

建築基準整備促進事業 S43 再生骨材コンクリートの利用に向けた 基準整備に関する検討

(2025年度報告)

※2023・2024・2025年度結果の総まとめを示す。

一般財団法人 日本建築防災協会
一般財団法人 日本建築総合試験所

調査の背景と目的、および、検討体制

●調査の背景と目的

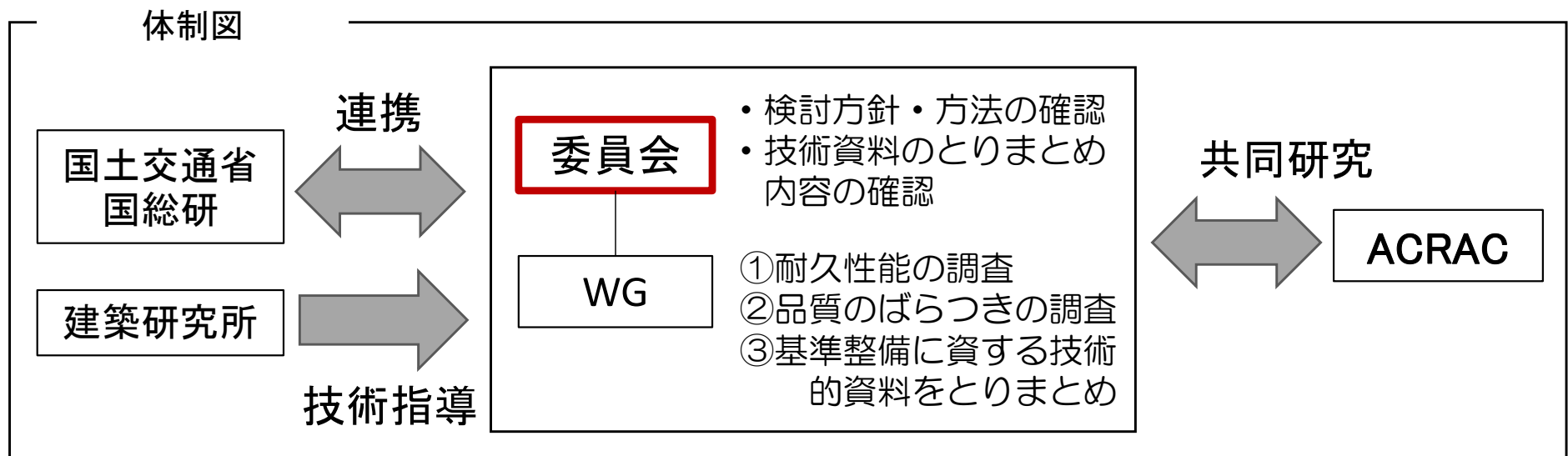
コンクリート用再生骨材 M、L を用いた再生骨材コンクリートは、建築物の基礎、主要構造部等に使用するためには、現状では個別に大臣認定の取得が必要となる。

一方、再生骨材を用いたコンクリートは、環境配慮（環境性）の観点から、特に循環型社会の形成への寄与が期待されていることから、再生骨材M、Lを用いた再生骨材コンクリートM(JIS A 5022)の利用促進のための基準化が求められている。



再生骨材MおよびLを用いた再生骨材コンクリートM1種について、建築基準法第37条第一号を適用する際に必要となる条件について検討し、基準整備に資する技術的資料をまとめる。

●検討体制（主体者：建防協・日総試）



再生骨材コンクリートの利用に向けた基準整備に関する検討委員会 委員名簿

(※2025年度時点を示す)

委員長	阿部 道彦	工学院大学 名誉教授
幹事	三島 直生	国土交通省国土技術政策総合研究所
委員	野口 貴文	東京大学大学院工学系研究科 教授
	小山 明男	明治大学理工学部 教授
	道正 泰弘	名城大学理工学部環境創造工学科 教授
	棚野 博之	元 国立研究開発法人建築研究所
	黒田 泰弘	清水建設株式会社技術研究所
	依田 和久	鹿島建設株式会社技術研究所
	大竹 利幸	(一社)日本建設業連合会
	辻本 一志	全国生コンクリート工業組合連合会
	鹿毛 忠継	国立研究開発法人建築研究所
	中田 清史	国立研究開発法人建築研究所
	五條 渉	(一財)日本建築防災協会
荒井 正直	(一財)日本建築総合試験所	
協力委員	柴谷 啓一	再生骨材コンクリート普及連絡協議会
	細野 知之	再生骨材コンクリート普及連絡協議会
	上野 翔平	国土交通省住宅局 参事官(建築企画担当)付
	柳沢 圭祐	国土交通省住宅局 参事官(建築企画担当)付
	松本 瑞紀	国土交通省住宅局 参事官(建築企画担当)付
	土屋 直子	国土交通省国土技術政策総合研究所
オブザーバー	河合 麦	国土交通省国土技術政策総合研究所
	高田 大斗	国土交通省国土技術政策総合研究所
事務局	鈴木裕美・天沼克哉・松沢真由美 濱口智喜・丹羽大地	(一財)日本建築防災協会 (一財)日本建築総合試験所

調査の内容

①耐久性能の調査	②品質ばらつきの調査	③技術的資料のとりまとめ
<p>再生骨材コンクリートM1種を使用して実大暴露試験体および供試体を作製し、経年のひび割れ等の調査や耐久性試験等を順次行った。</p>	<p>再生粗骨材M（JIS A 5022）の認証基準で採用されている検査ロット基準の妥当性を検証するための資料を収集した。</p>	<p>再生骨材コンクリートM1種について、建築基準法第37条に基づくJISとしてA 5022を指定し、同条第一号を適用する際に必要となる条件について、①、②の資料を基に、技術的資料をまとめた。</p>
<ul style="list-style-type: none">再生骨材コンクリートM1種を対象とした各種の耐久性試験（乾燥収縮、耐凍害性など）および実大暴露試験体を用いた屋外暴露試験等を実施した。なお、工場や骨材の違いによるデータ収集を目的として、3年間で3回の試験体の調査を行った。 ※ M1種：(a)再生粗骨材M、(b)再生粗骨材M+普通粗骨材、(c)再生粗骨材L（50%以下）+普通粗骨材実大暴露試験は経年の劣化変状の調査および計測（ひび割れ、乾燥収縮、他）を行った。3年目では、2年間の積み残しであった耐凍害品について、詳細検証を行った。	<ul style="list-style-type: none">①の耐久性調査と同様に、工場等の違いによるデータ収集を目的として、3年間（2023年度～2025年度）で3回（B・C・D工場）、再生粗骨材MおよびLの製造工場の品質のばらつき調査を行った。 なお、A工場は、別事業であるが「住宅市場整備推進等事業・再生骨材コンクリート実用化検討委員会（2022年）度」の結果も併せて比較を行った。調査の方法は、実際の再生骨材製造工場において、現行のJIS認証基準の検査頻度（検査ロット）より細かく検査を行い、結果のばらつきを実測することで、現状の検査頻度（検査ロット）が妥当かどうかを検証した。	<ul style="list-style-type: none">これまでに得られた実験結果に基づき、再生骨材コンクリートMを主要構造部等に使用するための基準整備に資する技術的資料をとりまとめた。 <p>技術資料は以下をポイント。</p> <ul style="list-style-type: none">対象となる再生骨材の種類および調合条件の整理適切な品質管理（検査ロット）適用条件

調査の工程 (表-2)

	2023年度 上期	2023年度 下期	2024年度 上期	2024年度 下期	2025年度 上期	2025年度 下期
<p style="text-align: center;">委員会による 検討方針・内容の確 認と決定</p>	<p>情報の収集整理 検討方針・内容の 検討</p> <p>第1回 ●</p> <p>検討方針 内容の確認</p>	<p>方針の 見直し</p> <p>第2回 ●</p> <p>メールによ る調査状況 報告</p> <p>調査結果と 来年度方針 の確認</p>	<p>第3回 ●</p> <p>調査内容 の確認</p>	<p>方針の 見直し</p> <p>第4回 ●</p> <p>調査結果と 来年度方針 の確認</p>	<p>第5回 ●</p> <p>調査内容 の中間確認</p>	<p>第6回 ●</p> <p>調査結果 の最終確認</p>
<p>①耐久性能の調査 ※暴露試験体作成時 施工性・乾燥収縮試験を含 めた品質確認試験を行う</p>	<p>暴露試験体作成 (1) M1種 (No1)</p>		<p>暴露試験体の耐久性調査</p> <p>暴露試験体作成 (2) M1種 (No2)</p>		<p>暴露試験体の耐久性調査</p> <p>暴露試験体作成 (3) M1種 (No3)</p>	<p>暴露試験体の 耐久性調査</p>
<p>②品質ばらつきの 調査</p>		<p>再生骨材工場(1) の品質調査</p>		<p>再生骨材工場(2) の品質調査</p>		<p>再生骨材工場(3) の品質調査</p>
<p>③基準整備に資する 技術的資料の とりまとめ</p>		<p>結果のまとめ</p>		<p>結果のまとめ</p>		<p>適用範囲を含め た全体のまとめ</p>

JIS A 5022の区分と調査対象範囲

JIS A 5022の区分
骨材の組み合わせによる区分

骨材の組み合わせによる区分	粗骨材	細骨材
再生M1種	a)再生粗骨材M b)再生粗骨材M+普通粗骨材 c)再生粗骨材L (50%以下) + 普通粗骨材	普通細骨材
再生M2種	a)再生粗骨材M b)再生粗骨材M+普通粗骨材 c)再生粗骨材L (50%以下) + 普通粗骨材 d)普通粗骨材	a)再生細骨材M b)再生細骨材M+普通細骨材 c)再生細骨材L (30%以下) + 普通細骨材

← 検討対象とする範囲
(再生M1種)

凍結融解抵抗性による区分

標準品	乾燥収縮及び凍結融解の影響を受けにくい部材及び部位に使用できる
耐凍害品	乾燥収縮を受けにくい部材で、かつ凍結融解作用の影響を受ける部材及び部位に使用できる。

← 使用条件の検証

アルカリシリカ反応性による区分 (再生骨材)

アルカリシリカ反応性による区分	摘要
A	アルカリシリカ反応性が無害と判定されたもの
B	アルカリシリカ反応性が無害と判定された以外のもの

← 実験の対象B
(アルカリシリカ反応抑制対策をして使用)

① 耐久性能の調査：試験体の材料、調合、試験(2023・2024・2025年度)

●再生粗骨材

(1)2023年度：2社3種類(M2種類、L1種類)

(2)2024年度：3社6種類(M3種類(炭酸化1種類含む)、L3種類(炭酸化1種類含む))

(3)2025年度：3社6種類(M3種類(凍結融解用1種類含む)、L3種類(炭酸化1種類含む))

●その他の主な材料

(1)2023年度：高炉セメントB種、普通細骨材1種類、普通粗骨材1種類、(高機能)AE減水型。

(2)2024年度：高炉セメントB種、普通細骨材1種類、普通粗骨材1種類、(高機能)AE減水型。

(3)2025年度：高炉セメントB種、普通細骨材2種類、普通粗骨材1種類、(高機能)AE減水型。

◆調合(3年間共通)

・呼び強度21：W/C=57% (W=183, C=321)、s/a=45.9%

・呼び強度18：W/C=61% (W=183, C=300)、s/a=46.5%

(・呼び強度27：W/C=50% (W=183, C=366)、s/a=45.9% (2025年度のみ))

▼試験項目(供試体)

種類	試験項目	実施期間
フレッシュコンクリート	スランプ、空気量、コンクリート温度、塩化物量	3年間共通
硬化コンクリート	圧縮強度、乾燥収縮、凍結融解	3年間共通
	クリープ(2023・2024)、促進中性化(2024・2025)	2年間
	付着(鉄筋の引き抜き)	2023
	爆裂(耐火性能)	2025

① 耐久性能の調査：(表-5) 暴露試験体に用いた再生粗骨材の品質(2023年度)

暴露試験体用コンクリートに使用した再生粗骨材（混合使用含む）の品質

項目		JIS規定値			試験値（2023年度試験結果）				
		再生粗骨材H	再生粗骨材M	再生粗骨材L	GM1	GM2	GL1+GN1	GL1	
表乾密度 (g/cm ³)		—	—	—	2.56	2.46	2.55	2.42	
絶乾密度 (g/cm ³)		2.5* ²	2.3	—	2.50	2.36	2.47	2.28	
吸水率 (%)		3.0* ²	5.0	7.0* ²	2.22	4.38	3.2	5.84	
微粒分量 (%)		1.0* ²	2.0	3.0* ²	0.7	0.9	0.4	0.3	
すりへり減量(%)		35* ²	—	—					
ふるい分け	各ふるいの通過率(%)	25	100	100	100	100	100	100	
		20	90-100	90-100	90-100	91	94	98	81
		10	20-55	20-55	20-55	38	36	41	39
		5	0-10	0-10	0-10	1	2	3	5
		2.5	0-5	0-5	0-5	0	0	1	1
粗粒率 (%)		協議値±0.20	協議値±0.20	—* ²	6.70	6.68	6.57	6.55	
粒形判定実積率 (%)		55	55	—* ²	59.8	59.7	61.3* ¹	—	
塩化物量 (%)		0.04	0.04	必要に応じて* ²	0.008	0.013	0.00* ¹	0.032	
不純物量 (%)	A	1.0	1.0	2.0* ²	0.2	0.3	—	0.0	
	B	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	—	0.0	
	C	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	—	0.0	
	D	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	—	0.0	
	E	0.2	0.2	0.5* ²	0.0	0.0	—	0.0	
	F	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	—	0.0	
	G	1.0	1.0	1.0	0.1	0.1	—	0.0	
	合計	2.0	2.0	3.0* ²	0.3	0.4	—	0.0	
気体発生量 (mL)		5	5	—* ²	0.0	0.0	—	—	
FM凍害指数 (%)		—	0.08	—* ²	—	—	—	—	
ASR		—	—	—	B	B	B	B	

注) 試験値は骨材製造者の成績表によるか、あるいはその値からの計算値 (GL1+GN1) による。

*1： 第三者試験機関で実施した試験結果。

*2： 再生粗骨材MのJIS規定値と異なる部分。

① 耐久性能の調査：(表-6) 暴露試験体に用いた再生粗骨材の品質(2024年度)

