

高炉セメントおよび再生骨材のプレキャストコンクリート製品への
利用に関する調査研究報告書
(現場暴露試験追跡調査)

平成 24 年 3 月

全国コンクリート製品協会東北支部

目 次

はじめに・・・・・・・・・・・・・・・・	1
高炉セメントを用いた PCa 製品・・・・・・・・	2
高炉セメントおよび再生骨材Mを用いた PCa 製品・・・・・・・・	18

1. はじめに

中間法人全国コンクリート製品協会東北支部は、平成 15 年度東北建設協会の技術開発支援に選定され、平成 16 年 4 月から、「混合セメントおよび再生骨材のプレキャスト製品への適用についての実証的研究」を進め、さらに平成 17 年度 4 月から「混合セメントによる再生骨材を用いたコンクリート製品のアルカリシリカ反応抑制と耐凍害性対策技術に関する実証的研究」を進めた。この研究は、循環型社会構築の観点から、コンクリート産業においても環境負荷の少ない、いわゆるグリーン購入特定調達品目の使用が求められていることによる。

一連の研究において、試作したコンクリート製品を、国土交通省東北整備局のご協力のもと、製品の暴露試験を実施した。

そこで、本報では、暴露試験の経過観察を行い、健全性等においての評価を行ったので報告する。

2. 高炉セメントを適用したプレキャストコンクリート製品の特Ⓐ性

2.1 はじめに

高炉セメントをコンクリート製品に適用するにあたって昨年の試験に引き続き問題となっている、高炉セメントコンクリートの融雪剤の影響を含めた耐久性、実際の使用現場での製品の暴露試験、養生方法の違いによる収縮特性への影響を検証するために以下の試験を行った。

2.2 試験概要

2.2.1 試験項目

フレッシュコンクリートの物性として、スランプ、空気量、コンクリートの練り上がり温度を測定した。硬化コンクリートについては、表 2.1 に示す試験を行った。

表 2.1 試験項目と養生条件

試験項目	製品同一養生	標準養生	備考 (cm)
圧縮強度試験	○	○	φ 10×20
静弾性係数試験	○	○	同
割裂引張強度試験	○		φ 10×15
収縮試験	○	○	10×10×40
塩害試験	○		23×29×4.5
製品暴露試験	○		1種400A及び 蓋

2.2.2 使用材料

使用した材料の主な品質を、表 2.2 に示す。

表 2.2 使用した材料（工場入荷品）

材 料	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	単位容積 質量 (kg/L)	実積率 (%)	粗粒率	ブレン 値 (cm ² /g)
普通セメント(M社)	3.16	—	—	—	—	3,250
高炉セメントB種(同)	3.04	—	—	—	—	2,860
碎石(1505)(米内産)	2.90	0.60	1.67	57.8	6.31	—
碎石(2015)(大ヶ生産)	2.90	0.45	1.69	58.4	6.98	—
砕砂(梁川産)	2.67	1.55	1.56	58.3	2.75	—
混和剤(N社)	1.1	—	—	—	—	—

2.2.3 コンクリート配合

コンクリートの配合を、表 2.3 に示す。なお、普通セメントを用いたコンクリートを NP、高炉セメントを用いたコンクリートを BB と略す。BB については、試験製品製造工程の普通セメントの配合をもとに、高炉セメント B 種に替え、配合修正を行った。

表 2.3 コンクリートの示方配合

種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
					W	C	S	G1	G2	Ad
NP	6.5	5.5	46.2	44.0	160	346	764	440	659	3.81
BB	6.5	5.5	46.2	44.0	160	346	759	436	654	3.81

2.2.4 試験日時

試験は、平成 17 年 8 月 23 日、S 社 T 工場にて行った。

2.3 コンクリート物性試験結果

2.3.1 フレッシュコンクリートの物性

フレッシュコンクリートの物性を、表 2.4 に示す。スランプ、空気量、いずれも目標範囲内でほぼ同一の値であった。

表 2.4 フレッシュコンクリートの物性試験結果

種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (°C)
NP	8.5	4.7	31
BB	8.5	4.6	29

2.3.2 供試体の養生方法と成形状況

(1) 供試体の養生方法

供試体の養生は、表 2.1 に従い、それぞれ標準養生および蒸気養生（製品同一養生）を行った。その方法の詳細は以下のとおりである。

標準養生：打設後材齢 1 日までは工場室内で養生後、脱型し水槽で標準養生

蒸気養生：打設後前置き時間を NP は 2 時間、BB は 2 時間 30 分取った後、蒸気養生槽で、昇温速度 15°C/hr、最高温度 65°C で 5 時間温度を保持した。その後蒸気を停止し、翌日養生槽から取り出し脱型。養生槽内での養生時間は合計 18 時間で試験材齢まで室内で気中養生した。蒸気養生の温度管理図を図 2.1 に、実際の温度記録を図 2.2 に示す。

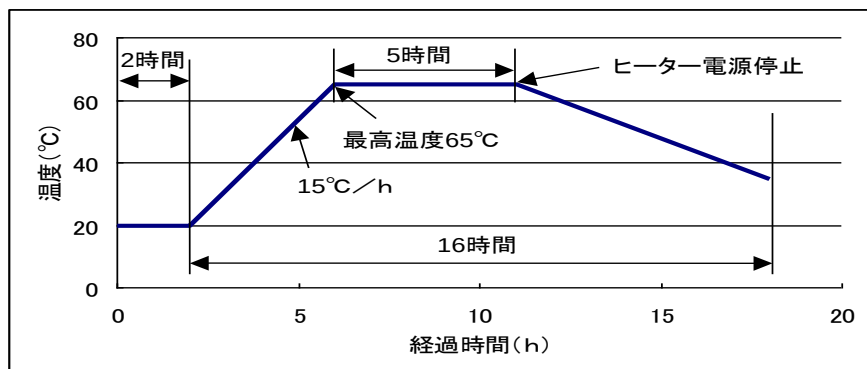


図 2.1 蒸気養生温度の管理

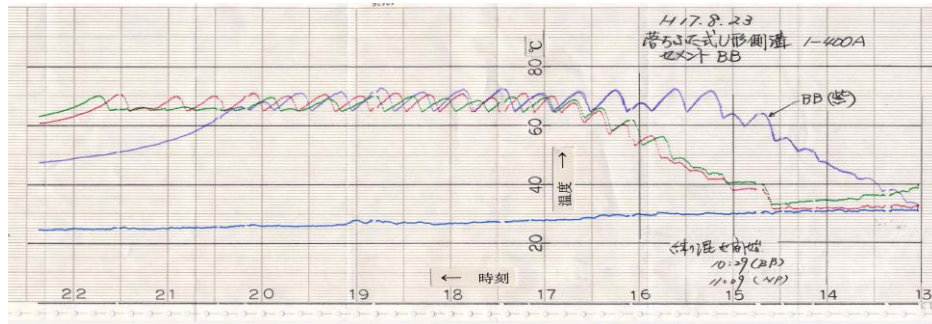


図 2.2 蒸気養生槽の温度記録

(2) 供試体の成形状況

写真 2.1 から 2.4 に 供試体の成形状況と養生状況を示す.



写真 2.1

収縮試験供試体作製(ひずみ計埋め込み)



写真 2.2

強度試験供試体作製

2.3.3 硬化コンクリートの強度特性

NP と BB の材齢，養生方法別の圧縮強度，静弾性係数，割裂引張強度の試験結果を表 2.5 に示す.

