

4. 調査・試験

4 - 1. コア抜き試験

業務名：第二阪和国道橋梁調査検討業務（平成 20 年度）

発注者：浪速国道事務所

上記のコア抜き調査については、委員会でコア抜き箇所、試験内容について検討を行った。

委員会では基本方針として以下を決定している。

- ・コア抜きは、既設構造物への負荷と必要となる試験数のバランスを考え、過不足ない本数とする。
- ・調査試験は、損傷を引き起こす可能性のある原因を概ね包括するものとする。
- ・コンクリートについては、配合・プラントによる比較を行なうことができるよう、コア抜き位置を選定する。

具体的な方針は次のとおりである。

- ・コア採取箇所は損傷部 10 箇所、健全部 10 箇所とする（コア総本数は 63 本）。
- ・圧縮強度試験・静弾性試験は全ての採取箇所を実施。
- ・単位重量試験、岩種判定、骨材試験、配合推定はプラントと骨材の組み合わせで区分される 9 箇所を実施する。

以下に試験結果の概要を示す。また、各試験結果を 4 - 1 - 1 以降に示す。

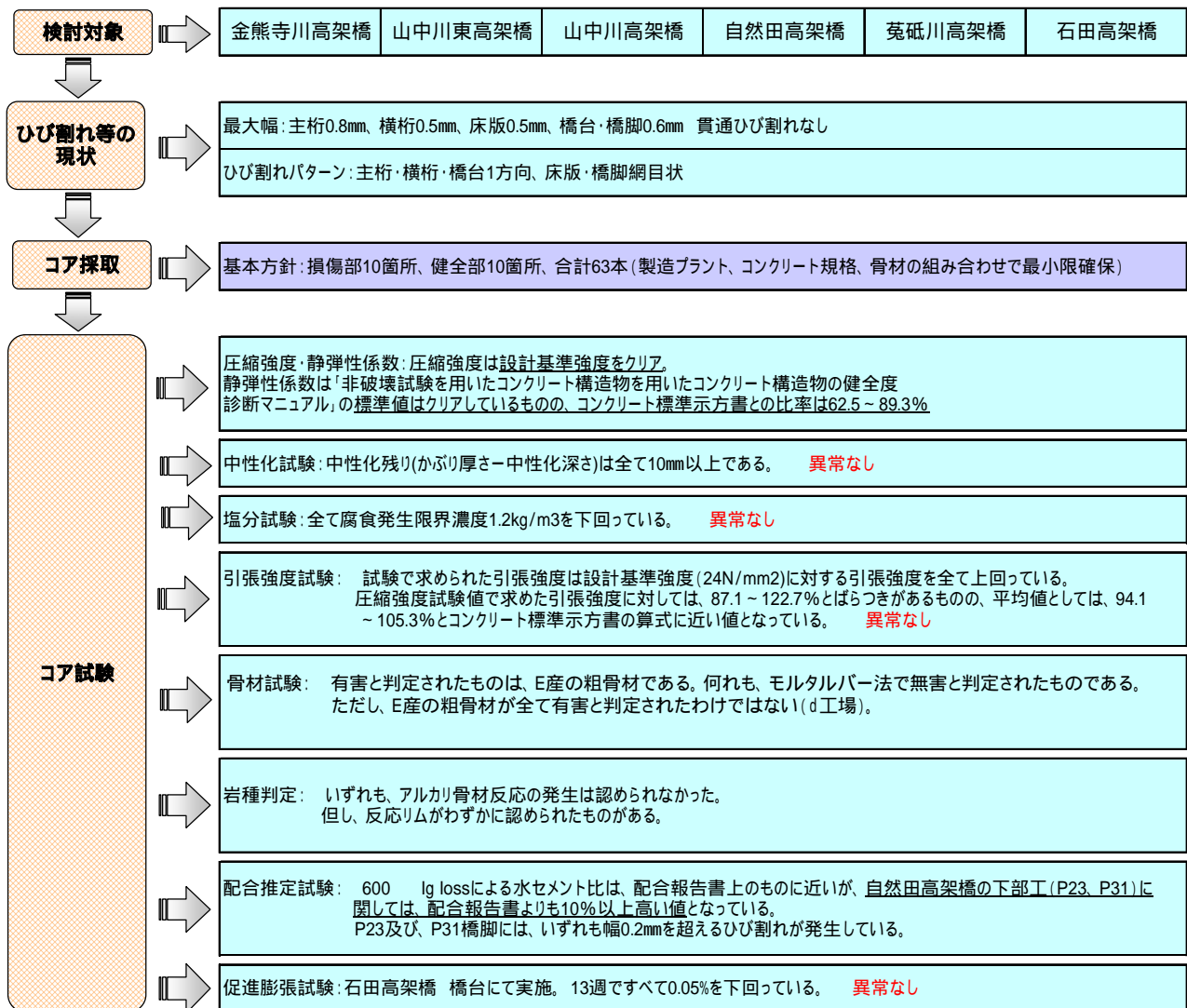


図4 - 1 . コア抜き試験体による各種試験結果の概要

表 4 - 1 - 1 . コア抜き位置と実施試験一覧(その1)