暴露試験体用コンクリートに使用した再生粗骨材（混合使用含む）の品質

項目		JIS規定値		試験値（2024年度試験結果）						
		再生粗骨材M	再生粗骨材L	GM3	GM4	GL2+GN2	GL2	GL3+GN2	GL3	
表乾密度 (g/cm ³)		—	—	2.46	2.55 【2.54】*2	2.56	2.41 [2.40→2.42]*3	2.55	2.37	
絶乾密度 (g/cm ³)		2.3	—	2.37	2.48 【2.47】*2	2.50	2.28 [2.25→2.29]*3	2.48	2.23	
吸水率 (%)		5.0	7.0	3.81	2.95 【2.97】*2	2.4	5.98 [6.67→5.63]*3	2.8	6.35	
微粒分量 (%)		2.0	3.0	0.9	0.4	1.5	2.0	1.4	1.8	
ふるい分け	各ふるいの通過率(%)	25	100	100	100	100	100	100	100	
		20	90-100	90-100	99	90	95	100	94	99
		10	20-55	20-55	31	30	35	40	35	42
		5	0-10	0-10	5	4	7	10	5	6
		2.5	0-5	0-5	0	0	2	5	2	3
粗粒率 (%)		協議値±0.20	—	6.65	6.76	6.61	6.45	6.64	6.50	
粒形判定実積率 (%)		55	—	57.2	59.6	62.9*1	59.8	63.3*1	61.0	
塩化物量 (%)		0.04	必要に応じて	0.009	0.008	0.009	0.005	0.012	0.012	
不純物量 (%)	A	1.0	2.0	0.5	0.0	—	0.8	—	0.6	
	B	0.5	0.5	0.1	0.0	—	0.2	—	0.1	
	C	0.1	0.1	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	
	D	0.5	0.5	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	
	E	0.2	0.5	0.0	0.0	—	0.1	—	0.2	
	F	0.1	0.1	0.0	0.0	—	0.0	—	0.1	
	G	1.0	1.0	0.1	0.0	—	0.0	—	0.0	
	合計	2.0	3.0	0.6	0.0	—	1.1	—	1.0	
気体発生量 (mL)		5	—	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	
FM凍害指数 (%)		0.08	—	0.05*1	0.12*1 【0.08】*2	—	0.07*1 [0.10→0.05]*3	—	0.09*1	
ASR		—	—	B	B	B	B	B	B	

注) 試験値は骨材製造者の成績表（碎石の塩化物量のみ第三者試験機関で実施）によるか、あるいはその値からの計算値（各GL+GN2）による。

*1 については第三者試験機関で実施した試験結果。*2：【】内は「A 散水自然暴露による炭酸化」後の値。

*3：[→]内は「A 散水自然暴露による炭酸化」後の値 → 「B 強制炭酸化」後の値」。

① 耐久性能の調査：(表-7) 暴露試験体に用いた再生粗骨材の品質(2025年度)

暴露試験体用コンクリートに使用した再生粗骨材（混合使用含む）の品質

項目		JIS規定値		試験値(2025年度試験結果)						
		再生粗骨材M	再生粗骨材L	GM5	GM6	GL4+GN3	GL4	GL5+GN3	GL5	
表乾密度 (g/cm ³)		—	—	2.53	2.48	2.54	2.46	2.48	2.38 [2.40]*2	
絶乾密度 (g/cm ³)		2.3	—	2.46	2.37	2.47	2.35	2.37	2.25 [2.28]*2	
吸水率 (%)		5.0	7.0	3.07	4.29	2.80	4.70	4.29	5.84 [5.23]*2	
微粒分量 (%)		2.0	3.0	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.2	
ふるい分け	各ふるいの通過率(%)	25	100	100	100	100	100	100	100	
		20	90-100	90-100	97	98	98	100	98	97
		10	20-55	20-55	35	28	37	40	28	35
		5	0-10	0-10	3	1	4	3	4	6
		2.5	0-5	0-5	1	0	1	0	1	1
粗粒率 (%)		協議値±0.20	—	6.65	6.76	6.57	6.37	6.61	6.61	
粒形判定実積率 (%)		55	—	61.0	62.9	60.9*1	55.3	61.1*1	58.2	
塩化物量 (%)		0.04	必要に応じて	0.007*1	0.005*1	0.009*1	0.008*1	0.009*1	0.009*1	
不純物量 (%)	A	1.0	2.0	0.5	0.0	—	0.0	—	0.0	
	B	0.5	0.5	0.1	0.0	—	0.0	—	0.0	
	C	0.1	0.1	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	
	D	0.5	0.5	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	
	E	0.2	0.5	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	
	F	0.1	0.1	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	
	G	1.0	1.0	0.1	0.0	—	0.0	—	0.0	
	合計	2.0	3.0	0.6	0.0	—	0.0	—	0.0	
気体発生量 (mL)		5	—	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	
FM凍害指数 (%)		0.08	—	0.03(A法)*1 0.03(B法)*1	0.04(A法)*1 0.07(B法)*1	—	—	—	—	
ASR		—	—	B	B	B	B	B	B	

注) 試験値は骨材製造者の成績表によるか、あるいはその値からの計算値(各GL+GN3)による。

*1 については第三者試験機関で実施した試験結果。*2: []内は炭酸化後の値。

① 耐久性の調査：粗骨材の炭酸化に関する分析(参考)(2024・2025年)

◇試験目的：再生粗骨材中の二酸化炭素固定量および化学成分に関して、実験的に検証した。

◇試験方法：二酸化炭素固定量（熱分析法 TG-DTA）、成分分析（粉末X線回折 XRD）

		再生粗骨材							
		C社 M(乾式)		D社 L(乾式)			G社 L(戻コン)		
炭酸化処理方法		—	A	—	A	A B	—	C	C D
二酸化炭素含有率	(%)	10.0	9.9	2.4	3.3	4.4	9.3	9.4	10.2
二酸化炭素量	(kg/m ³)	255	251	58	79	106	209	214	233
二酸化炭素増加量 (炭酸化処理前後)	(kg/m ³)	—	0*1	—	21	48	—	5	24
成分分析試験結果*2		カルサイト ポルトランダイト クオーツ クリストバライト ドロマイト	カルサイト クオーツ クリストバライト ドロマイト	カルサイト クオーツ クリストバライト	カルサイト クオーツ クリストバライト	カルサイト バテライト クオーツ クリストバライト	カルサイト ポルトランダイト クオーツ ドロマイト	カルサイト クオーツ クリストバライト	カルサイト バテライト ポルトランダイト クオーツ ドロマイト

A 散水自然暴露による炭酸化、B 強制炭酸化(40℃、35%R.H、CO2 濃度75%)、C 強制炭酸化、D 強制炭酸化した骨材をプラントに搬入後約35日経過

*1: 二酸化炭素増加量がマイナスの場合は0として示す。 *2: クオーツ、クリストバライト、ドロマイトは炭酸化に影響しない成分

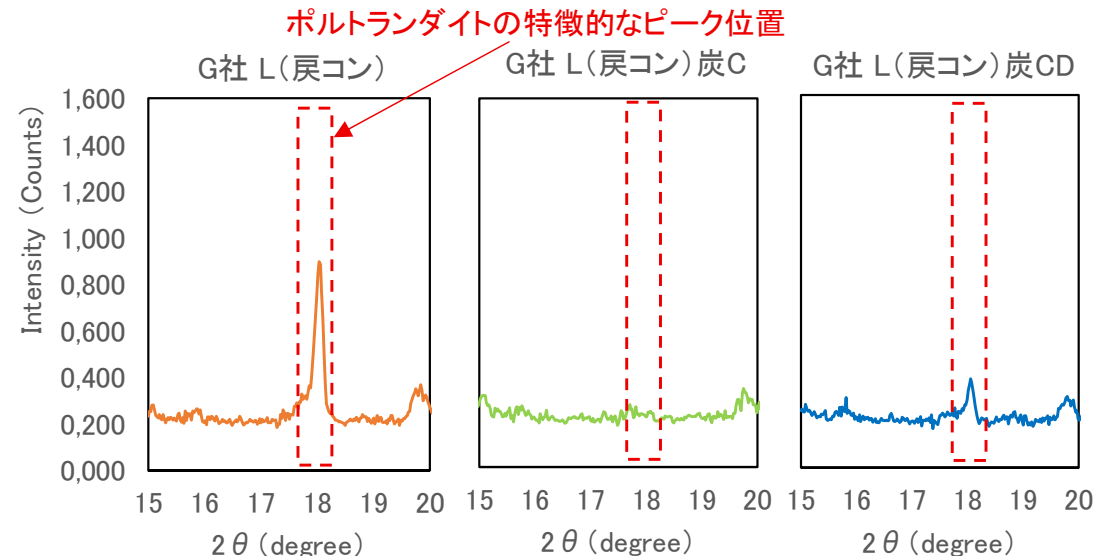
◇実験結果：

C社の二酸化炭素量の変化が見られなかった要因には、原コンクリートの中性化状態、再生骨材の付着セメントペースト量が少ないこと、ばらつきに相殺された可能性が挙げられる。

D社とG社の二酸化炭素量の増加は、炭酸化処理によりカルサイトやバテライトが生成されたことによる。

C社とG社が、D社比べて二酸化炭素量が大い要因には、石灰石骨材が多く含まれていた可能性が挙げられる。

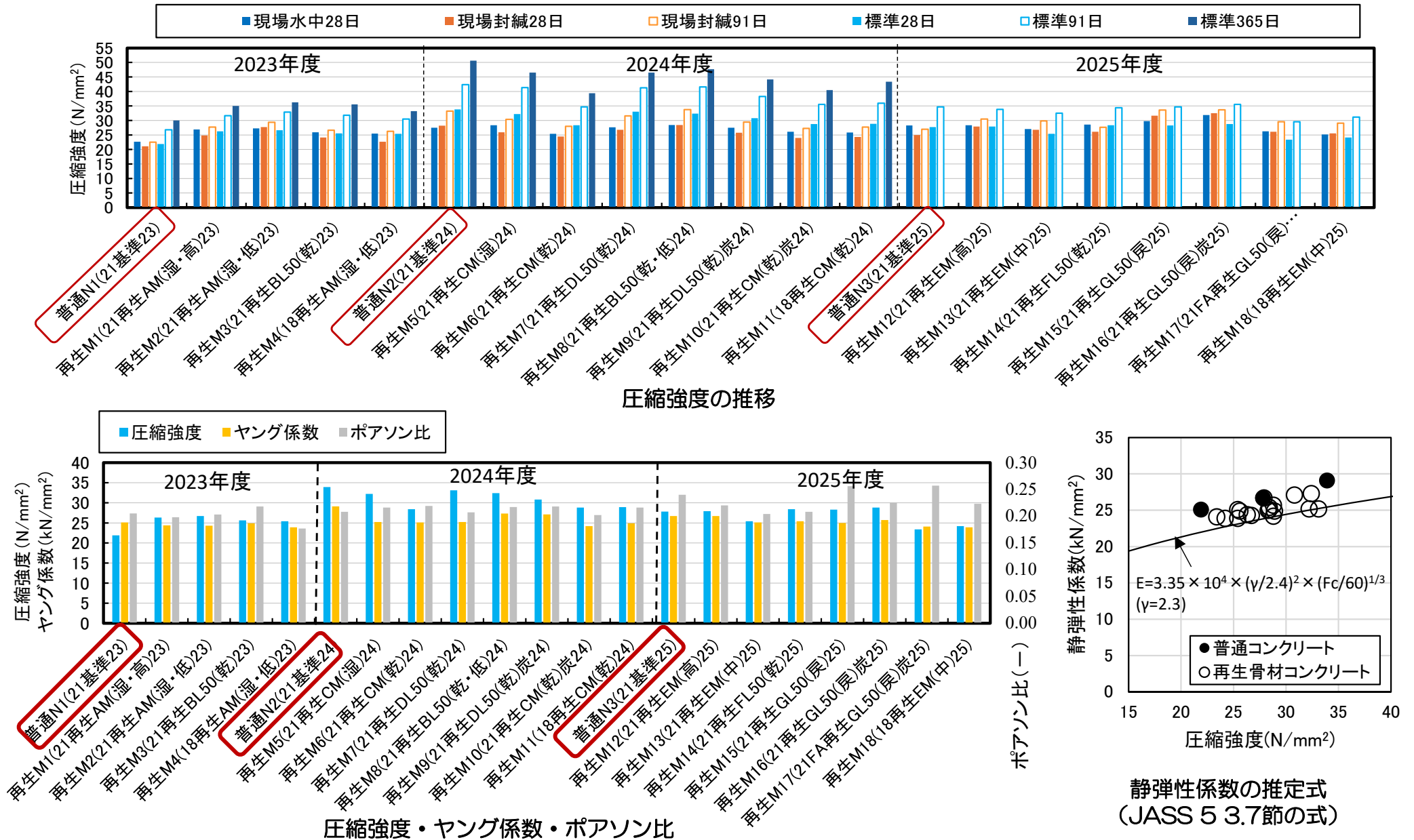
再生粗骨材に炭酸化処理を行うことで、二酸化炭素を固定することができ、環境負荷低減に繋がると考えられる。



粉末X線回折 (XRD) パターン

① 耐久性の調査 圧縮性能 (2023・2024・2025年度)

- ◇試験目的：再生骨材コンクリートの圧縮強度・ヤング係数・ポアソン比の特性に関して実験的に検証した。
- ◇試験方法：JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」および JIS A 1149「コンクリートの静弾性係数試験方法」