表 2.5 圧縮強度，静弾性係数，割裂引張強度試験結果

試験項目	養生	標準養生			製品同一養生			
	材齢(日)	7	14	28	1	7	14	28
圧縮強度 (N/mm ²)	NP	29.7	31.9	35.5	23.6	29.4	30.1	33.5
	BB	21.9	25.0	32.6	14.9	24.9	26.6	27.1
静弾性係数 (kN/mm ²)	NP	28.7	28.3	31.2	—	24.1	26.4	26.4
	BB	24.2	27.0	28.8	—	24.9	24.8	24.5
引張強度 (N/mm ²)	NP	3.10	3.33	3.38	—	2.94	2.87	3.13
	BB	2.25	2.66	3.01	—	2.26	2.54	2.83

これらの結果から、以下のことが言える。

- 1) 全体的にやや強度が低めであった。特に BB にその傾向が見られた。
- 2) 静弾性係数も圧縮強度と同様に低めであった。
- 3) 引張強度はほぼ妥当な値であった。
- 4) 強度、弾性係数が伸びなかった要因としては、養生槽の温度は所定の範囲で制御されていたが、供試体の温度が上がっていなかったことが考えられる。

2.4 フィールド試験

高炉セメントを用いたプレキャストコンクリート製品（岩手県の工場で製造）は、平成 17 年 11 月に岩手河川国道事務所の工事において以下のフィールド試験 1 および 2 に敷設して頂いた。また、平成 18 年 2 月には、山形河川国道事務所に協力を頂き、フィールド試験 3 の高畠町大字糠野目地内に高炉セメント製品（山形県の工場で製造）を敷設して、それぞれ経年変化を観察することにした。

2.4.1 フィールド試験 1

神明道路改良舗装工事 岩手県水沢市東中通り 2 丁目地内（国道 4 号線 水沢東バイパス）

- 1) 製品 境界ブロック B 種 両面 R
- 2) 数量 20m（NP10m＋BB10m）
- 3) 据付 平成 17 年 11 月 5 日

2.4.2 フィールド試験 2

高木道路改良舗装工事 岩手県花巻市高木地内（国道 4 号線 花巻東バイパス）

- 1) 製品 US2-B400 400 側溝及び蓋
- 2) 数量 20m（本体 10 本、蓋 40 枚）
- 3) 据付 平成 17 年 11 月 17 日

2.4.3 フィールド試験 3

上平柳歩道工事 山形県東置賜郡高畠町大字糠野目地内

- 1) 製品 L 型擁壁 PW-H1750
- 2) 数量 10m（NP 4m＋BB 6m）
- 3) 据付 平成 18 年 2 月 14～15 日

高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－１

対象事務所	岩手河川国道事務所		
対 象 工 事	神明道路改良舗装工事		
施 工 場 所	岩手県水沢市東中通り2丁目地内		
支 給 製 品	規 格	数 量	据 付 日
①歩車境B種(BB:高炉セメント)	両面R,H:250,L:2,000	5本(10m)	平成17年11月5日
②歩車境B種(NP:普通セメント)	両面R,H:250,L:2,000	5本(10m)	平成17年11月5日

施工位置図



高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－1

撮 影 日	平成17年11月5日
経過状況	据付時
対象工事	
施工場所	岩手県水沢市東中通り2丁目地内

① 歩車境B種(高炉セ)



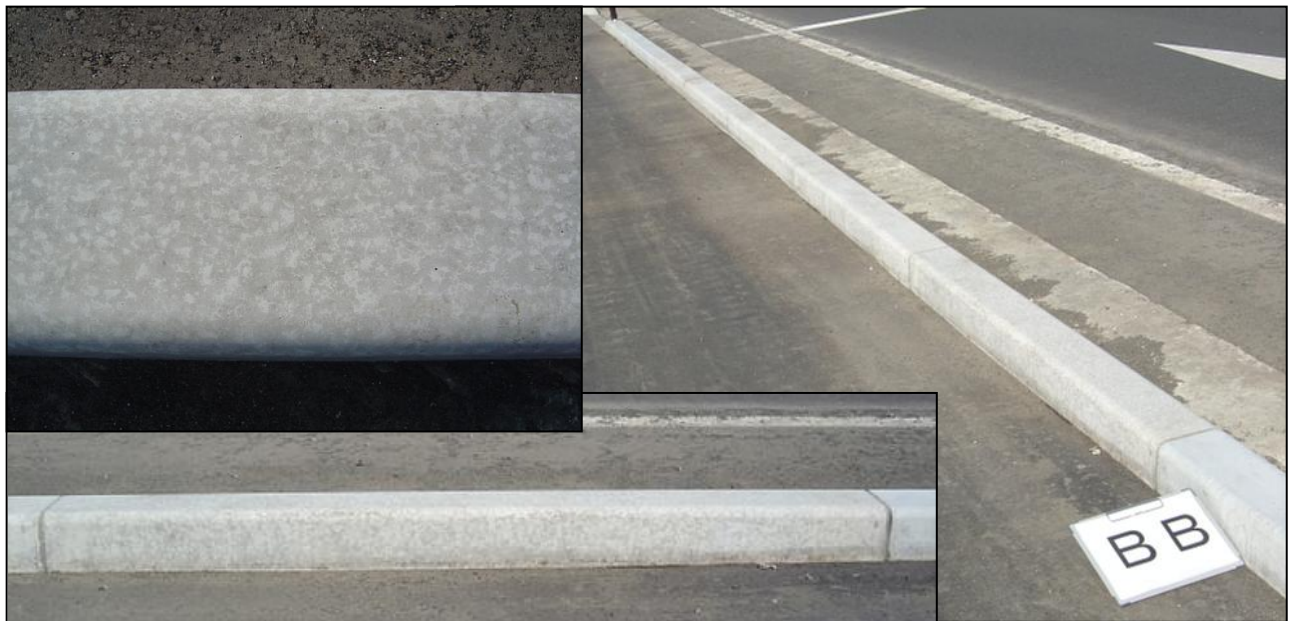
② 歩車境B種(普通セ)