製造プラント名	金熊寺川高架橋						山中川高架橋						山中川高架橋						自然田高架橋					
	下部工		上部工		下部工		上部工		下部工		上部工		下部工		上部工		下部工		上部工		下部工		上部工	
	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: B産	細: A産(海砂) 細: B産(砕砂) 粗: B産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: A産(海砂) 細: B産(砕砂) 粗: B産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産
製造プラント名	a工場	b工場	c工場	a工場	c工場	c工場	a工場	c工場	c工場	c工場	c工場	c工場	c工場	c工場	d工場	b工場	b工場	d工場	d工場	d工場	d工場	d工場	d工場	
コンクリート規格	24-8-20BB	40-12-20H	40-12-20H	24-8-20BB	40-12-20H	40-12-20H	24-8-20BB	40-8-20H	40-8-20H	40-8-20H	40-8-20H	40-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	50-8-20N	30-8-20N	30-8-20N	30-8-20N	30-8-20N	30-8-20N	
コア採取箇所(候補)	A01 橋台 壁		A1-P1 PCボステン箱桁 主桁	P1 橋脚 柱	P2-P3 PCボステン箱桁 主桁	P11-P12 PCボステン箱桁 主桁		P11-P12 PCボステン箱桁 主桁	P11-P12 PCボステン箱桁 主桁	P11-P12 PCボステン箱桁 主桁	P23 橋脚 躯体部	P91 橋脚 躯体部	P91 橋脚 躯体部	P21 橋脚 躯体部	P21 橋脚 躯体部	P21 橋脚 躯体部	P23 橋脚 躯体部	P32 橋脚 躯体部	高強度のため採取しない。(プレヒーム桁添接部)	P14-P15 プレテンI桁 横桁	P14-P15 プレテンI桁 横桁	P15-P16 プレテンI桁 横桁		
部材厚さ、鉄筋間隔(mm)	1900×250×250		400×250×125	2000×150×125	400×250×125	400×250×125	400×250×125	400×250×125	400×250×125	400×250×125	2000×150×125	2000×150×125	2000×150×125	2000×150×125	2000×150×125	2000×150×125	2000×150×125	2000×150×125	600×240×215	600×240×215	600×240×215	600×240×215	600×240×215	
ひび割れパターン	幅0.4mm 縦1方向	全て幅0.2mm以下	全て幅0.2mm以下	全て幅0.2mm以下	幅0.8mm/2方向	幅0.5mm/2方向	幅0.2mm以下	幅0.5mm/2方向	幅0.5mm/2方向	幅0.5mm/2方向	幅0.4mm/2方向	幅0.3mm 2方向	幅0.3mm 2方向	幅0.2mm以下	幅0.2mm以下	幅0.2mm以下	幅0.2mm以下	幅0.2mm以下	幅0.3mm 縦方向	幅0.3mm 縦方向	幅0.3mm 縦方向	幅0.2mm以下	幅0.2mm以下	
コア本数	3		3	3	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
単重量試験																								
中性化深さ測定																								
塩分濃度測定																								
圧縮強度																								
静弾性係数測定試験																								
引張強度試験																								
岩相判定																								
骨材試験																								
促進膨張試験																								
配合推定																								
乾燥収縮試験																								
備考(前孔コア径)	100		健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 100	
備考(前孔コア長)	L=750		健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	
ひび割れ深さ測定(BS法)																								

表4 - 2 . コア抜き位置と実施試験一覧(その2)