◇実験結果：基準となる普通N1・N2・N3と比較して大きな差はない事が確認された。

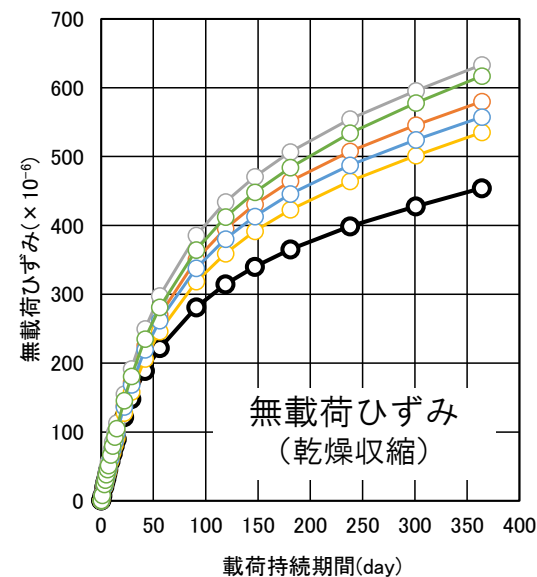
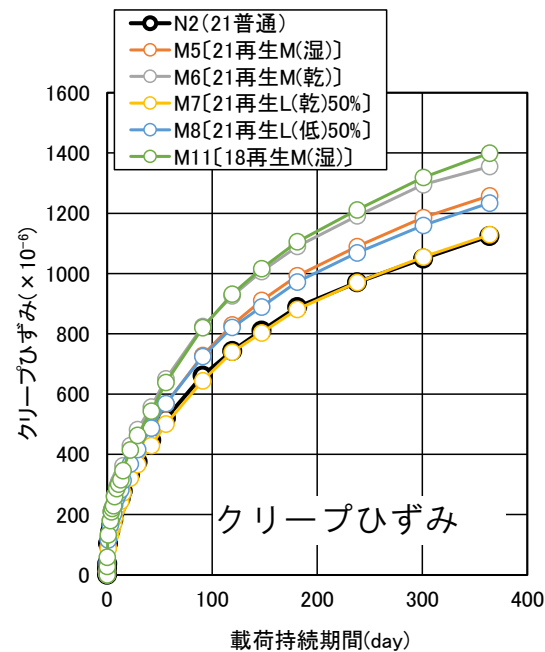
① 耐久性の調査：圧縮クリープ (2024・2025年度)

◇試験目的：

再生骨材コンクリートの圧縮クリープ特性に関して実験的に検証した。

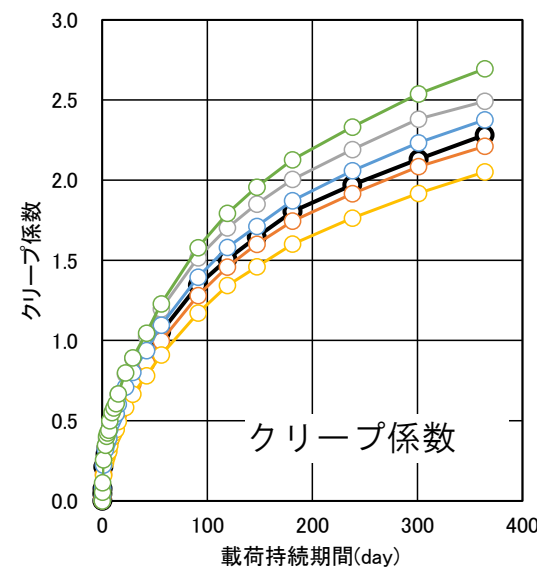
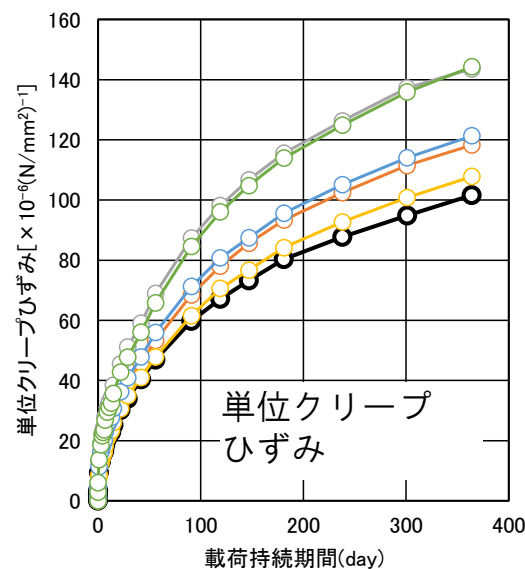
◇試験方法：

JIS A 1157 (コンクリートの圧縮クリープ試験方法)



◇使用コンクリート：

	供試体種類 (令和6年度実験)					
	N2 [21普通]	M5 [21再生 M(湿)]	M6 [21再生 M(乾)]	M7 [21再生 L(乾)50%]	M8 [21再生 L(低)50%]	M11 [18再生 M(湿)]
圧縮強度 (N/mm ²)	33.2	31.9	28.3	31.4	30.5	29.1
静弾性係数 (kN/mm ²)	25.3	21.6	21.9	21.1	22.4	20.6
載荷応力度 (F _c /3) (N/mm ²)	11.1	10.6	9.4	10.5	10.2	9.7
載荷時弾性ひずみ (×10 ⁻⁶)	492.5	568.7	543.7	550.2	519.2	519.5



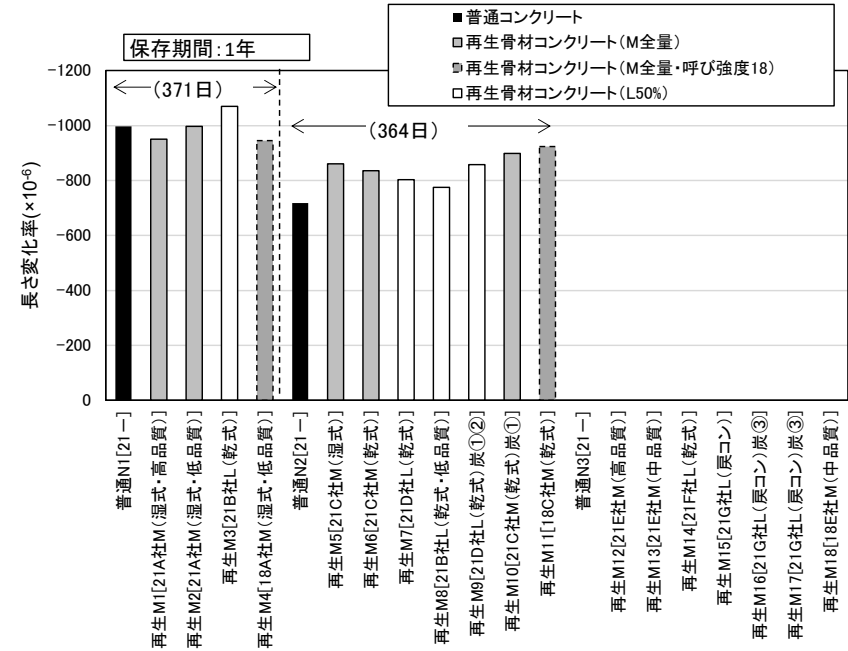
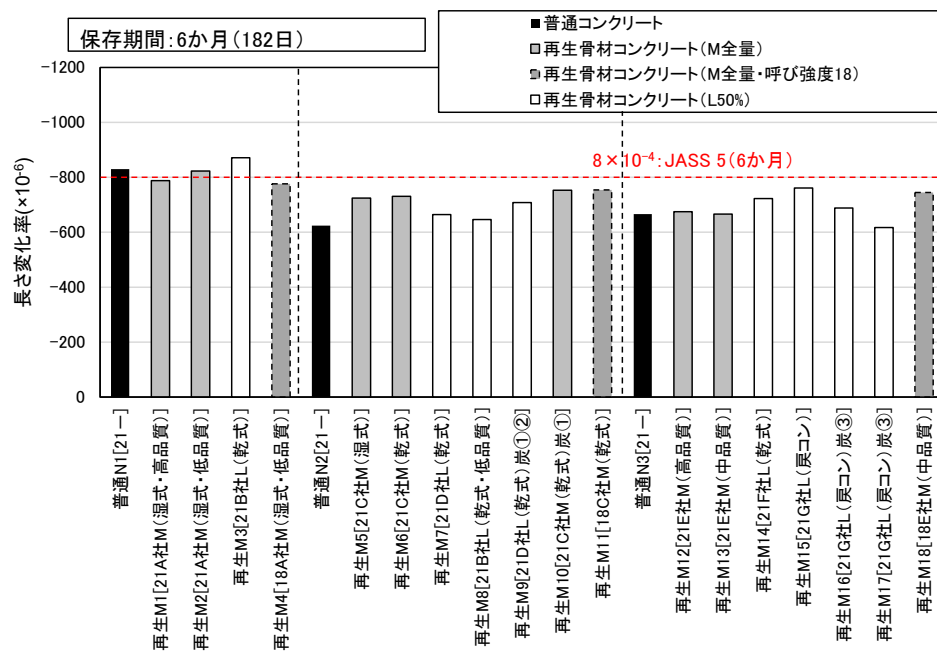
◇実験結果：

再生骨材コンクリートのクリープ特性は、普通コンクリートよりも大きくなる傾向はあるものの、通常の鉄筋コンクリート部材に使用するには問題の無い範囲といえる。

① 耐久性の調査 乾燥収縮 (2023・2024・2025年度)

◇試験目的：再生骨材コンクリートの乾燥収縮特性に関して実験的に検証した。

◇試験方法：JIS A 1129-1 「モルタルおよびコンクリートの長さ変化測定方法 第1部：コンパレータ方法」



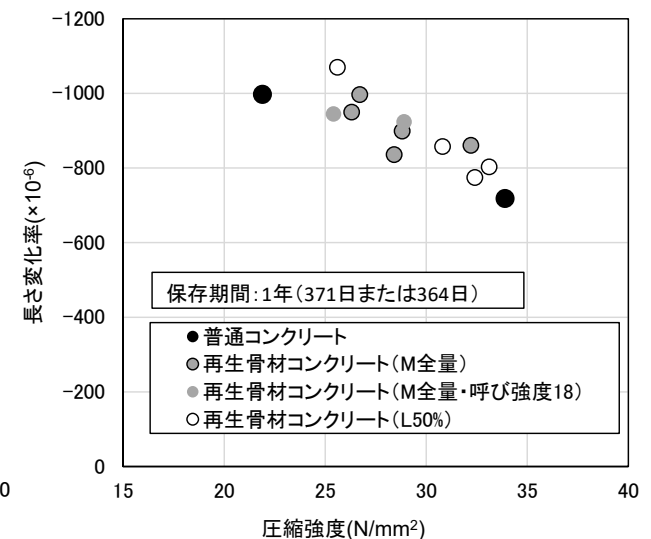
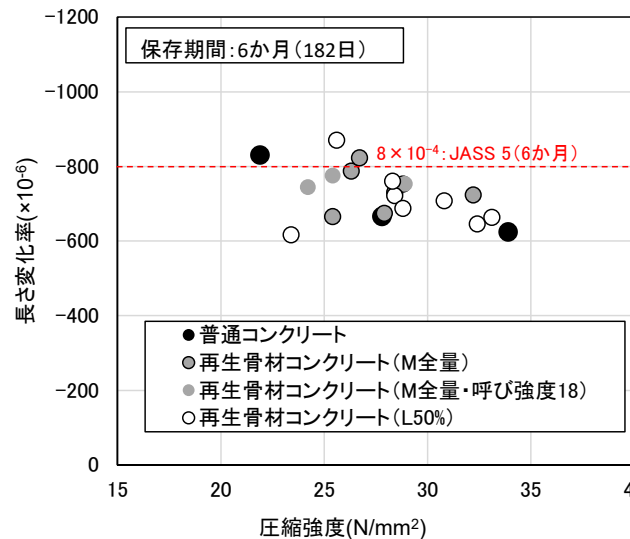
◇実験結果：

再生粗骨材を使用することで乾燥収縮はやや増大する傾向があり、JASS 5に示される 8×10^{-4} を超えるものも見られるが、全体としては下回った。

圧縮強度とは緩やかな負の相関関係が見られる。

コンクリートのその他の使用材料や調合の影響も大きいと考えられ、再生粗骨材の種類や品質のみに大きく依存するといった傾向は見られない。

長さ変化率の試験結果

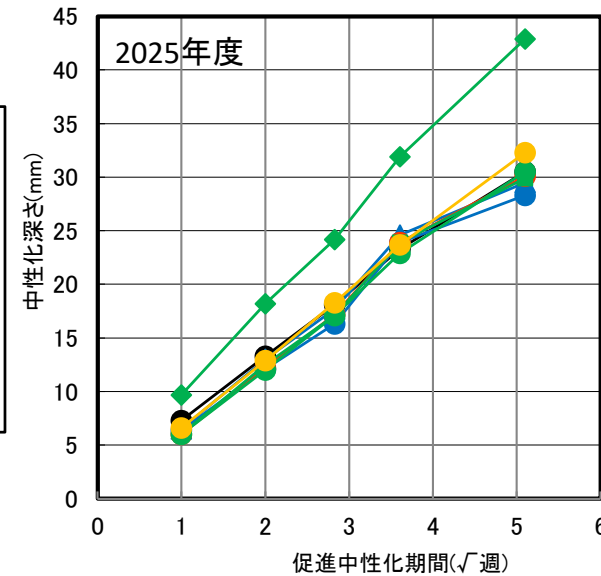
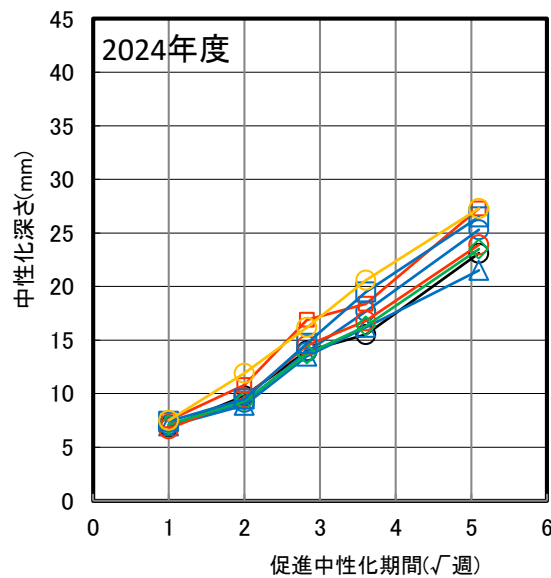


長さ変化率と圧縮強度の関係

① 耐久性の調査 促進中性化(2024・2025年度)