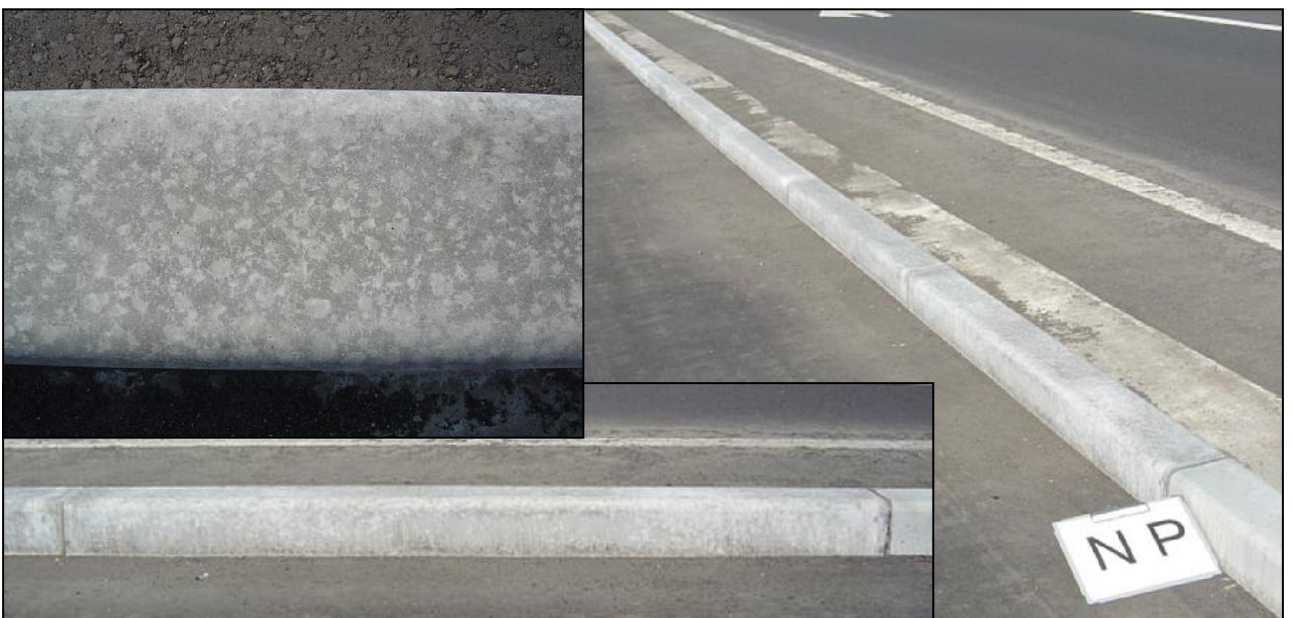
高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－１

撮 影 日	平成18年2月28日
経過状況	据付から、115日経過
対象工事	神明道路改良舗装工事
施工場所	岩手県水沢市東中通り2丁目地内

① 歩車境B種(高炉セ)



② 歩車境B種(普通セ)



施工路線の境界ブロックについては、試験品及び一般品とも凍害や塩害の起こったものは見られなかったが、所々で除雪時に受けたと思われるキズが散見された。

高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－1
 [現場暴露試験追跡調査 2011]

撮 影 日	平成23年9月13日
経過状況	据付から、5年10ヶ月経過
対象工事	神明道路改良舗装工事
施工場所	岩手県水沢市東中通り2丁目地内

高炉セメント製品
 製品名:歩車境B種 《セイナン社製》

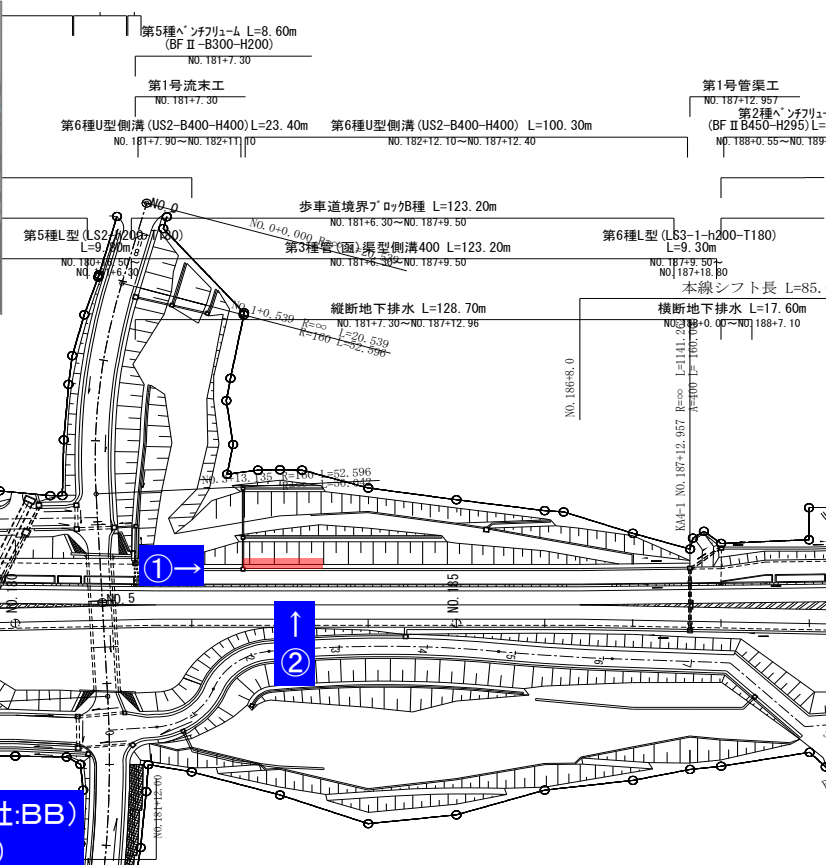
全 景



外観比較



高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－2

対象事務所	岩手河川国道事務所		
対 象 工 事	高木道路改良舗装工事		
施 工 場 所	岩手県花巻市高木地内		
支 給 製 品	規 格	数 量	据 付 日
③側溝US2 蓋付き (BB)	B:400,H:400,L:2,000	10本(20m)	平成17年11月17日
施工位置図 ①全景 (手前(白色)が支給品)  ② 木片より手前が支給品(セイツ社:BB) (奥はホクエツ社:N)  			

高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－2

撮 影 日	平成18年3月1日
経過状況	据付から、103日経過
対象工事	高木道路改良舗装工事
施工場所	岩手県花巻市高木地内

③ 側溝US2 蓋付き (《支給品》セイナン社製:BB)

(ホクエツ社製:N)

ポール区間が支給品



外観比較



施工路線は未開通なので融雪剤の散布も無かったものと推察され、凍害、塩害の損傷も全く観察されなかった。

高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－2
 [現場暴露試験追跡調査 2011]

