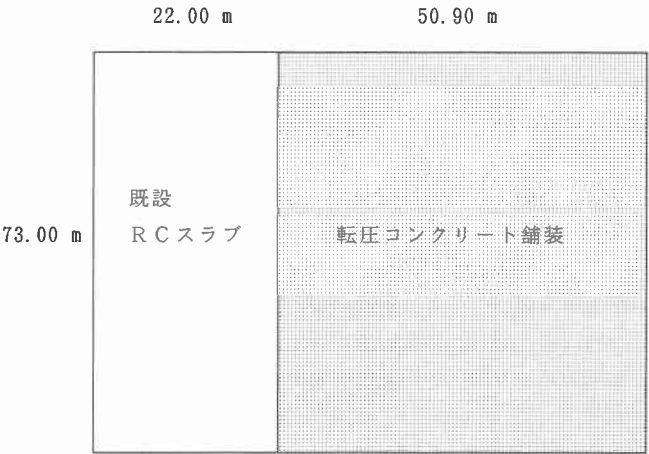
3. 工事概要

図－1～4に工事の平面図、舗装構造図、目地設置図、目地構造図を示す。

RCCPの施工面積は 3,698㎡、コンクリート版厚 15 cm、RCCP直下の路盤は手稲区土木事業所構内の施工結果からセメント安定処理路盤（一軸圧縮強度 20 kgf / cm²、厚さ 20 cm）と、その下には下層路盤として切込碎石 40 ～ 0 を平均厚33cmで補充している。これは既設の路盤にゴミや木クズが混在していることから、路盤の表層を 20 cmすき取ったことと、5年間の沈下によるものである。また、目地間隔とくに縦目地については、アスファルトフィニッシャーの標準最大施工幅員である 4.5m前後で目地間隔を決めた。