◇試験目的：再生骨材コンクリートの促進中性化に関して実験的に検証した。

◇試験方法：JIS A 1153「コンクリートの促進中性化試験方法」

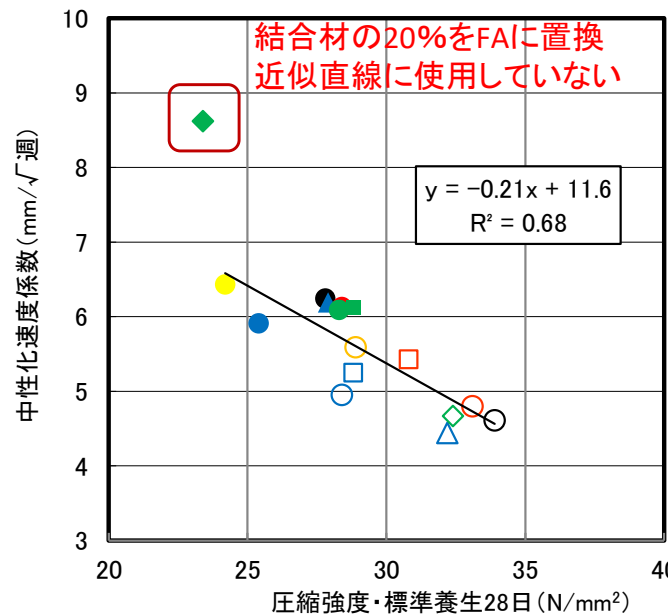


中性化深さと促進中性化期間(√)の関係

◇実験結果：

コンクリートに使用した粗骨材の種類に関わらず、圧縮強度が大きくなるほど中性化速度係数は小さくなった。

水結合材比を調整して圧縮強度を同程度にすることで、普通コンクリートと同等の中性化抵抗性を得ることが確認できた。



- 普通N2(21基準24)
- △再生M5(21再生CM(湿)24)
- 再生M6(21再生CM(乾)24)
- 再生M7(21再生DL50(乾)24)
- ◇再生M8(21再生BL50(乾・低)24)
- 再生M9(21再生DL50(乾)炭24)
- 再生M10(21再生CM(乾)炭24)
- 再生M11(18再生CM(乾)24)
- 普通N3(21基準25)
- ▲再生M12(21再生EM(高)25)
- 再生M13(21再生EM(中)25)
- 再生M14(21再生FL50(乾)25)
- 再生M15(21再生GL50(戻)25)
- 再生M16(21再生GL50(戻)炭25)
- ◇再生M17(21FA再生GL50(戻)炭25)
- 再生M18(18再生EM(中)25)

中性化速度係数と圧縮強度の関係

① 耐久性能の調査：凍結融解抵抗性 1) (2023・2024・2025年度)

◆3年間で実施したコンクリートの凍結融解抵抗性に関する実験の概要 *1:2023年度および2024年度は圧力法 (JIS A 1128)、2025年度は質量法(JIS A 1116)で実施した。

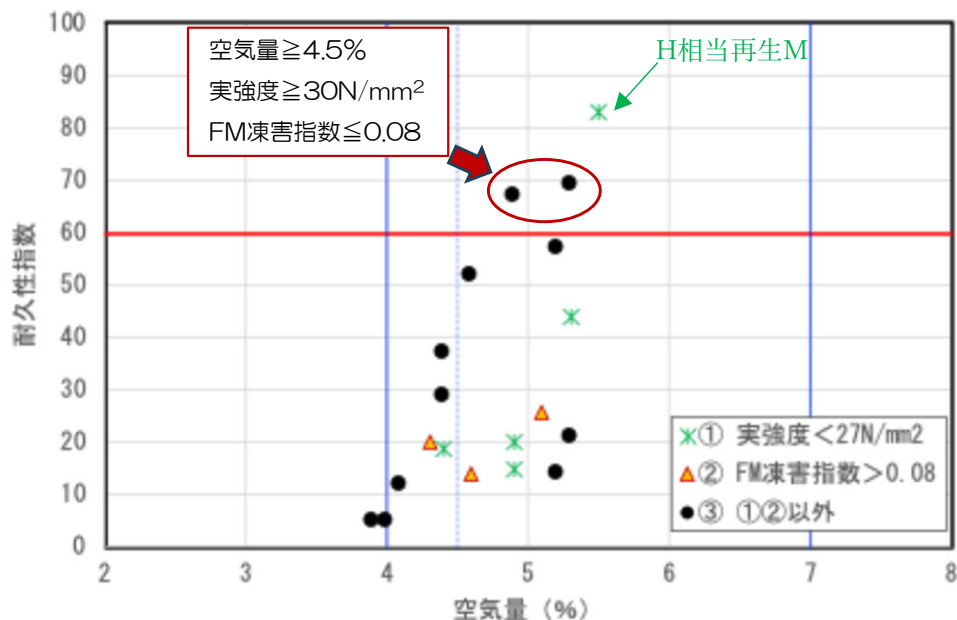
試験体製作年度	確認内容	コンクリートの種類と記号		試験体の概要				使用した骨材				再生粗骨材の試験				コンクリートの凍結融解抵抗性に関する結果						備考
				呼び強度	W/C (%)	結合材	試験体名称	再生粗骨材	再生粗骨材の記号	普通粗骨材	細骨材	FM凍害指数		絶対密度・吸水率		試験体の種類	空気量 ^{*1} (%)	圧縮強度 (28日標水) (N/mm ²)	気泡間隔係数 (μm)	耐久性指数	骨材修正係数	
												A法	B法	絶対密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)							
2023	再生骨材コンクリートの基本的な性能を確認	普通	N1	21	57	BB	21基準23	-	-	GN1 100%	SN1	-	-	2.64	1.06	暴露	5.7	21.9	-	86	-	
			M1	21			21再生AM(湿・高)23	A社 M (湿式・高品質)	GM1	-		-	0.07	2.50	2.22	暴露	5.5	26.3	-	83	0.5 ^{*2} *1:JISA5022解説に 倣って0.5%	
		M2	21	21再生AM(湿・低)23			A社 M (湿式・低品質)	GM2	-	-		-	2.36	4.38	暴露	5.3	26.7	-	44			
		M4	18	18再生AM(湿・低)23			A社 M (湿式・低品質)	GM2	-	-		-	2.36	4.38	暴露	4.9	25.4	-	15			
2024	工場や製造方法の違い、および、炭酸化的影響を確認	普通	N2	21	57	BB	21基準24	-	-	GN2 100%	SN2	-	-	2.71	0.55	暴露	4.0	33.9	354	44		-
			M5	21			21再生CM(湿)24	C社 M (湿式)	GM3	-		-	0.05	2.37	3.81	暴露	4.1	32.2	300	12	0.1	
		M6	21	21再生CM(乾)24			C社 M (乾式)	GM4	-	-		0.12	2.48	2.95	暴露	3.9	28.4	284	5	0.2		
		M10	21	21再生CM(乾)炭24			C社 M (乾式)炭A	GM4炭	-	-		0.08	2.47	2.97	暴露	4.0	28.8	-	5	0.2		
		M11	18	18再生CM(乾)24			C社 M (乾式)	GM4	-	-		-	2.48	2.95	暴露	5.2	28.9	-	14	0.1		
2025	同じ原コンクリート (RC40) による製造方法の違いや、戻りコンから製造した場合の性能確認	普通	N3	21	57	BB	21基準25	-	-	GN3 100%	SN3 + SN4	-	-	2.58	0.93	暴露	4.1	27.8	315	93	-	
			N3	21			21基準25	-	-	GN3 100%		-	-	2.58	0.93	室内	5.2	32.1	277	78	-	
		再生	M12	21			21再生EM(高)25	E社 M (高品質)	GM5	-	SN3'+SN4	0.03	0.03	2.46	3.07	暴露	5.3	27.9	362	21	-	*3
			M12	21			21再生EM(高)25	E社 M (高品質)	GM5	-	SN3'+SN4	0.03	0.03	2.46	3.07	室内	4.9	31.6	346	67	-	
			M13	21			21再生EM(中)25	E社 M (中品質)	GM6	-	SN3'+SN4	0.04	0.07	2.37	4.29	暴露	4.4	25.4	295	19	-	*3
			M13	21			21再生EM(中)25	E社 M (中品質)	GM6	-	SN3'+SN4	0.04	0.07	2.37	4.29	室内	5.3	30.6	281	69	-	
			M18	18			18再生EM(中)25	E社 M (中品質)	GM6	-	SN3'+SN4	0.04	0.07	2.37	4.29	暴露	4.9	24.2	309	20	-	*3
			M18	18			18再生EM(中)25	E社 M (中品質)	GM6	-	SN3'+SN4	0.04	0.07	2.37	4.29	室内	5.5	28.9	288	57	-	
凍結融解検討用の試験体	普通	N4	18	61	BB	18基準25	-	-	GN3 100%	SN3'+SN4	-	-	2.58	0.93	室内	4.3	30.6	263	56	-		
		N5	27	27基準25		-	-	GN3 100%	SN3'+SN4		-	-	2.58	0.93	室内	3.3	37.5	251	62	-		
	再生	M19	18	61		18再生EM(高)25	E社 M (高品質)	GM5	-	SN3'+SN4	0.03	0.03	2.46	3.07	室内	4.6	29.3	316	52	-		
		M21	27	27再生EM(高)25		E社 M (高品質)	GM5	-	-	0.03	0.03	2.46	3.07	室内	4.4	37.5	251	29	-			
		M22	27	27再生EM(中)25		E社 M (中品質)	GM6	-	-	0.04	0.07	2.37	4.29	室内	4.4	35.5	232	37	-	試料の残量が無く、AE剤を後添加して練り混ぜた。		
		M23	27	27再生EM(低)25		E社 M (低品質)	GM7	-	SN3'+SN4	0.10	0.09	2.32	4.94	室内	5.5	35.5	261	26	-			
		M24	21	57		21再生EM(低)25	E社 M (低品質)	GM7	-	-	0.10	0.09	2.32	4.94	室内	4.4	30.8	219	20	-		
M25	18	61	18再生EM(低)25	E社 M (低品質)	GM7	-	-	0.10	0.09	2.32	4.94	室内	4.5	28.8	285	14	-					

[NOTE] ■ JIS規定値外のもの。ただし、圧縮強度は、呼び強度27の強度値 (27N/mm²) を下回ったもの。
 ■ 空気量が4.0~4.5%のもの、圧縮強度が30N/mm²を下回ったもの。
 ■ 再生コンの中で、耐久性指数が60%を上回ったもの。
 ■ 再生粗骨材Mの品質がH相当であったもの。

普通コン6種類、再生コン19種類

① 耐久性能の調査：凍結融解抵抗性 2) (2023・2024・2025年度)

◆耐久性能に及ぼす要因（空気量、実強度、FM凍害指数）の絞り込み



・再生コンの全データをプロット

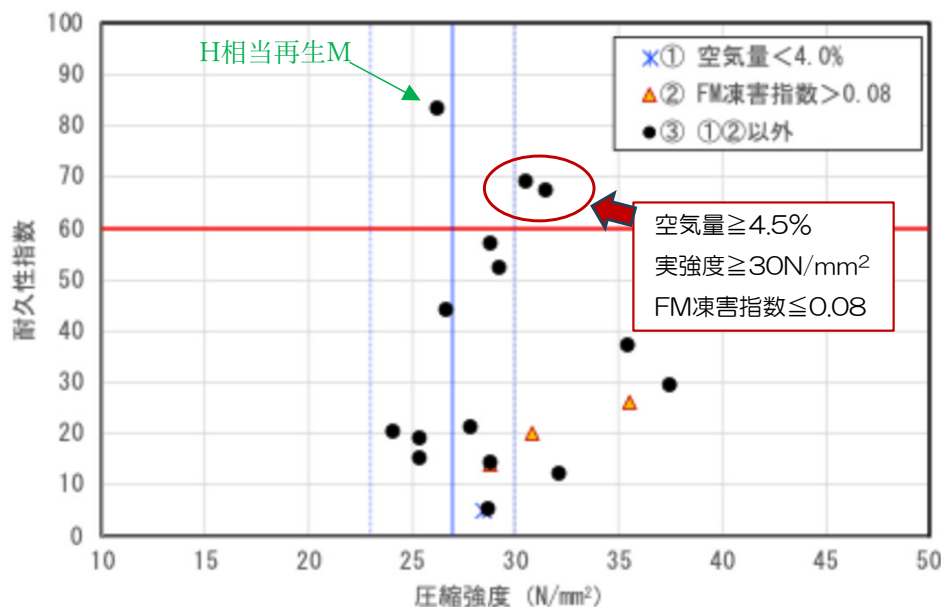
・上段は、耐久性能指数と空気量の関係。
空気量のJIS規定値 ($5.5 \pm 1.5\%$)を満足しなかったのは1点。

①②と空気量 $< 4.5\%$ を除くと、耐久性能指数 < 60 の割合が減少。

・下段は、耐久性能指数と実強度の関係。

①②と実強度 $< 30\text{N/mm}^2$ を除くと、耐久性能指数 < 60 の割合が減少。

・今回の実験の範囲では、赤丸の条件であれば、耐久性能指数 ≥ 60



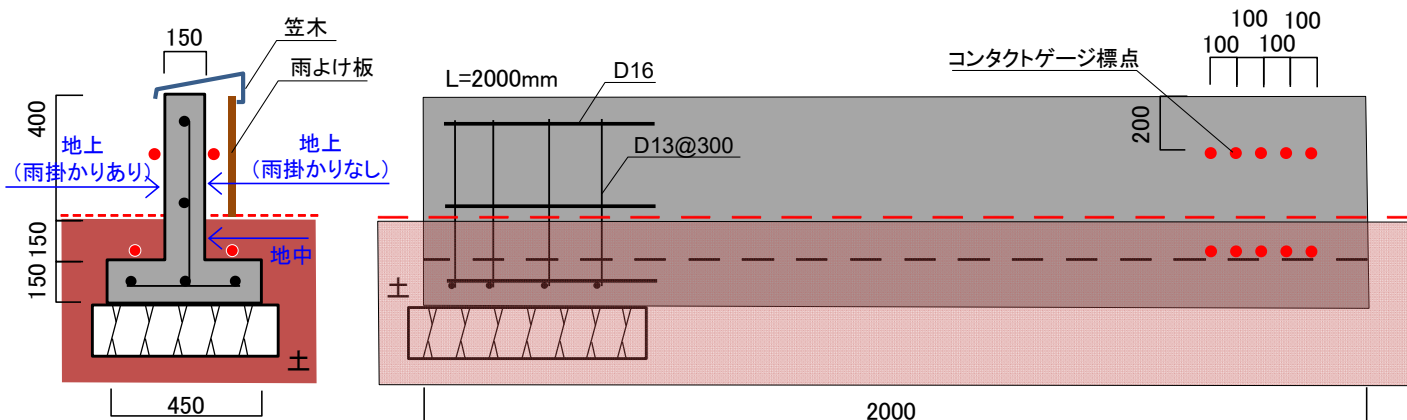
① 耐久性の調査：実大試験体の概要

◇試験目的：

実暴露環境下における変状の有無の把握実験として、3年間にわたり再生骨材コンクリート18種および普通コンクリート3種の計21種類の実大鉄筋コンクリート試験体を半地下に設置した屋外暴露実験を実施した。