撮 影 日	平成23年9月13日
経過状況	据付から、5年10ヶ月経過
対象工事	高木道路改良舗装工事
施工場所	岩手県花巻市高木地内

高炉セメント製品
 製品名:側溝US2 蓋付き <<セイナン社製>>

全 景



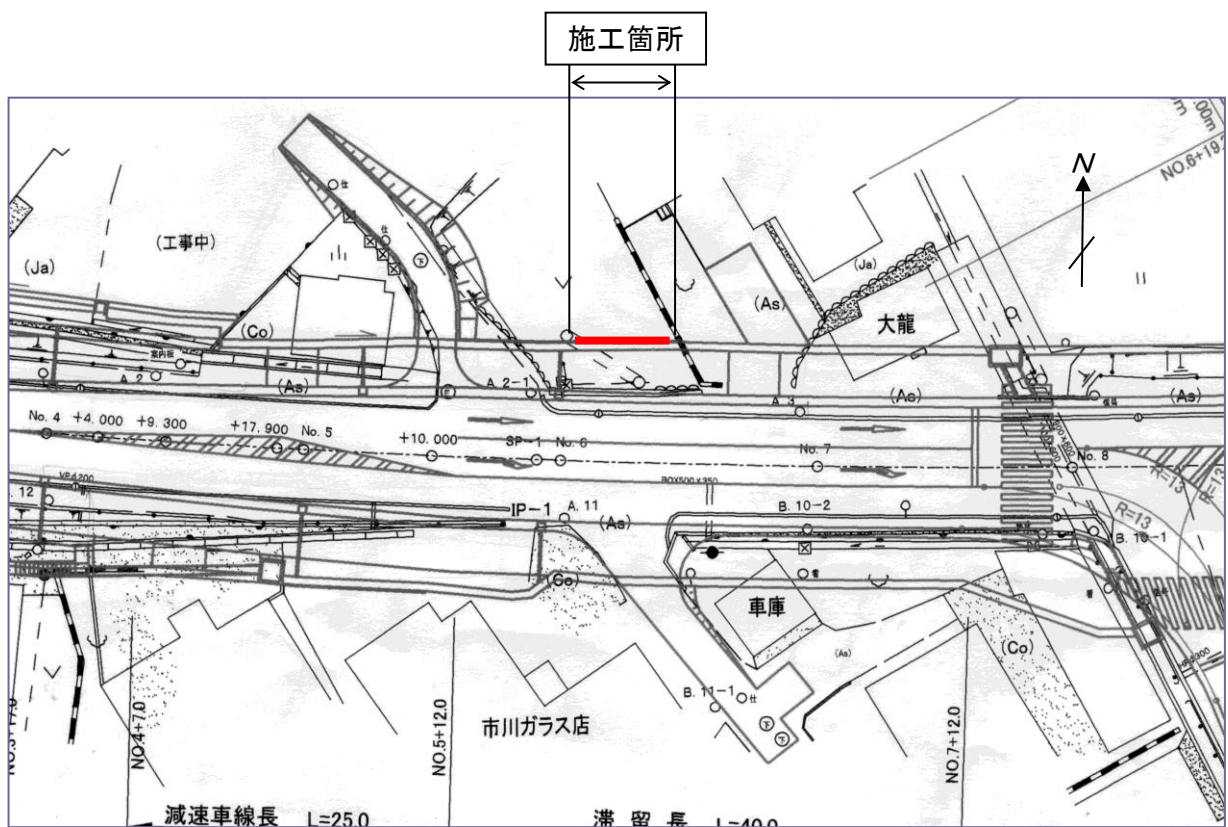
外観比較



高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－3

対象事務所	山形河川国道事務所		
対 象 工 事	上平柳歩道工事		
施 工 場 所	山形県 東置賜郡 高島町 大字 糠野目地内		
支 給 製 品	規 格	数 量	据 付 日
⑧L型擁壁PW-H1750(高炉セ)	H:1,750, L:200	3本(6m)	平成18年2月14日 平成18年2月15日
⑨L型擁壁PW-H1750(普通セ)	H:1,750, L:200	2本(4m)	平成18年2月14日

施工位置図



高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－3

撮 影 日	平成18年2月20日
経過状況	据付時
対象工事	上平柳歩道工事
施工場所	山形県 東置賜郡 高畠町 大字 糠野目地内

L型擁壁工 施工箇所全景

着工前



完 成



⑧L型擁壁PW-H1750(高炉セ)中央の3枚



⑨L型擁壁PW-H1750(普通セ)左から2枚



高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－3

撮 影 日	平成18年12月29日
経過状況	据付より、10ヶ月経過
対象工事	上平柳歩道工事
施工場所	山形県 東置賜郡 高畠町 大字 糠野目地内



L型擁壁PW-H1750
左2枚(普通セメント)
左3枚～3枚(高炉セメント)



左2枚(普通セメント)
右1枚(高炉セメント)



左3枚(高炉セメント)



左(普通セメント)
右(高炉セメント)

高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－3

撮 影 日	平成19年11月29日
経過状況	据付より、1年9ヶ月経過
対象工事	上平柳歩道工事
施工場所	山形県 東置賜郡 高畠町 大字 糠野目地内



L型擁壁PW-H1750
左2枚(普通セメント)
左3枚～3枚(高炉セメント)



左2枚(普通セメント)



左3枚(高炉セメント)



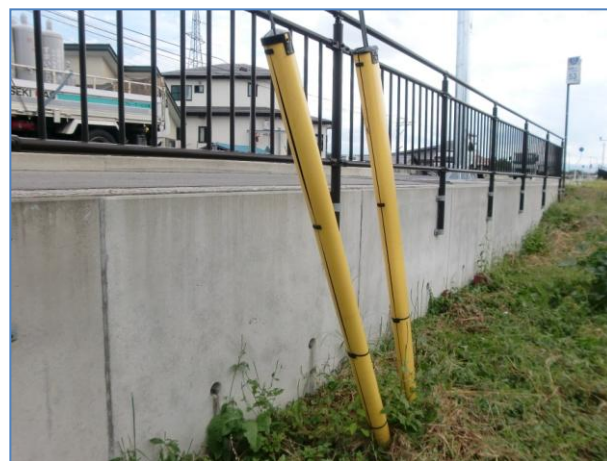
左(普通セメント)
右(高炉セメント)

高炉セメントコンクリート二次製品のフィールド試験－3
〔 現場暴露試験追跡調査 2011 〕

撮 影 日	平成23年9月13日
経過状況	据付より、5年7ヶ月経過
対象工事	上平柳歩道工事
施工場所	山形県 東置賜郡 高畠町 大字 糠野目地内



L型擁壁PW-H1750
左2枚(普通セメント)



左2枚(普通セメント)
右1枚(高炉セメント)



左(普通セメント)
右(高炉セメント)

2.5 まとめ

高炉セメントB種を用いプレキャストコンクリート製品の工場試作品のフィールド試験を行った。約6年経過後においても、水沢東バイパス・花巻東バイパスおよび山形県高畠町のPCa製品は凍害等の被害は認められず、良好であった。

3. 高炉セメントと再生骨材を適用したプレキャストコンクリート製品

3.1 はじめに

建築や土木における各種コンクリート構造物を解体した時に発生するコンクリート塊から得られる再生骨材は、多種多様の原コンクリートで構成されているため、品質の安定性に欠けると共に、発生場所と使用場所が同一でないため運搬費用も嵩むなどで、リサイクルするに当たり、現在は、路盤材として大半が使用されている。これを工場で作られるプレキャスト製品に限定して使用することで、再生骨材としての品質をほぼ一定に保ち易いことから、昨年は、プレキャストコンクリート製品を原コンクリートとする再生骨材を適用して、普通ポルトランドセメント（以後、普通セメントと表記する）による製品を試作した。その性能は従来品と比較し、ほぼ遜色がないことを確かめている。そこで、今年は、高炉セメントを使用して、プレキャストコンクリート製品を工場で試作すると共に、実際に現場に布設し、暴露試験を実施して色むらや冬期の積雪などによる耐凍害性の評価を試みた。

3.2 再生骨材

3.2.1 再生骨材製造のための原コンクリート

再生骨材の製造に使用した原コンクリートは、製造後約 8 年経過した、写真 3.1 に示すような幅 1,200×長さ 1,200×高さ 1,750 mm の集水マスであり、本試験に必要と思われる再生骨材を得るために 30 トン以上を確保した。

この原コンクリートのコンクリート配合は表 4.1（設計強度 30N/mm²）に示すものであり、その骨材は表 4.2 に示すものが使用されていた。



写真 3.1 原コンクリートの状況

表 3.1 原コンクリートの示方配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	水 セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G:15mm	粗骨材 G:20mm	混和剤
20	46.2	37	6	5	157	340	653	638	520	3.4

表 3.2 原コンクリートに使用した骨材の種類と物理的性質

品 名	種 類	産 地	物理的性質						
			表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)	粗粒率	洗い試験 (%)
細骨材	陸砂(花山岩)	長井(T 建材)	2.60	2.54	2.19	1.65	-	2.81	1.38
粗骨材	1505(安山岩)	上山(T 碎石)	2.68	2.63	1.97	1.52	57.8	6.37	0.37
	2015(安山岩)	上山(T 碎石)	2.68	2.64	1.69	1.52	57.9	6.97	0.27