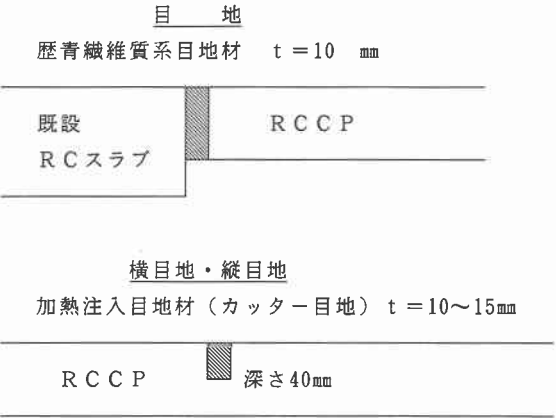
図－3 目地設置図



図－1 屋外ヤード平面図

転圧コンクリート舗装	厚さ	15 cm
セメント安定処理路盤	厚さ	20 cm
補充碎石(40 ～ 0)路盤	平均厚	33 cm

図－2 舗装構造図



図－4 目地構造図

4. 配合設計

4-1 配合設計条件

本市の配合設計条件
を表-1に示す。

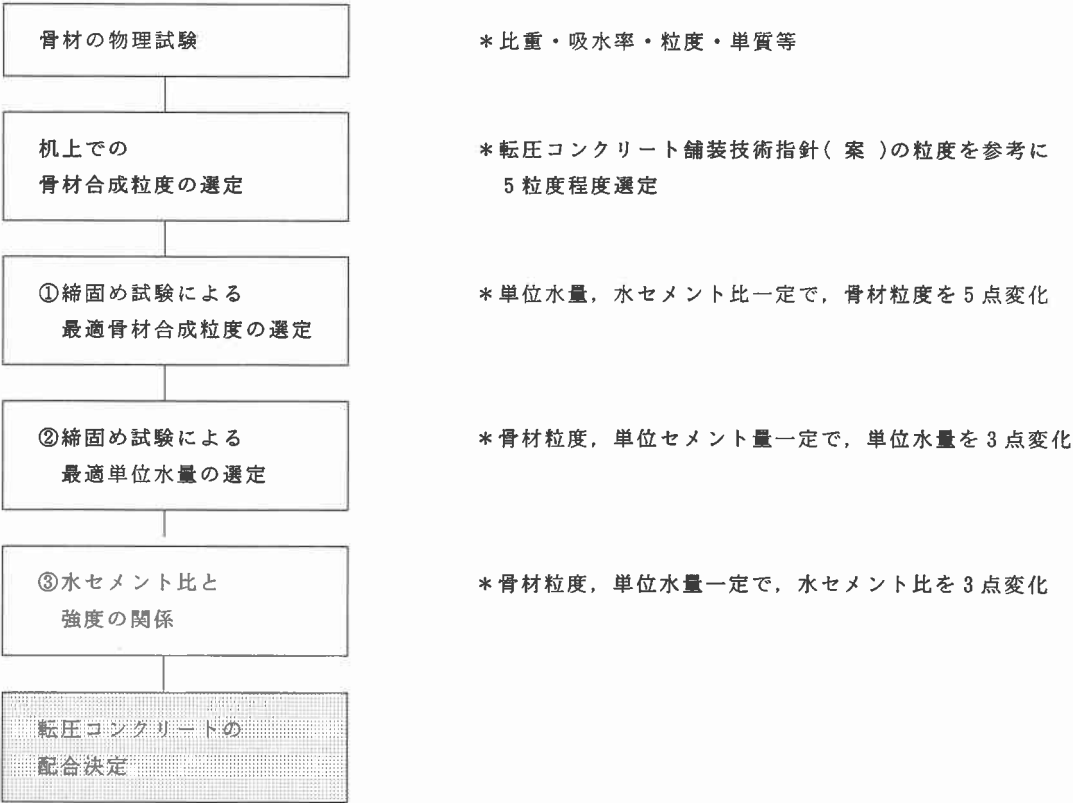
4-2 配合設計の手順

RCCPの配合設計の
一般的手順については、
平成2年11月 (社)日本道
路協会発行 転圧コンク
リート舗装技術指針(案)
に従い、以下に示すよう
な手順で行った。

- (1)最も締固め易い骨材合成粒度の選定
- (2)締固めに適した単位水量の選定
- (3)水セメント比、締固め率と強度の関係

表-1 配合設計条件

粗骨材の最大寸法	20 mm
設計曲げ強度	45 kgf / cm ²
配合曲げ強度	58 kgf / cm ² (割増強度 8kgf 割増係数 1.09)
目標締固め率	96 % (マーシャル突固め)



4-3 室内配合

4-2での予備試験、骨材合成粒度の選定、単位水量の選定、水セメント比と強度の関係の結果については、ページ数の関係から省略する。これらの配合試験結果から定めた転圧コンクリートの骨材合成粒度を表-2、室内配合を表-3に示す。

表－２ 転圧コンクリートの骨材合成粒度

20:13:S1:S2	s/a (%)	骨 材 合 成 粒 度 (%)										
		25	20	15	10	5.0	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075
40:60:40:60	45.0	100	98	92	70	48	43	35	23	8	1	0

表－３ 転圧コンクリートの室内配合

水 セ メ ン ト 比 (%)	細 骨 材 率 (%)	単 位 量 (kg/m³)							理 論 最 大 密 度 (g/cm³)
		水	セメント	細 骨 材		粗 骨 材		混 和 剤	
				栗 丘	幌 延	20～13	13～05	減 水 剤	
37.6	45.0	98	261	384	590	481	713	1.040	2,528

今回の配合試験における細骨材率 45 %，単位水量 98 kg/m³での曲げ強度（材令 28 日）は，水セメント比32.5%～37.5%（セメント量 302kg/m³～ 261kg/m³）の範囲で配合曲げ強度（58 kgf/cm²）を満足している。

次に実際のプラントの機械による試験練り（以下実機試験練りという）は，表－３の配合により行うのが生コンクリートの考え方であるが，下記の理由により表－４に示す配合で実機試験練りを行った。

(1)セメント量 260kg/m³は，配合曲げ強度（58 kgf/cm²）の下限側であり，強度のバラツキを考えると安全側とはいいがたい。

(2)過去のセメント量の実績は，280kg/m³～ 310kg/m³の範囲である。

(3)表面の緻密性，耐久性を考慮すると，多めのセメント量が望ましい。

以上の理由により，水セメント比33.2%（単位セメント量 295kg/m³）とした。

実機試験練りによる転圧コンクリートの配合を表－４，締固め試験結果を表－５，曲げ強度試験結果を表－６に示す。

表－４ 転圧コンクリートの配合（実機試験練り）

水 セ メ ン ト 比 (%)	細 骨 材 率 (%)	単 位 量 (kg/m³)							理 論 最 大 密 度 (g/cm³)
		水	セメント	細 骨 材		粗 骨 材		混 和 剤	
				栗 丘	幌 延	20～13	13～05	減 水 剤	
33.2	45.0	98	295	378	582	473	705	1.180	2,531

結果の検討として、実機による試験練り、試験舗装における表面性状は、一部に粗い面もみられたが、ほぼ良好な結果であった。また、締固め率、曲げ強度も目標を満足しており、表－４に示す配合を今回の配合試験における理論配合とした。

しかし、実際、生コンクリートプラントと現場間の運搬ロスを考慮するために、前述した同様の配合で、もう１度、実機試験練りを行った。また、転圧コンクリートを練り上げた直後の締固め試験と、さらに、ダンプトラックにて４０分程度回送させた後の締固め試験を行い、運搬ロスを確認する。