◇試験方法：

- 施工時：再生骨材コンクリートの施工性の確認
- 暴露開始後：ひび割れ、長さ変化、その他変状の確認



再生骨材コンクリートの施工状況の例(2025年度)



脱型後



埋戻し後



2024年度作製試験体 (神戸市)



2025年度作製試験体 (大阪府)



2023年度作製試験体 (京都府)

① 耐久性の調査：実大試験体のひび割れ調査結果 1) (2024・2025年度)

◇調査結果 (2023年度作製)

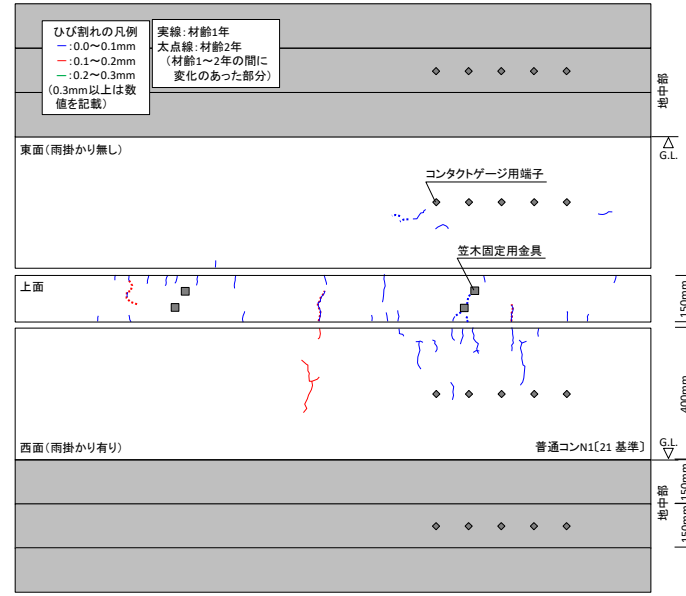
・材齢1年および2年時点でひび割れ計測を実施した。

・材齢1年目と材齢2年目の比較からは、ひび割れの本数はほぼ変化無く、一部のひび割れのみ幅の増大もしくはひび割れの進展が見られた。

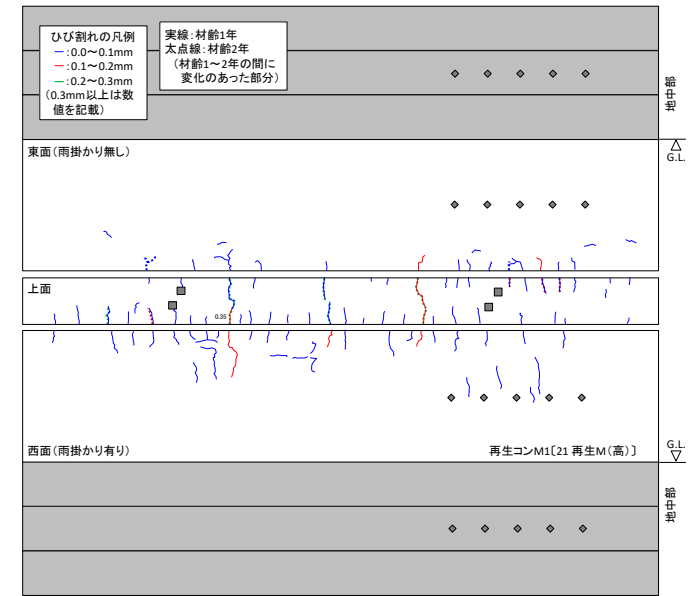


材齢2年経過後の実大試験体の確認 (2025.11)

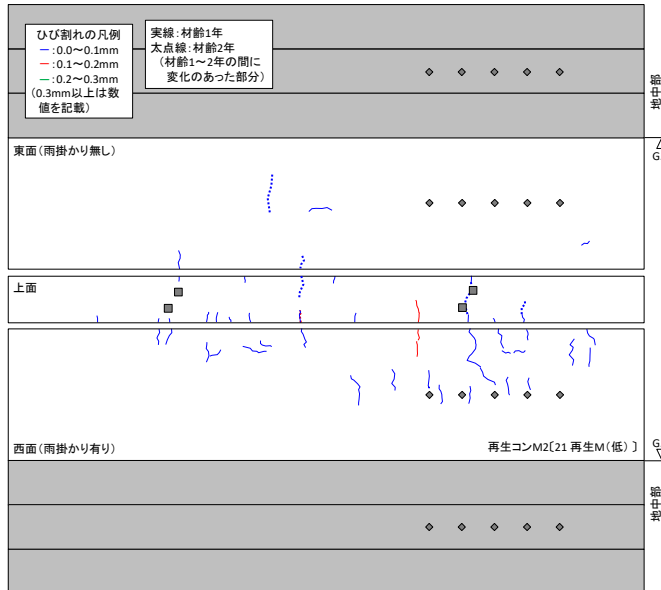
実大試験体の地中部表面の拡大写真 (M2)



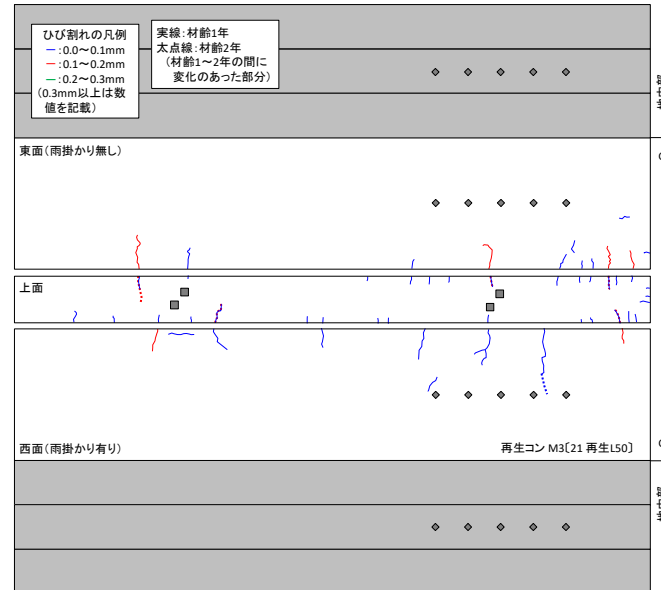
(1) 普通コンN1 [21基準]



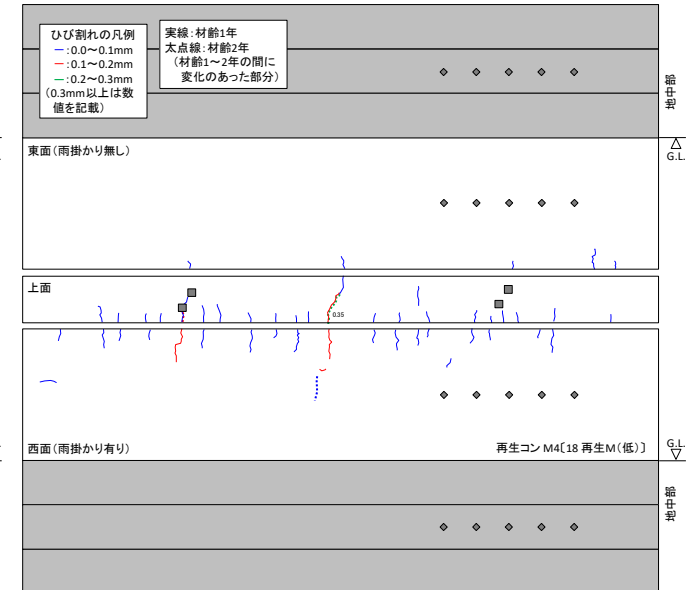
(2) 再生コンM1 [21再生M(高)]



(3) 再生コンM2 [21再生M(低)]



(4) 再生コンM3 [21再生L50%]



(5) 再生コンM4 [18再生M(低)]

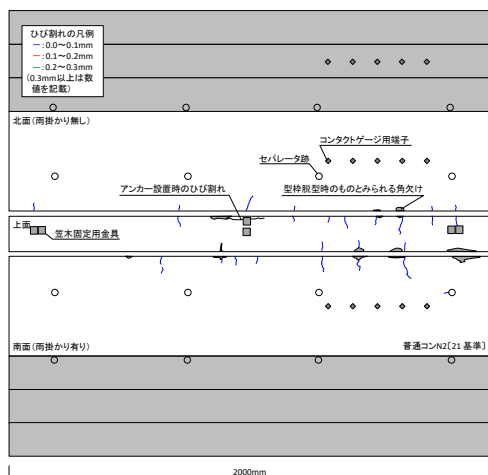
① 耐久性の調査：実大試験体のひび割れ調査結果 2) (2025年度)

◇調査結果 (2024年度作製)

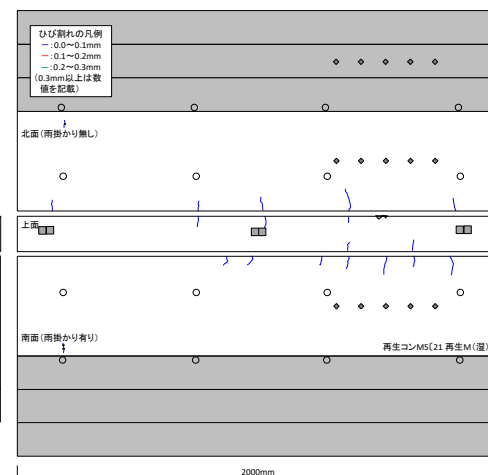
- 材齢1年時点でひび割れ計測を実施した。
- 地中部に関してはひび割れは確認されなかった。
- 再生骨材コンクリートで特にひび割れが多くなるという傾向はなかった。
- G.L.近くに鉛直方向のひび割れが見られたが、これはスペーサに沿ったひび割れであった。



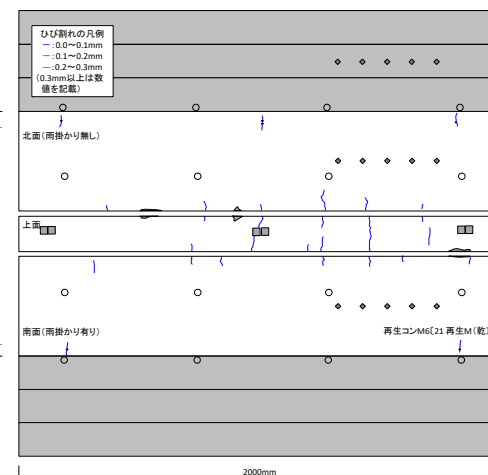
材齢1年経過後 (2025.11)



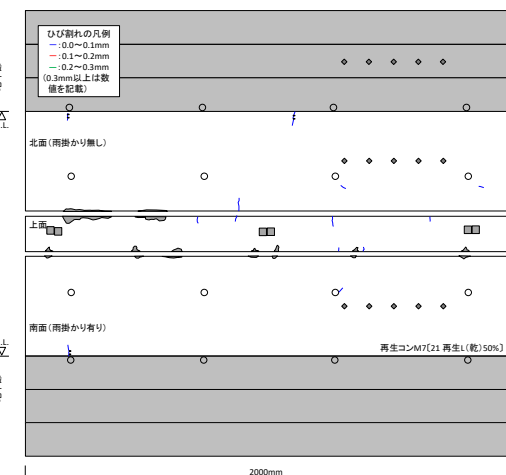
(1) 普通コンN2 [21基準]



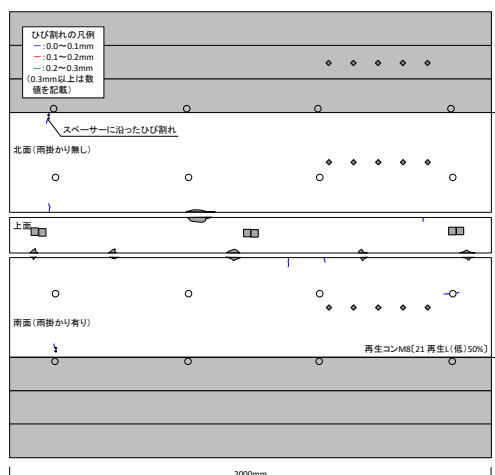
(2) 再生M5 [21C社M (湿式)]



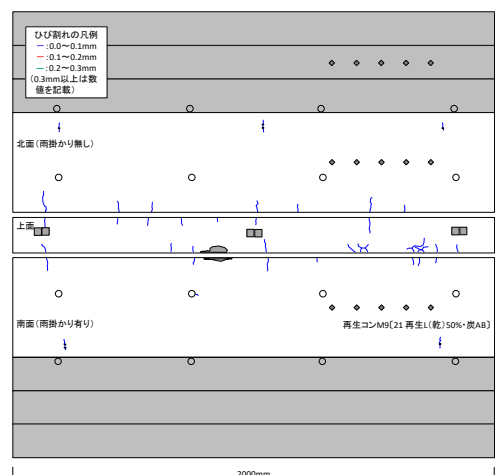
(3) 再生M6 [21C社M (乾式)]