3.2.2 再生骨材の製造方法

2005年8月22日 山形県長井市寺泉のT建材の骨材製造プラントに、前述の原コンクリート(製品合計：約35トン)を搬入し、図3.1に示すような製造工程で再生骨材を製造した。

この工程では、まず、クラッシャーユニットによる一次破碎、グリズリスクリーンによるふるい分け、クラッシャーユニットによる二次破碎を経て水洗トロンメルスクリーンにより分別し、10mm未満のものは振動スクリーンにより10～6mmの再生粗骨材(ここでは他と区分して「ビリ」と呼ぶ)とし、6mm未満のものは砂分級機にかけて6～0mmを再生細骨材とした。また、水洗トロンメルスクリーンにより80～10mmに分別されたものは、打撃式破碎機(通称、インペラー)により20mm未満になるまで破碎される。その後、振動スクリーンで20～15mmと15～5mmの再生粗骨材に分けられ、5mm未満は砂分級機にかけて6～0mmの再生細骨材と一緒にした。

本実験ではこの20～15mmと15～5mmの再生粗骨材を60：40の割合で混合した再生粗骨材R2005(混合)を使用した。

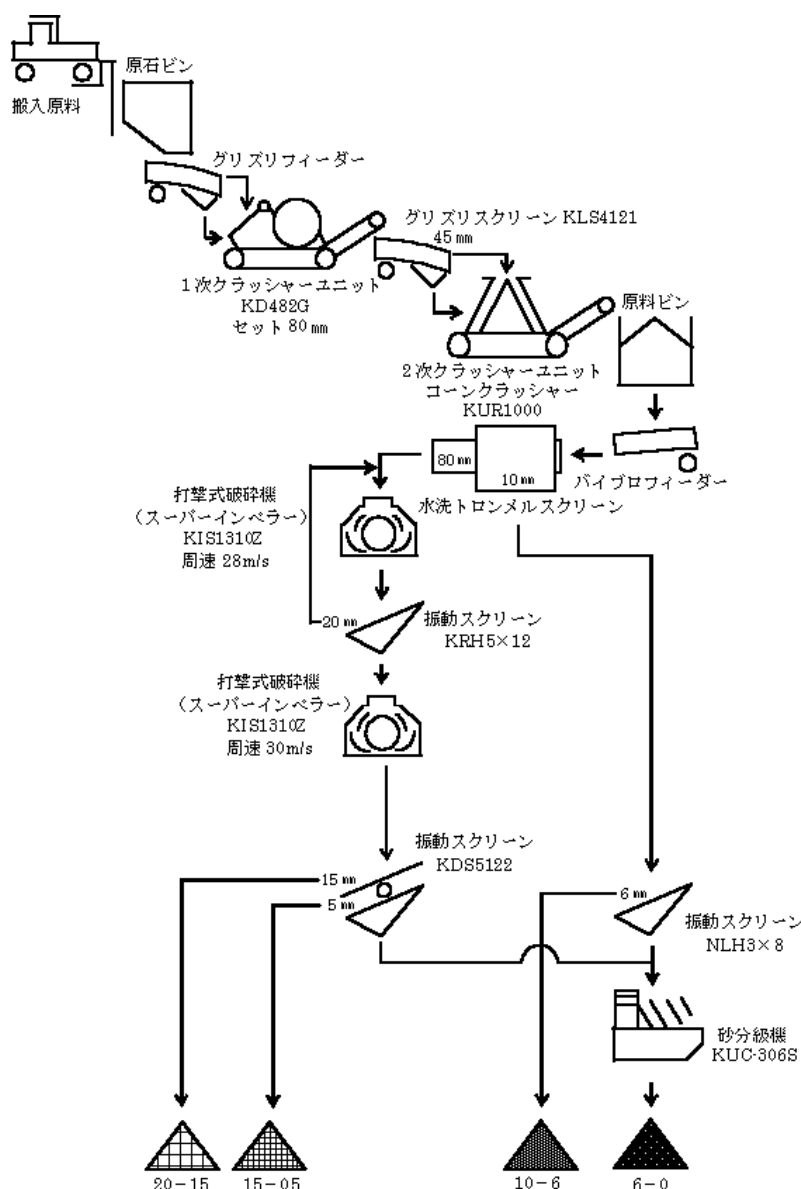


図 3.1 再生粗骨材の製造過程

3.2.3 再生粗骨材 R2005（混合）の物理的性質

再生粗骨材 R2005（混合）の状況を写真 3.2 に、物理的性質を表 3.3 に示す。この結果は、微粒分量を除き、JIS A5021 コンクリート用再生骨材 H の規格値を満足するものではなかった。

表 3.3 再生粗骨材 R2005（混合）の物理的性質

試験項目	単位	試験値	再生碎石 HJIS 規格
表 乾 密 度	g/cm ³	2.51	—
吸 水 率	%	4.01	3.0 以下
絶 乾 密 度	g/cm ³	2.41	2.5 以上
実 積 率	%	65.1	
微 粒 分 量	%	0.3	1.0 以下
粘 土 塊 量	%	0.40	
軟 石 量	%	0.00	
単位容積質量	kg/l	1.57	



写真 3.2 再生粗骨材 R2005
（混合）の状況

3.3 プレキャストコンクリート製品の工場試作と暴露試験

3.3.1 製造

平成 17 年 10 月 6 日から、山形市内の工場において、高炉セメント B 種と再生骨材（BB+R と略す）を使用して、落ちふた式 U 形側溝 3 種 400A と同ふた 400 および両面歩車道境界ブロック C ×600 を製作した。また、比較のため普通セメントと普通骨材（NP+N と略す）を使用した製品も、同時に製作した。試作した製品の製造日と数量を表 3.4 に、圧縮強度用の供試体（10cm×20cm）の製造本数を表 3.5 に示す。

表 3.4 製造した供試体数

規 格	数 量	配 合	打設日と数量					
			10 月 6 日	7 日	11 日	12 日	13 日	14 日
落ちふた式 U 形側溝 3 種 400A	15 本	BB+R				7	8	
同ふた 3 種 400A	54 枚	BB+R				20	20	15
落ちふた式 U 形側溝 3 種 400A	14 本	NP+N		8	6			
同ふた 3 種 400A	50 枚	NP+N	20	20	10			
両面歩車道境界ブロック C(標準)	35 本	BB+R					20	15
	40 本	NP+N			20	20		
同 C（デリネータ φ100）	2 本	BB+R					2	
同 C（コーナー）	6 本	BB+R					4	2
	3 本	NP+N				3		

表 3.5 圧縮強度試験用供試体

（本）

コンクリート の種類	W/C (%)	材齢 14 日		材齢 28 日		合計
		同一養生	標準養生	同一養生	標準養生	
BB+R	42	3	3	3	3	12
NP+N	45	3	3	3	3	12
合計		6	6	6	6	24

3.3.2 使用材料

セメントは、SO 社製の高炉セメント・普通セメントを、細骨材は、T 砕石製の砕砂を、再生骨材は、TO 砕石の 2005（混合割合 2015－60％、1505－40％）を、普通骨材としては、T 建材の 2005 を、混和剤は、AE 減水剤標準型 I 種（M 社製）を使用した。それら各材料の品質を表 3.6 に示す。また、再生骨材のふるい分け試験結果を表 3.7 に、粒度分布を図 3.2 に示す。