この運搬ロスによる締固め試験結果を表－７に示す。

４－４ 示方配合

室内、実機試験および運搬ロスの結果を総合判断すると、生コンクリートプラント出荷時の目標（締固め率）は、運搬ロスを１.０％見込んで、 $96.0 + 1.0 = 97.0$ ％とした。

また、単位水量を＋４ kg/m³とし、 $98 + 4 = 102$ kg/m³とした。

転圧コンクリートの示方配合を表－８に示す。

表－５ 締固め試験結果（実機試験練り）

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 水 量 (kg/m ³)	理 論 最 大 密 度 (g/cm ³)	マーシャル締固め試験	
				密 度 (g/cm ³)	締 固 め 率 (%)
33.2	45.0	98	2,531	2,448	96.7

表－６ 曲げ強度試験結果（実機試験練り）

水セメント比 (%)	No.	材 令 ７ 日		材 令 ２ ８ 日	
		強 度 (kgf/cm ²)	平 均 (kgf/cm ²)	強 度 (kgf/cm ²)	平 均 (kgf/cm ²)
33.2	1	59.6	56.6	65.0	68.4
	2	55.2		72.5	
	3	54.9		67.6	

表－７ 締固め試験結果（運搬ロス）

練り上がりからの経過時間	理 論 最 大 密 度 (g/cm ³)	マーシャル締固め試験		運搬ロス
		密 度 (g/cm ³)	締 固 め 率 (%)	
直 後	2,531	2,436	96.2	0
４０分 後		2,418	95.5	-0.7

表－８ 転圧コンクリートの示方配合

水 セ メ ン ト 比 (%)	細 骨 材 率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)							理 論 最 大 密 度 (g/cm ³)
		水	セメント	細 骨 材		粗 骨 材		混 和 剤	
				栗 丘	幌 延	20～13	13～05	減 水 剤	
34.6	45.0	102	295	376	579	470	702	1.180	2,524

5 施工管理結果

5-1 締固め試験結果

現場施工時の締固め試験結果を表-8に示す。

ページ数の関係で結果のみを記載したが、生コンクリートプラントおよび現場では、管理図により異常値が出ないよう、細心の注意を払った結果、ほぼ良好な数値を得ることができた。

5-2 曲げ強度試験結果

現場施工時の曲げ強度試験結果を表-9示す。

施工4日間における7日材令の平均値は 54.7 kgf/cm²、28日材令の平均値は 65.7 kgf/cm²となり、目標値である表-6の数値より若干下回っているが、設計条件となっている表-1の数値58 kgf/cm²より上回っている。

5-3 全体的評価

施工時の締固め率および曲げ強度の数値は、いずれも満足のいく結果となったが、RCCPのカッター目地を施したにもかかわらず、施工完了1カ月程経過した頃、目地以外に表面へアークラックが生じた。これは本年の夏の異常に高かった温度の影響と思われる。

表-8 締固め試験結果（単位： %）

施 工 月 日	管理目標	個数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
6月28～29日	97.0	40	96.7	97.7	97.2	0.25
7月21～22日	96.0	29	95.0	96.7	96.0	0.39

表-9 曲げ強度試験結果（単位： kgf/cm²）

			6月28日	6月29日	7月21日	7月22日
7日 材令		1	53.5	52.6	55.2	57.8
		2	53.2	53.8	54.6	57.0
		3	51.1	55.4	54.9	57.6
		平均	52.6	53.9	54.9	57.5
28日	午 前	1	66.3	68.1	64.3	64.4
		2	64.0	68.3	60.6	66.8
		3	64.8	69.7	59.5	65.9
		平均	65.0	68.7	61.5	65.7
材令	午 後	1	65.1	66.5	—	62.1
		2	65.2	68.3	—	67.1
		3	65.4	68.5	—	68.3
		平均	65.2	67.8	—	65.8

6 おわりに

今回のRCCPの施工時期としては、6月下旬の2日間および7月下旬の2日間の計2回に分けて行われた。これは現在の屋外ヤードは日曜日以外、毎日使用しており、閉鎖して施工することができないため、半断面施工となったことと、もう1箇所、屋内ヤードの舗装も今回RCCPで施工したことから、施工の段取り替えに時間がかかっている。また、本年の夏は記録的な暑さに見舞われ、現場での施工とくに転圧コンクリートの水分管理および施工後の養生には充分注意を払った。

最後に今回のRCCPの施工に際してご協力していただいた日本舗道(北海道支店および曾澤コンクリート(札幌工場の皆様をはじめ、関係者各位に深く感謝を申し上げる次第です。

参考文献

- (1) 平成2年11月 (財)日本道路協会発行 転圧コンクリート舗装技術指針(案)
- (2) 藤山, 釜台, 青木: 転圧コンクリート舗装の施工報告について, 第33回北海道開発局技術研究発表会講演概要集, 1990年2月