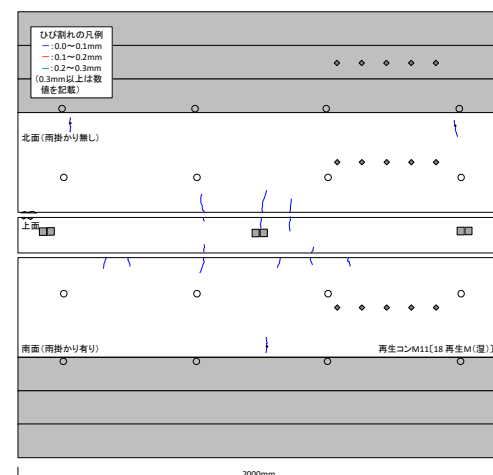
(4) 再生M7 [21D社L (乾式)]



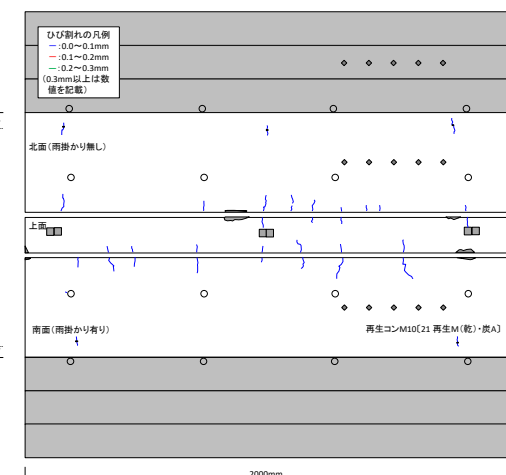
(5) 再生M8 [21B社L (乾式・低品質)]



(6) 再生M9 [21D社L (乾式) 炭①②]



(7) 再生M10 [21C社M (乾式) 炭①]



(8) 再生M11 [18C社M (乾式)]

① 耐久性の調査：実大試験体のひび割れ調査結果 3) (2025年度)

◇調査結果 (2025年度作製)

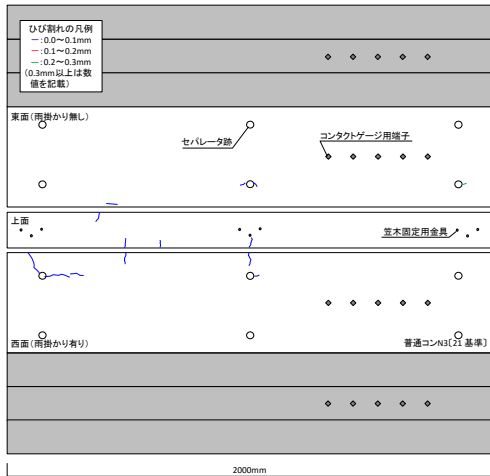
- 材齢6か月時点でひび割れ計測を実施した。
- 地中部に関してはひび割れは確認されなかった。
- 再生骨材コンクリートで特にひび割れが多くなるといった傾向はなかった。
- 2025年度の試験体が材齢も短いことを考慮しても最もひび割れは少なかった。角部の面取り加工が施されていることが影響していると考えられる。



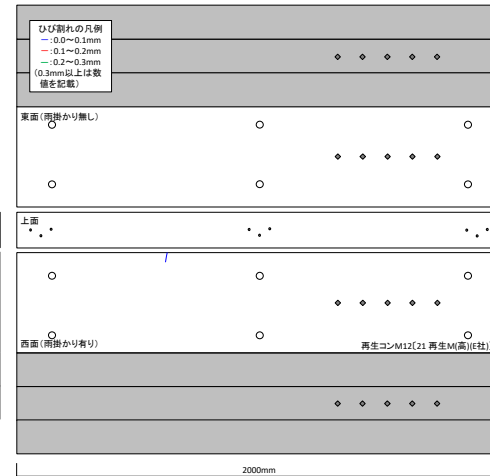
角部の面取り加工の例 (M12)



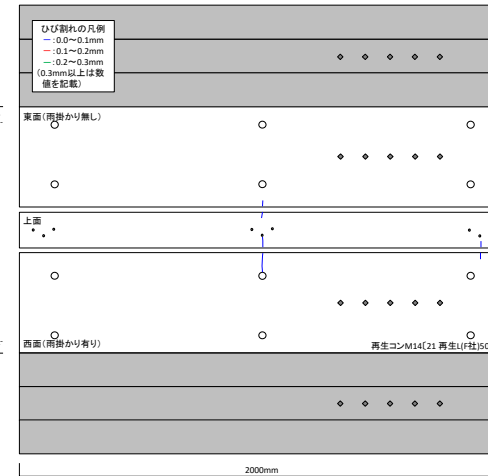
6か月経過後 (2025.11)



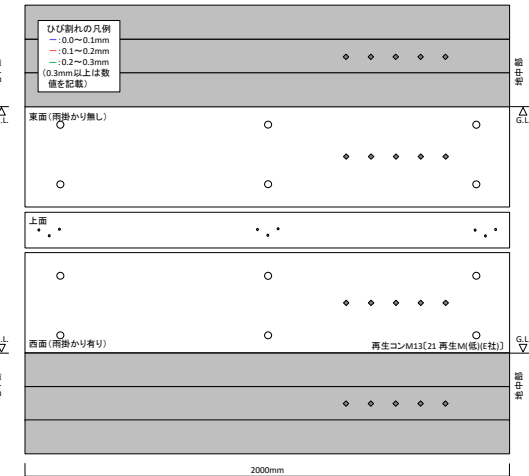
(1) 普通コンN2 [21基準]



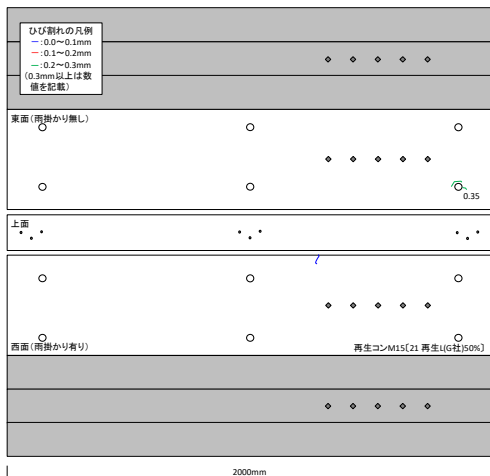
(2) 再生M5 [21C社M (湿式)]



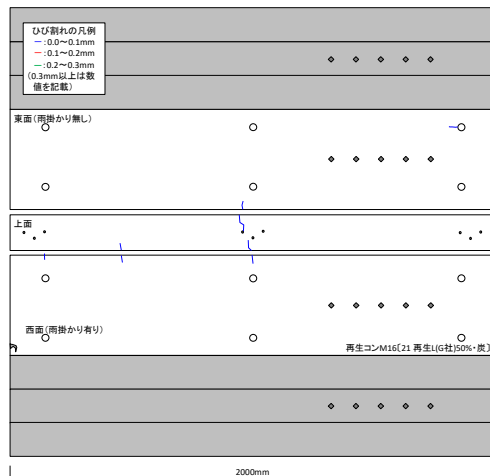
(3) 再生M6 [21C社M (乾式)]



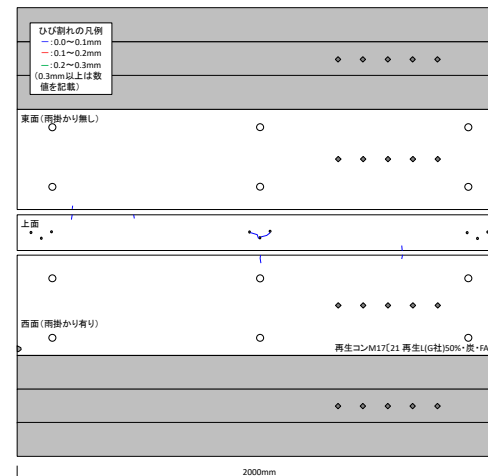
(4) 再生M7 [21D社L (乾式)]



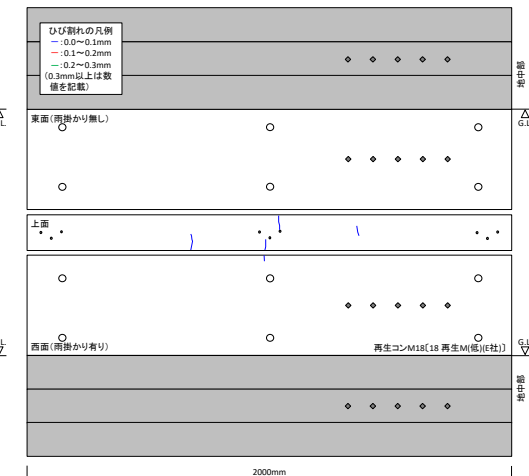
(5) 再生M8 [21B社L (乾式・低品質)]



(6) 再生M9 [21D社L (乾式) 炭①②]



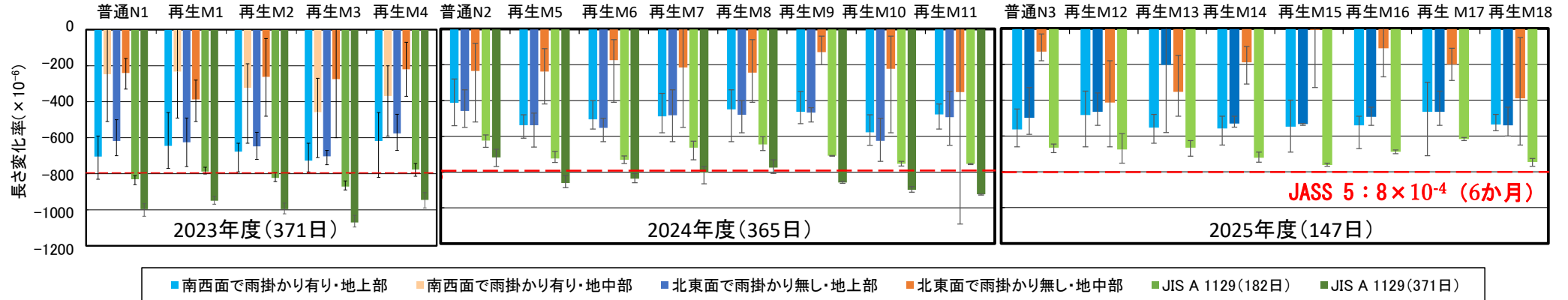
(7) 再生M10 [21C社M (乾式) 炭①]



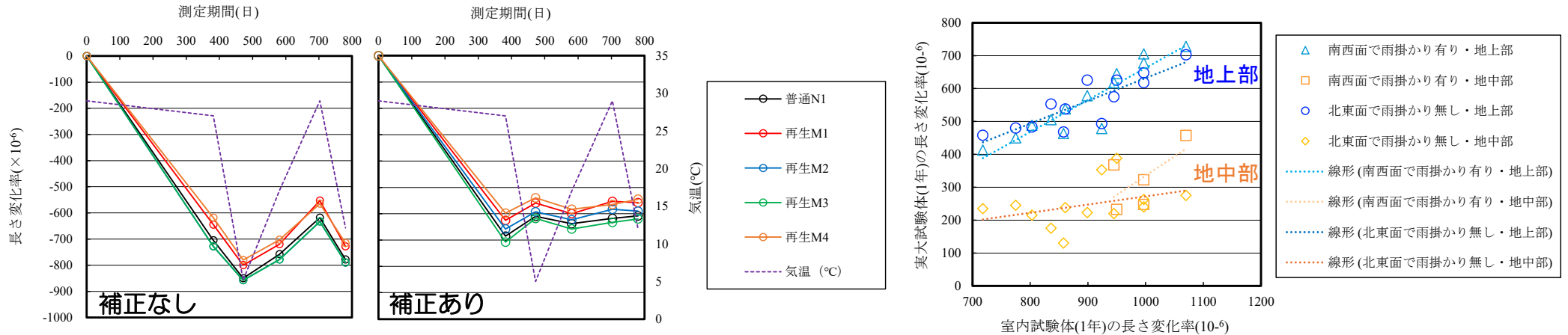
(8) 再生M11 [18C社M (乾式)]

① 耐久性の調査 実大試験体の長さ変化率 (2023・2024・2025年度)

◇ 「実大試験体」と「JIS A 1129の室内試験体」の長さ変化率の関係を示す。



◇ JASS 5に示される 8×10^{-4} と比較すると、実大試験体の地中部の長さ変化率は、約1年後であっても半分程度に抑えられており、ひび割れのリスクは極めて小さいといえる。



熱膨張係数 10×10^{-6} ($^{\circ}\text{C}$) で補正した長さ変化率と測定期間の関係 「実大試験体」と「JIS A 1129の室内試験体」の長さ変化率の関係 (2023年度作製、西面で雨掛かり有り・地上部) (2023・2024年度作製)

◇ 実大試験体の長さ変化率は、気温や降雨による含水状態で体積変化の影響を受けるが、コンクリートの線膨張係数を 10×10^{-6} ($^{\circ}\text{C}$) として基長時の気温に補正すると、乾燥収縮は約1年で収束している。