表 3.6 材料の品質

品名	種類	産地・品番	品質特性			
			表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	絶乾密度 (g/cm ³)	粗粒率
セメント	普通 (SO 社)		3.15	-	-	-
セメント	高炉 (SO 社)		3.04	-	-	-
細骨材	砕砂 (T 砕石)	山形・東根	2.57	2.19	2.51	2.90
再生粗骨材	R (TO 砕石)		2.51	4.01	2.41	6.77
粗骨材	N (T 建材)	2005	2.70	1.92	2.65	6.84
混和剤	AE 減水剤 (M 社)	No15L	-	-	-	-

表 3.7 再生粗骨材のふるい分け試験結果

(混合割合 2015-60％・1505-40％) 粗粒率 6.77

区 分	ふるいの呼び寸法 (mm)						
	ふるいを通るものの質量百分率 (%)						
	25	20	15	10	5	2.5	1.2
JIS A 5005 (2005)	100	90～100	-	20～55	0～10	0～5	-
試 験 値	100.0	97.6	75.3	24.7	0.5	0.2	0.2

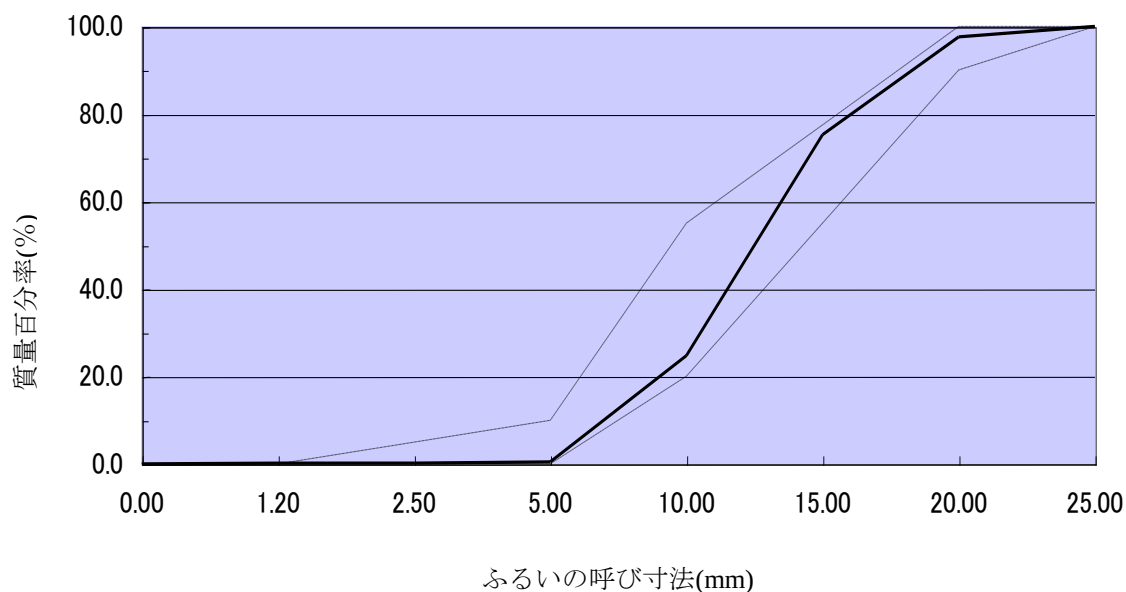


図 3.2 粗骨材の粒度分布

3.3.3 配合

BB+R の配合と NP+N の配合を、表 3.8 に示す。

表 3.8 コンクリートの示方配合

配合名	水 セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AD	AE
BB+R	42	40	8.0±2.5	5.0±1.5	168	400	668	979	4.40 (1.1%)	2,400 (6A)
NP+N	45	41	8.0±2.5	5.0±1.5	168	373	699	1,058	3.73 (1.0%)	2,238 (6A)

4.3.4 練り混ぜ時間

油圧可変速式 2 軸強制練り 1.5m³ ミキサーを使用して、セメントと細骨材を 30 秒、次に水と混和剤で 60 秒、最後に粗骨材を投入して 60 秒で、練り混ぜた。

4.3.5 養生

製品同一養生は、供試体を振動成型し前置き時間を 2hr 以上とってから、蒸気養生槽で昇温速度 20℃/hr、最高温度 60℃、保持時間 2hr 経過後蒸気を停止し、翌日養生槽から取り出し脱型して屋外で気中養生した。また、標準養生は、供試体を振動成型して工場室内で養生後、翌日脱型して 20℃の恒温水槽で材齢まで養生した。

3.3.6 圧縮強度試験結果

フレッシュコンクリートの試験結果および製品との同一養生と標準養生の違いによる圧縮強度は、表 3.9 と表 3.10 の通りであった。また、配合・養生別の圧縮強度試験結果を図 3.3 に示す。

表 3.9 BB+R 配合

外気温 (℃)	CT (℃)	SL (cm)	Air (%)	塩化物量 (kg/m ³)	単位容積質量 (kg/m ³)	材齢 14 日(N/mm ²)		材齢 28 日(N/mm ²)	
						同一養生	標準養生	同一養生	標準養生
21.1	22.0	10.0	4.5	0.029	2276	1. 38.2	1. 45.2	1. 41.1	1. 52.8
						2. 35.1	2. 43.2	2. 40.5	2. 54.4
						3. 38.5	3. 44.8	3. 41.0	3. 51.4
						平均 37.3	平均 44.4	平均 40.9	平均 52.9

表 3.10 NP+N 配合

外気温 (℃)	C T (℃)	S L (cm)	Air (%)	塩化物量 (kg/m ³)	単位容積質量 (kg/m ³)	材齢 14 日(N/mm ²)		材齢 28 日(N/mm ²)	
						同一	標準	同一	標準
20.5	22.8	9.5	4.8	0.041	2315	1. 36.2	1. 38.7	1. 38.3	1. 46.9
						2. 35.8	2. 36.0	2. 39.1	2. 45.8
						3. 35.0	3. 37.6	3. 40.9	3. 46.6
						平均 35.7	平均 37.4	平均 39.4	平均 46.4

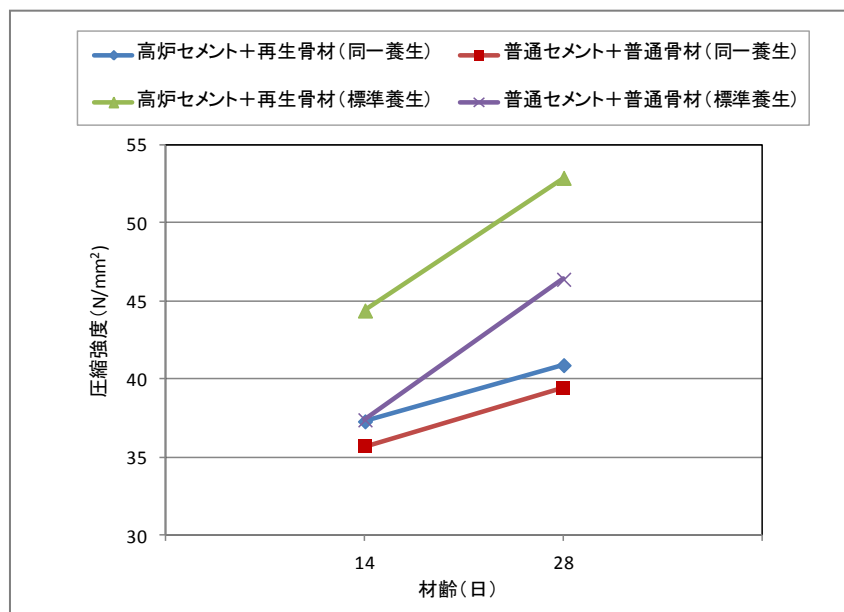


図 3.3 配合・養生別 圧縮強度試験結果

このように強度試験結果は，製品との同一養生での高炉セメントでは，設計基準強度に対して 2 週強度で 1.24 倍，普通セメントが 1.19 倍，標準養生では，設計基準強度に対して 4 週強度で，高炉セメントが 1.76 倍を，普通セメントで 1.55 倍を示し，まったく強度的には問題なかった．また，標準養生においては，いずれも同一養生より強度が上回った．

3.3.7 製品性能曲げ強度試験結果

JIS に基づき材齢 14 日での強度試験を実施した．結果を表 4.11，表 4.12 および表 4.13 に，試験状況を写真 3.3～8 に示す．

表 3.11 落ちふた式 U 形側溝 3 種 400A (曲げスパン L=400)

配 合 名	規定曲げ強度荷重 (kN) (ひびわれ荷重)	実測曲げ強度荷重 (kN) (ひびわれ荷重)		
		N o .	実測荷重	平均荷重
BB+R	56.0	1	91.0	93.5
		2	96.0	
NP+N	56.0	1	84.0	86.0
		2	88.0	



写真 3.3 BB 使用側溝の試験



写真 3.4 NP 使用側溝の試験

表 3.12 落ちふた式 U 形側溝ふた 3 種 400 (曲げスパン L=450)

配 合 名	規定曲げ強度荷重 (kN) ひびわれ荷重)	実測曲げ強度荷重（k N）（ひびわれ荷重）		
		N o .	実測荷重	平均荷重
BB+R	28.0	1	55.0	54.0
		2	53.0	
NP+N		1	56.0	54.0
		2	52.0	

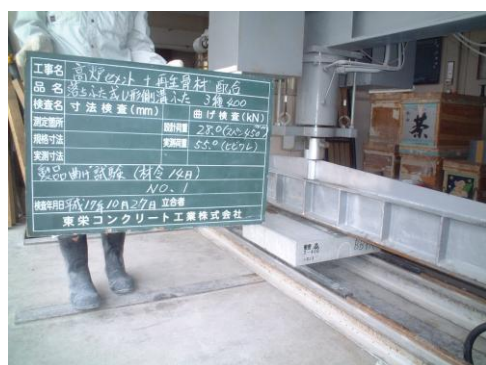


写真 3.5 BB 使用ふたの試験

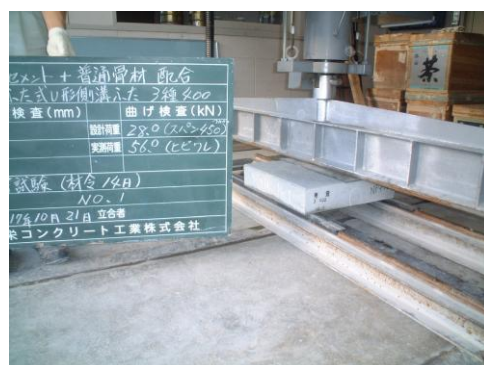


写真 3.6 NP 使用ふたの試験

表 3.13 両面歩車道境界ブロック (曲げスパン L=520)

配 合 名	規定曲げ強度荷重 (kN) (破壊荷重)	実測曲げ強度荷重 (kN) (破壊荷重)		
		No.	実測荷重	平均荷重
BB+R	63.0	1	136.0	133.0
		2	130.0	
NP+N		1	119.0	115.0
		2	111.0	



写真 3.7 BB 使用ブロックの試験



写真 3.8 NP 使用ブロックの試験

このように強度試験結果は、高炉セメントでは、側溝本体が規格値の 1.67 倍、側溝ふたが 1.93 倍、境界ブロックが 2.11 倍を、普通セメントでは、側溝本体が規格値の 1.54 倍、側溝ふたが 1.93 倍、歩車道境界ブロックが 1.83 倍と、どちらも十分な強度を示し、むしろ高炉セメントを使用した方が従来製品より高い性能を示した。また、高炉セメント使用の製品は色むらもなく、外観的にもほぼ同等の色で遜色は見られなかった。

3.4 フィールド試験

高炉セメントおよび再生骨材を用いたプレキャストコンクリート製品（山形市の工場で製造）は、平成 17 年 11 月と平成 18 年 3 月に山形河川国道事務所の工事において、それぞれ以下のフィールド試験 1 および 2 に敷設して頂き、経年変化を観察することにした。

3.4.1 フィールド試験 1

置賜地区維持第二工事 山形県西置賜郡小国町沼沢地内

- 1) 製品 両面歩車道境界ブロック C×600
- 2) 数量 50m（BB+R 製品 25m，NP+N 製品 25m）
- 3) 据付 平成 17 年 11 月 9 日

3.4.2 フィールド試験 2

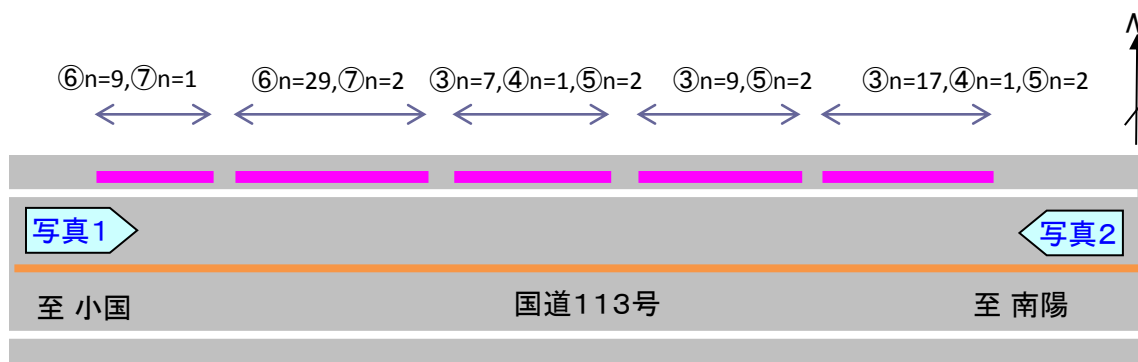
置賜地区維持第一工事 山形県米沢市刈安地内

- 1) 製品 US3-B400 H400 側溝及び蓋
- 2) 数量 50m（BB+R 製品 25m，NP+N 製品 25m）
- 3) 据付 平成 18 年 3 月 3～4 日

高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－1

対象事務所	山形河川国道事務所		
対 象 工 事	置賜地区維持第二工事		
施 工 場 所	山形県 西置賜郡 小国町 沼沢地内		
支 給 製 品	規 格	数 量	据 付 日
③歩車境HB-F(高炉セ・ストレート)	両面R, H:300, L:600	33個	平成17年11月9日
④歩車境HB-F(③のテリ用φ 100)	両面R, H:300, L:600	2個	平成17年11月9日
⑤歩車境HB-F(高炉セ・コーナー)	両面R, H:300, L:600	6個	平成17年11月9日
⑥歩車境HB-F(普通セ・ストレート)	両面R, H:300, L:600	38個	平成17年11月9日
⑦歩車境HB-F(普通セ・コーナー)	両面R, H:300, L:600	3個	平成17年11月9日