「実大試験体」と「室内試験体」の長さ変化率は、地上部においては相関が見られた。地中部において相関が低いのは、地中の水分状態が地上部よりも複雑なためと思われる。

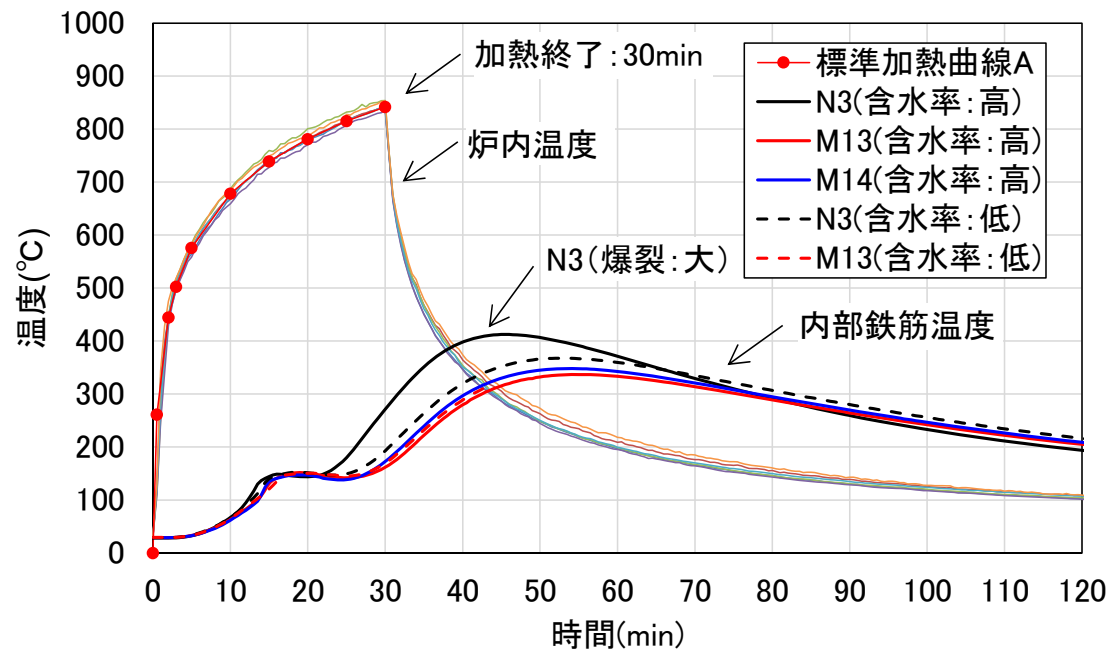
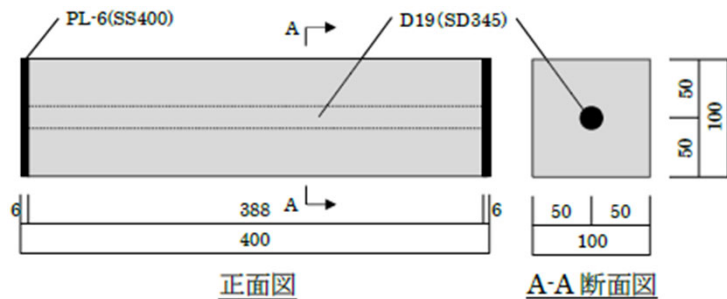
① 耐久性能の調査：材料の耐火性能 (2025年度)

◇試験目的：

再生骨材コンクリートの爆裂特性に関して実験的に検証した。

◇試験方法：

JCI規準「JCI-S-014-2024（コンクリートの爆裂試験方法）」B法（一軸拘束供試体法）



炉内およびコンクリート内部鉄筋の温度履歴

◇使用コンクリート：

試験体種類	含水率 (質量%)	圧縮強度 (N/mm ²)	
普通コンクリート	含水率 (低)	5.9	32.9
N3/21 基準	含水率 (高)	8.0	34.3
再生骨材コンクリート	含水率 (低)	6.0	29.5
M13/21 再生 M (低) (E 社)	含水率 (高)	7.9	28.7
再生骨材コンクリート	含水率 (低)	6.0	32.6
M14/21 再生 L (F 社) 50%	含水率 (高)	8.0	33.4

[注]赤字：加熱試験中に爆裂した供試体の水準を示す。



加熱中の炉内の様子



N3 (含水率：高) M14 (含水率：高)
爆裂後の試験体の状況

◇実験結果：

高含水率の供試体のうち圧縮強度の高いものの2水準が爆裂した。

再生粗骨材の使用により爆裂しやすくなるといった傾向は特に見られなかった。

①耐久性能の調査：引き抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験(2023年度)

◇試験目的：

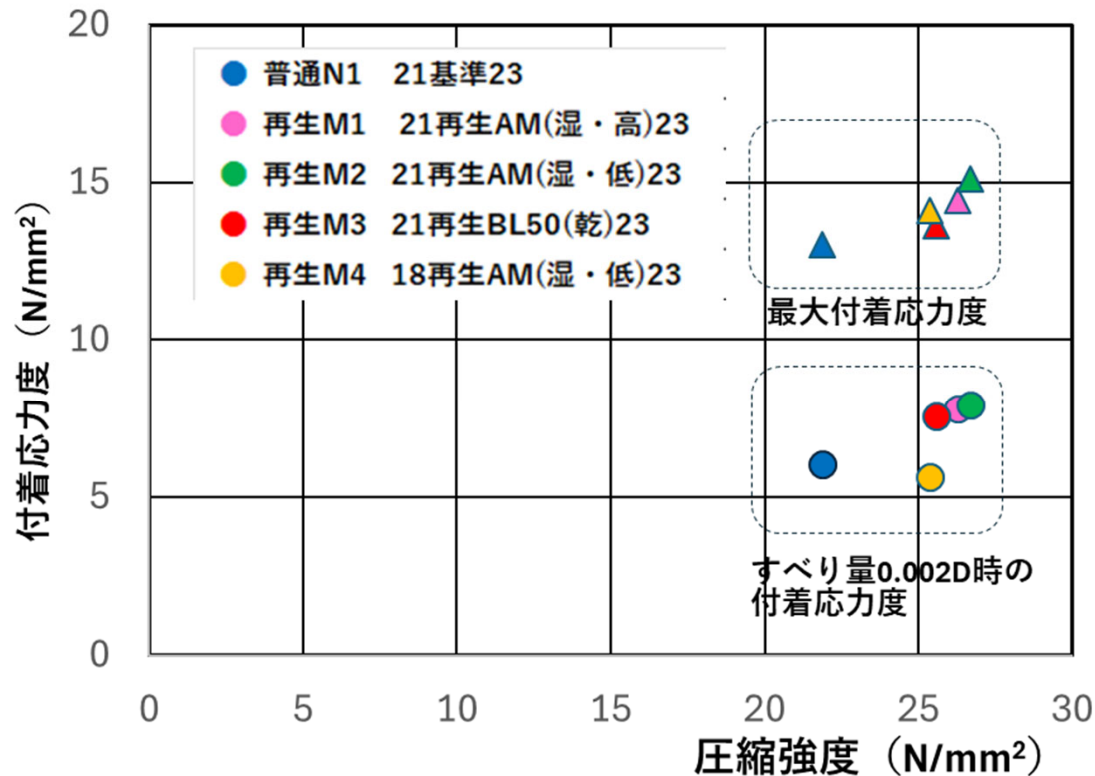
引き抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験再生骨材コンクリートの付着性能に関する確認を行う。

◇試験方法：

「公益社団法人 土木学会 2018 年制定 コンクリート標準示方書 [規準編] 土木学会規準および関連規準 引き抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法 (JSCE-G 503-2013)」に準拠して引き抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験を行った。

◇確認結果：

- すべり量0.002D時の付着応力度、最大付着応力度共に、4種類の再生コンは基準となる普通コン（21基準23）と比較して大差はなかった。
- 5種類とも最大荷重点以後も鉄筋のすべりが卓越して、使用した変位計の測定可能範囲を超えたため、試験を終了している。



② 品質ばらつき調査：調査概要

◇調査目的：

再生骨材の品質管理方法のうち検査ロットの妥当性に関して実験的に検証した。

ロットの最大値は、1500t又は2週間で製造できる量のいずれか少ない量とする。

(JIS A 5022:2024「A.6 検査」)

◇調査方法：

複数の再生骨材の製造工場において、通常の検査ロット間隔の間の品質変動の実情を把握するための実験を実施した。

試験結果の客観性を得るために、試験の最初と最後の2日分のみ、第三者試験機関でも同様な試験を実施した。

◇対象工場：

	再生粗骨材	所在地	製造方式の特徴	実験実施期間中の原コンクリートの受入れおよび使用状況	実施年度(調査日数)
A工場*	M	関西地方	湿式磨砕、比重選別	別工場にて再生砕石を製造した後に、再生骨材製造工場にて高度処理を実施。	2022年度(11日間)
B工場	M	関西地方	湿式すりもみ	別工場にて再生砕石を製造した後に、再生骨材製造工場にて高度処理を実施。	2024年度(9日間)
C工場	L	関東地方	乾式破砕、微粉吸引装置	試験日ごとに排出元を1つの解体現場の構造体コンクリートがらに限定して使用。	2025年度(10日間)
D工場	L	関東地方	乾式破砕、湿式洗浄	構造体コンクリートのがらを事前選別し、複数現場の原コンクリートを混合して使用。	2023年度(9日間)

[注]*：再生骨材コンクリート実用化検討委員会〔委員長：阿部道彦、事務局：（一財）日本建築防災協会、令和3～4年度〕で実施した結果を比較のために併示する。

◇試験方法：

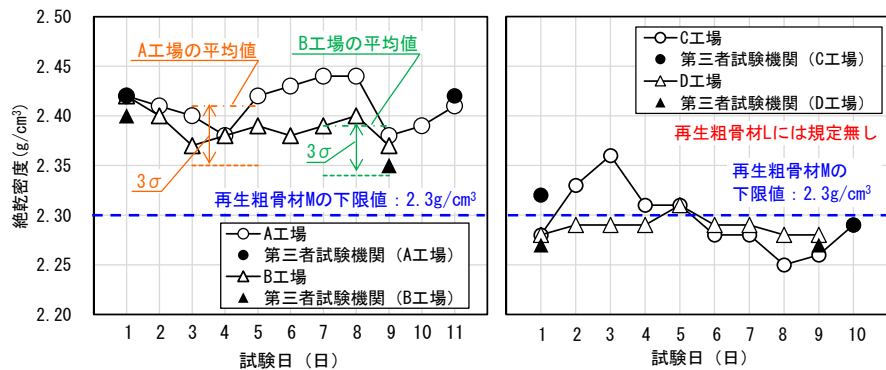
試験項目 (*：JISに規定の無いもの)	実施の有無（空欄は未実施）	
	再生粗骨材M	再生粗骨材L
絶乾密度	○	○
吸水率	○	○
表乾密度*	○	○
微粒分量	○	○
塩化物量	○	
ふるい分け試験	○	○
粗粒率	○	○
粒形判定実積率	○	
不純物量（Al,Zn以外）	○	○
不純物量（Al,Zn:気体発生量）	○	
アルカリ骨材反応性試験		
再生粗骨材Mの凍結融解試験		

各工場における試料の採取状況

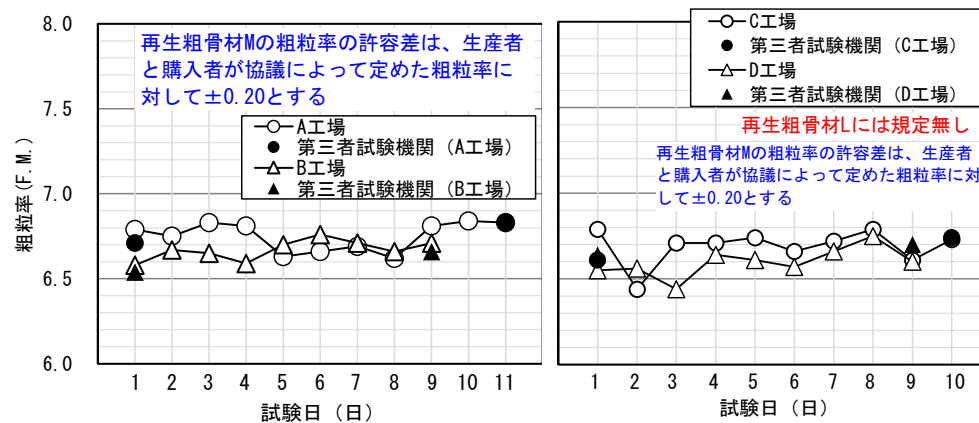
	A工場	B工場	C工場	D工場
試料採取位置・攪拌				
試料採取				

② 品質ばらつき調査：調査結果 1)

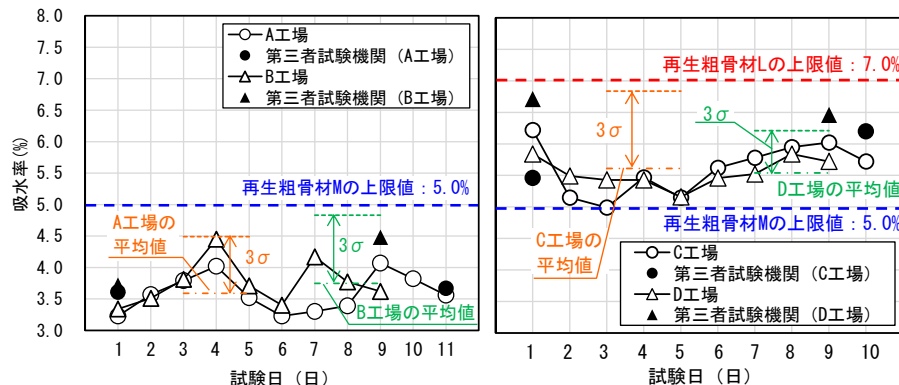
(注：各図は左側に再生粗骨材M、右側に再生粗骨材Lの結果を示す)



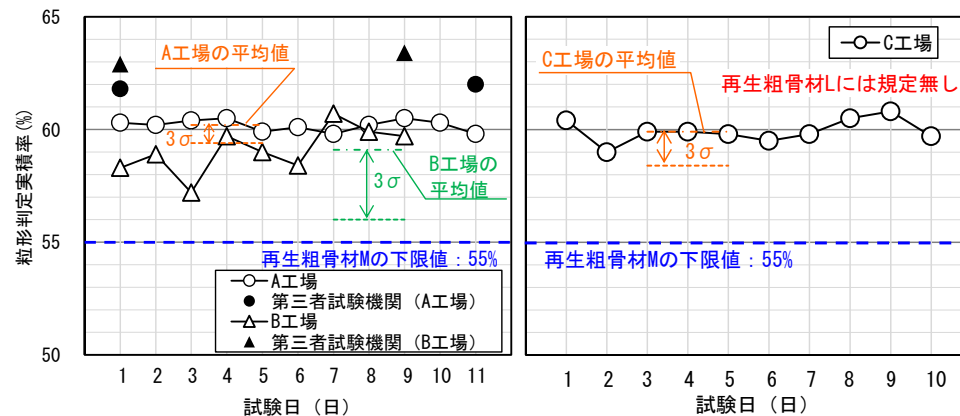
(a) 絶対乾密度 (g/cm³)



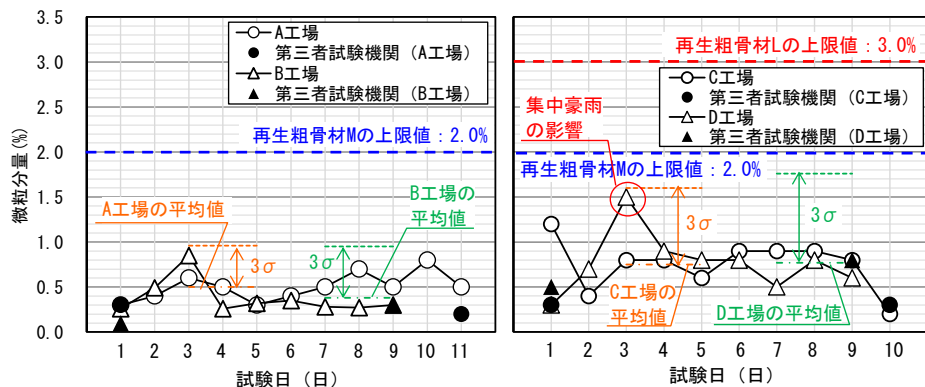
(d) 粗粒率 (F.M.)