施工位置図



●写真1 小国側より南陽側を望む



●写真2 南陽側より小国側を望む



高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－1

撮 影 日	平成17年11月12日
経過状況	据付時 （接近写真は11月18日の撮影）
対象工事	置賜地区維持第二工事
施工場所	山形県 西置賜郡 小国町 沼沢地内

③歩車境HB-F(高炉セ・ストレート)



④歩車境HB-F(③のデリ用φ 100)



⑤歩車境HB-F(高炉セ・コーナー)



⑥歩車境HB-F(普通セ・ストリート)



⑦歩車境HB-F(普通セ・コーナー)



高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－1

撮 影 日	平成18年12月29日
経過状況	据付から1年経過
対象工事	置賜地区維持第二工事
施工場所	山形県 西置賜郡 小国町 沼沢地内

普通セメント＋普通骨材製品：歩車境HB－F



小国側より南陽側を望む



天端のキズは除雪車の排土板によるもの

高炉セメント＋再生骨材製品：歩車境HB－F



南陽側より小国側を望む



天端のキズは除雪車の排土板によるもの

高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－1

撮 影 日	平成19年11月29日
経過状況	据付から2年経過
対象工事	置賜地区維持第二工事
施工場所	山形県 西置賜郡 小国町 沼沢地内

普通セメント＋普通骨材製品：歩車境HB－F



小国側より南陽側を望む



天端のキズは除雪車の排土板によるもの

高炉セメント＋再生骨材製品：歩車境HB－F



南陽側より小国側を望む



天端のキズは除雪車の排土板によるもの

高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－1
 [現場暴露試験追跡調査 2011]

撮 影 日	平成23年9月13日
経過状況	据付から 5年10ヶ月経過
対象工事	置賜地区維持第二工事
施工場所	山形県 西置賜郡 小国町 沼沢地内

普通セメント＋普通骨材製品：歩車境HB－F



小国側より南陽側を望む



天端のキズは除雪車の排土板によるもの

高炉セメント＋再生骨材製品：歩車境HB－F



南陽側より小国側を望む

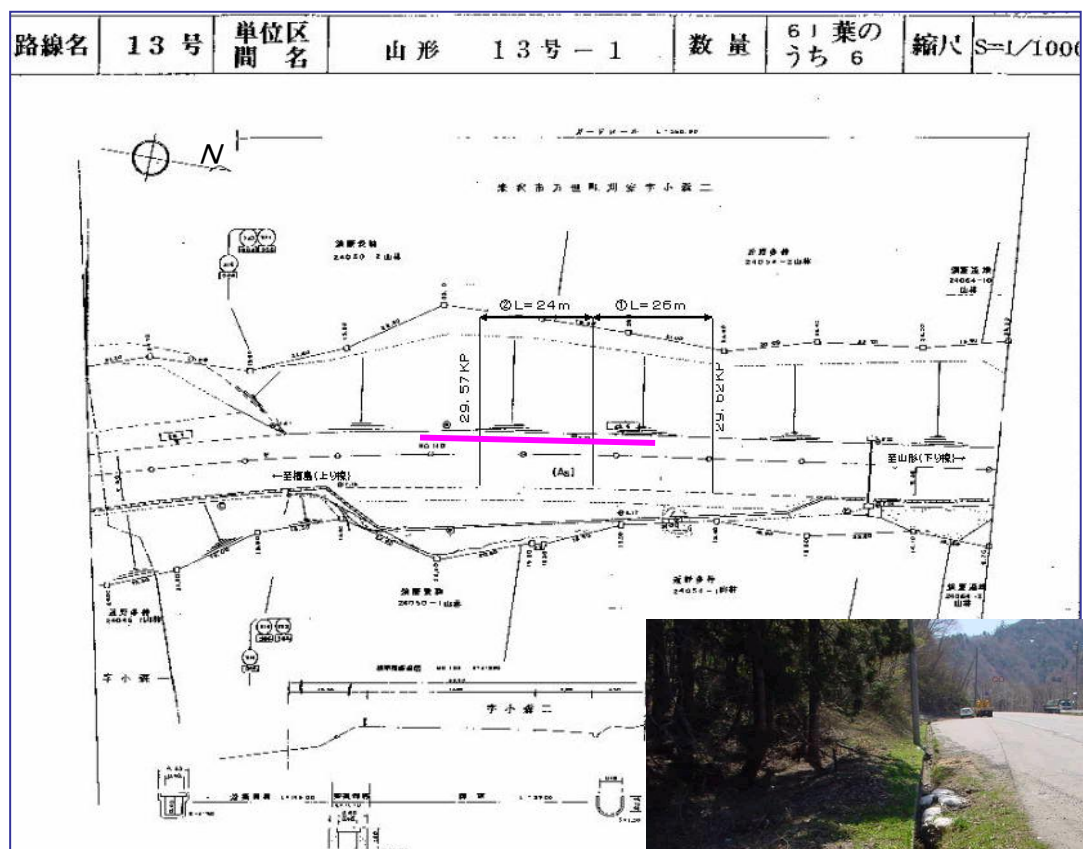


天端のキズは除雪車の排土板によるもの

高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－2

対象事務所	山形河川国道事務所		
対 象 工 事	置賜地区維持第一工事		
施 工 場 所	山形県 米沢市 刈安地内		
支 給 製 品	規 格	数 量	据 付 日
①側溝US3(高炉セ・蓋あり)	B:400, H:400, L:2,000	13本 (26m)	平成18年3月3日
②側溝US3(普通セ・蓋あり)	B:400, H:400, L:2,000	12本 (24m)	平成18年3月4日

施工位置図



高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－2

撮 影 日	平成18年3月7日
経過状況	据付時
対象工事	置賜地区維持第一工事
施工場所	山形県 米沢市 刈安地内

① 側溝US3 本体・蓋(高炉セメント+再生骨材製品)



② 側溝US3 本体・蓋(普通セメント+普通骨材製品)



境界部拡大



①高炉セメント+再生骨材製品

②普通セメント+普通骨材製品

高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－2

撮 影 日	平成18年12月29日
経過状況	据付より、9ヶ月経過
対象工事	置賜地区維持第一工事
施工場所	山形県 米沢市 刈安地内

① 側溝US3 本体・蓋(高炉セメント+再生骨材製品)



② 側溝US3 本体・蓋(普通セメント+普通骨材製品)



高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－2

撮 影 日	平成19年11月29日
経過状況	据付より、1年8ヶ月経過
対象工事	置賜地区維持第一工事
施工場所	山形県 米沢市 刈安地内

側溝US3 本体・蓋（高炉セメント＋再生骨材製品）



高炉セメント・再生骨材コンクリート二次製品のフィールド試験－2
 [現場暴露試験追跡調査 2011]

撮 影 日	平成23年9月13日
経過状況	据付より、5年6ヶ月経過
対象工事	置賜地区維持第一工事
施工場所	山形県 米沢市 刈安地内

側溝US3 本体・蓋(高炉セメント+再生骨材製品)



3.5 まとめ

再生骨材を粗骨材として、高炉セメントを用いたプレキャストコンクリート製品を試作し、圧縮強度の確認ならびに製品曲げ試験を行った。さらに、現場に布設して暴露試験を行い、時間経過後の色むらや冬場の積雪ならびに薬剤散布などによる耐凍害性の評価を試みた。

その結果、約6年経過後のプレキャスト製品は普通コンクリート製品と同等の性能を有していることが分かった。