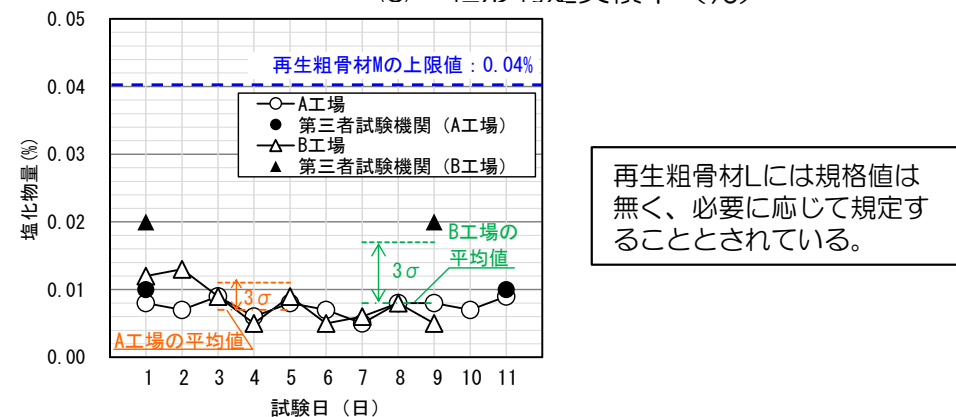
(b) 吸水率 (%)



(e) 粒形判定実積率 (%)



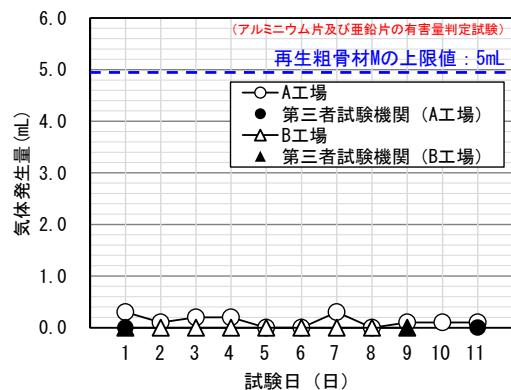
(c) 微粒分量 (%)



(f) 塩化物量 (%)

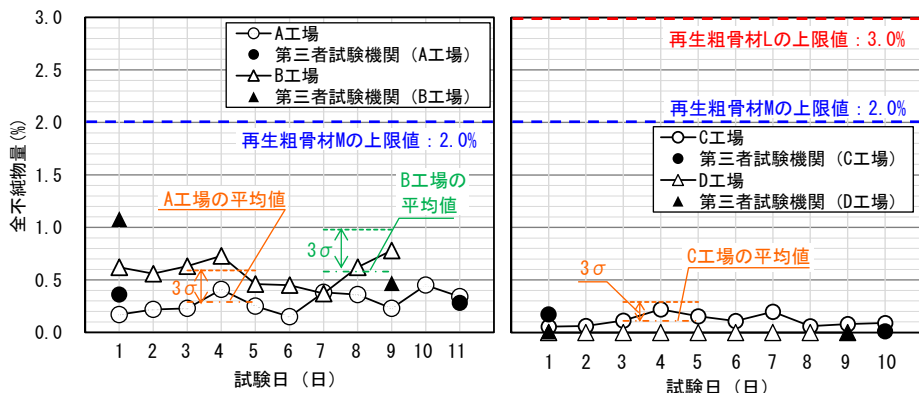
② 品質ばらつききの調査：調査結果 2)

(注：各図は左側に再生粗骨材M、右側に再生粗骨材Lの結果を示す)

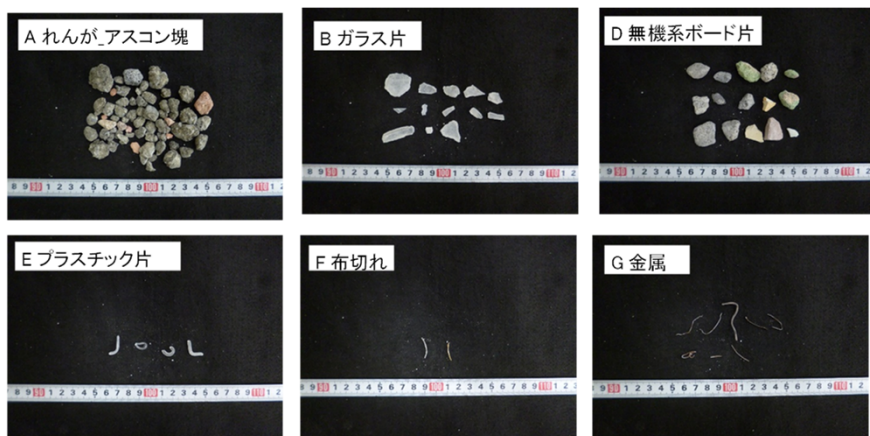


再生粗骨材Lには規格値は無い。

(g) 気体発生量 (mL)



(h) 全不純物量 (%)



採取された不純物の例 (B工場1日目、第三者試験機関)

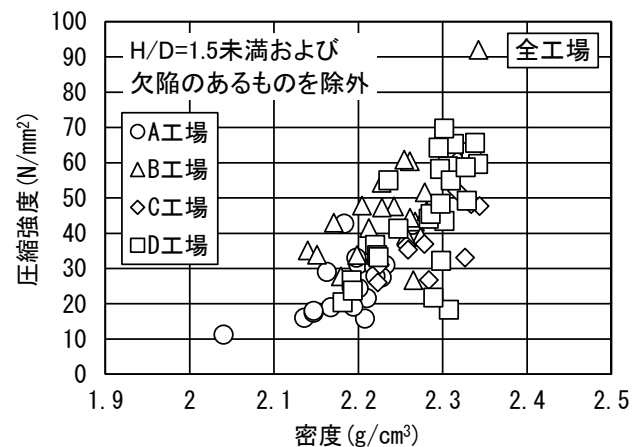
◇調査結果：

検査ロットの間の期間に、品質基準値を外れることは無く、異常な傾向も検出されなかった。

以上の結果より、今回得られた知見の範囲では、**現状のJIS A 5022に規定される検査ロットの最大値は妥当であると判断できる。**

参考：原コンクリートの圧縮強度と密度の関係

再生骨材の製造ラインに投入する前のコンクリート塊を、1日につき1~2体を目安に採取し、コンクリートコア (φ50mm) を採取し、密度および圧縮強度を計測した。再生骨材を製造する原コンクリートの量に対して本測定の実験体数は極めて少ないため、原コンクリートの傾向や全体像を示すものではなく、参考資料と位置づける。



③ まとめ 1)

本検討は、JIS A 5022（再生骨材コンクリートM）の指定JIS化に向けて技術資料を整理することを目的とした。

そのためには、できるだけ幅広くデータを取得する必要がある。このため、異なる製造者/製造方法による材料を用いて実験を行うことで、サンプル数を増やし、結果に汎用性を持たせることを重視した。

本検討により得られた知見を以下にまとめる。

①耐久性能の調査

- 実暴露環境下における変状の有無の把握実験として、3年間にわたり再生骨材コンクリート18種および普通コンクリート3種の計21種類の実大鉄筋コンクリート試験体を半地下に設置した屋外暴露実験を実施した。
- コンクリートの製造・施工段階では普通コンクリートとの差異は認められず、正常に試験体の作製を完了できた。ただし、一部の実験時に普通コンクリートへの再生骨材の少量混入が確認され、その影響の程度および管理方法に関する課題が示された。
- 実大試験体に使用したコンクリートに対しては、以下に示す各種の品質・性能の評価試験を実施し、再生骨材コンクリートの特性が把握された。得られた結果からは、凍結融解抵抗性による区分が「標準品」の範囲では、概ね既往の知見に照らして想定範囲内のものであり、凍結融解及び乾燥の影響を受けにくい部材及び部位であれば問題無く使用できると判断される。一方で、「耐凍害品」に対しては、現状のJISの規定する範囲で従来の指定JISであるJIS A 5308に適合するコンクリートと同等の耐凍害性が得られない可能性が示された。

③ まとめ 2)

品質・性能	本検討における調査結果
圧縮強度	同一水結合材比において若干の圧縮強度の低下傾向は見られるものの、圧縮強度発現性および各種養生の影響などは普通コンクリートと大きな違いは見られない。
静弾性係数	再生骨材コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係は普通コンクリートと同様と見なせる。
乾燥収縮	再生粗骨材を使用することで乾燥収縮は増大する傾向は見られるものの、コンクリートのその他の使用材料や調合の影響も大きいと考えられ、再生粗骨材の種類や品質のみに大きく依存するといった傾向は見られない。
中性化	再生粗骨材を用いることでやや中性化抵抗性が低下する傾向が見られるが、水結合材比を調整して圧縮強度を同程度とすることで、普通コンクリートと同等の中性化抵抗性が得られることが確認できた。
圧縮クリープ	クリープひずみは普通コンクリートと比べて大きくなる傾向があるものの、クリープ係数は3.0未満の範囲となり、通常の鉄筋コンクリート部材に使用する場合には問題の無い範囲と考えられる。
付着（鉄筋の引抜き）	すべり量0.002D時の付着応力度、最大付着応力度共に、基準となる普通コンクリートと比較して大差はなかった。
耐火性能（爆裂特性）	再生骨材コンクリートの爆裂特性は、普通コンクリートと変わらない結果となった。加熱試験時の埋め込まれた鉄筋に対する入熱も普通コンクリートと変わらない結果となった。
凍結融解抵抗性	現状のJISの規定する耐凍害品の範囲で普通コンクリートと同等の耐凍害性が得られない可能性が示された。

- これらの品質の違いが実環境下における暴露試験体に及ぼす影響について、**最長で材齢2年後までの変状の計測を実施**した結果からは、JIS A 5022の適用部位を超える地上部も含めて、**普通コンクリートと比較して顕著な違いは見られなかった。**
- 再生骨材に対する使用前の炭酸化養生**については、既往文献および現時点で得られている試験結果からは、再生骨材コンクリートの**品質・性能に対する悪影響は確認されなかった。**

③ まとめ 3)

②品質のばらつきの調査

- 再生粗骨材の製造工場における品質変動の確認実験として、再生粗骨材Mおよび再生粗骨材Lの各製造工場において、再生粗骨材の品質変動に関する実験を行った。
- 実験の結果、適切な品質管理および品質改善の取り組みにより、再生粗骨材Mおよび再生粗骨材Lとしての十分な品質の骨材が安定して製造されていることを確認した。
- 以上より、本検討の範囲内において、JIS A 5022認証指針に示される再生骨材コンクリートMの粗骨材として使用される再生粗骨材Mおよび再生粗骨材Lのロット管理の方法は妥当であると判断できる。

③委員会審議および実験経過からの検討結果

- JIS A 5022（再生骨材コンクリートM）を「指定JIS」として認められるためには、現時点で以下の様な適用範囲等の条件設定が必要と考えられる。
 - i) 指定JISの対象範囲として、JIS A 5022に規定される再生骨材コンクリートMのうち、M2種（再生細骨材を使用したもの）は除外する。
 - ii) 再生骨材コンクリートM1種（標準品も耐凍害品も含む）の使用は、凍結融解及び乾燥の影響を受けにくい部材及び部位に限定する。
 - iii) JIS A 5022認証を取得したコンクリートの使用を推奨する。
 - iv) 再生骨材の製造および品質に関する監査を定期的に受けていることを推奨する。
(本来は再生骨材コンクリートとしての監査が望ましい。)

③ まとめ 4)

- 本検討結果から得られている**将来的な課題**として、以下の内容が挙げられる。
 - i) **再生骨材のJIS化**：JIS A 5308認証工場でJIS A 5022の再生骨材コンクリートを製造する場合には、再生骨材に関するJIS規格を附属書から独立させ、JIS規格として骨材の品質に関する責任体制を明確化すべきとの意見があり、検討すべき課題と考えられる。
 - ii) **耐凍害品に関する検討**：本検討では、現行JIS A 5022:2024の耐凍害品に適合するコンクリートでも、凍結融解試験における耐久性指数を満足できないものがあつた。この原因の究明とともに安定して使用できる耐凍害品の規格の検討が期待される。
 - iii) **再生骨材コンクリートの使用環境の緩和**：現行JIS A 5022:2024解説には、上部構造部位・部材に適用可能な乾燥収縮ひずみ低減品の追加について、次回の改正時に検討することとなったとされている。将来的な再生骨材コンクリートの適用拡大に対しては、このような地上部等の乾燥の影響を受ける部位への適用が可能な再生骨材の品質および再生骨材コンクリートの調合上の検討が進むことが期待される。
 - iv) **再生細骨材の使用**：本検討では、再生細骨材の使用は検討対象から除外したが、資源循環の視点だけでなく、炭酸ガス固定化などカーボンニュートラルの視点でも、再生細骨材の有効活用が注目されることが予想され、適切な使用条件に関する検討が進んだ後の制度への取り込みが期待される。