下部工のコア抜き 上部工のコア抜き

製造プラント名	菟砥川高架橋						石田高架橋					
	下部工			上部工			下部工			上部工		
	細:A産(海砂) 細:B産(砕砂) 粗:B産	細:F産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:G産	細:F産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:G産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:C産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:C産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:C産(海砂) 細:D産	粗:D産
製造プラント名	a工場	e工場	e工場	e工場	f工場	f工場	c工場	c工場	c工場	b工場	b工場	b工場
コンクリート規格	24-8-20BB	50-18-20N	30-8-20N	30-8-20N	30-8-20N	30-8-20N	30-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	30-8-20H
コア採取箇所(候補)	金熊寺A01橋台で、同じラフト、縦桁を採取する。	高強度のため採取しない。(プレヒーム桁添接部)	P35-P36 プレヒーム桁床版	P35-P36 プレヒーム桁	P42-P43 PCプレテンT桁横桁	P41-P42 PCプレテンT桁横桁	P66 橋脚躯体部	P67 橋脚躯体部	P68 橋脚躯体部	A2 橋台壁		
部材厚さ、鉄筋間隔(mm)		500 x 250 x 275	240 x 125 x 125	600 x 255 x 220	600 x 255 x 220	600 x 255 x 220	2000 x 150 x 125	2000 x 150 x 125	2000 x 150 x 125	2000 x 150 x 125	1500 x 250 x 250	
ひび割れパターン		全て幅0.2mm以下	幅0.35mm 亀甲状	全て幅0.2mm以下	幅0.5mm 横1方向	幅0.2mm以下	幅0.4mm 亀甲状	幅0.2mm以下	幅0.6mm 2方向			全て幅0.2mm以下
コア本数		3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	
単位置量試験												
中性化深さ測定												
塩分濃度測定												
圧縮強度												
静弾性係数測定試験												
引張強度試験												
若種判定												
骨材試験												
促進膨張試験												
配合推定												
乾燥収縮試験												
備考(前孔コア径)			75	75	100	75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75	健全部 75
備考(前孔コア長)			L=200	L=200	L=420	L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200	健全部 L=200
ひび割れ深さ測定(BS法)												

表4 - 3 . 製造プラント、コンクリート規格の組合せ

製造プラント名	24-8-20BB	30-8-8-20N	30-8-8-20H	40-8-8-20H	40-12-20H	50-8-8-20N	50-18-20N
a工場	緑	白	白	白	白	白	白
b工場	緑	白	白	白	白	白	白
c工場	緑	白	白	黄	黄	白	白
d工場	緑	白	白	白	白	白	白
e工場	緑	白	白	白	白	白	白
f工場	緑	黄	黄	黄	黄	黄	黄

表4 - 4 . 製造プラント、骨材の組合せ

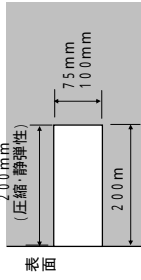
製造プラント名 骨材のパターン (全5種類)	下部工					上部工				
	細・A産(海砂) 粗・B産(砕砂)	細・C産(海砂) 粗・E産(砕砂)	細・C産(海砂) 粗・D産(砕砂)	細・H産(海砂) 粗・E産(砕砂)	細・C産(海砂) 粗・E産(砕砂)	細・F産(海砂) 粗・E産(砕砂)	細・C産(海砂) 粗・D産(砕砂)	細・H産(海砂) 粗・E産(砕砂)	細・C産(海砂) 粗・D産(砕砂)	細・F産(海砂) 粗・E産(砕砂)
a工場	緑	白	白	白	白	白	白	白	白	白
b工場	白	白	白	黄	白	白	白	白	白	白
c工場	白	白	白	白	黄	白	白	白	白	白
d工場	白	白	白	白	黄	白	白	白	白	白
e工場	白	白	白	白	白	白	白	白	白	白
f工場	白	白	白	黄	黄	黄	黄	黄	黄	黄

下部工のコア抜き

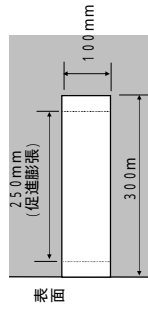
上部工のコア抜き

供試体の採取深さ

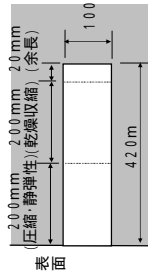
圧縮強度・静弾性係数・岩種判定・骨材試験 配合推定 (L = 200 mm)



促進膨張試験 (L = 300 mm)



圧縮強度・静弾性係数・乾燥収縮試験 (L = 420 mm)



全数試験 (L = 750 mm)

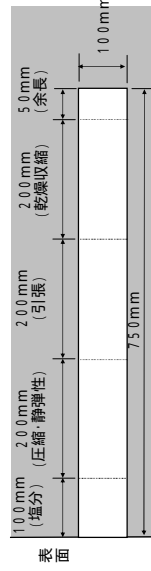


図4 - 2 . 供試体の採取深さ

4 - 1 - 1 . 圧縮強度と静弾性係数

表 4 - 5 . 圧縮強度と静弾性係数 試験結果(その1)

	金熊寺川高架橋			山中川東高架橋			山中川高架橋		
	下部工	上部工	下部工	上部工		下部工	上部工		
	細:A産(海砂) 細:B産(砕砂) 粗:B産	細:C産(海砂) 粗:D産	細:A産(海砂) 細:B産(砕砂) 粗:B産	細:C産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:C産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:C産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:A産(海砂) 細:B産(砕砂) 粗:B産	細:C産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:C産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産
製造プラント名	a工場	b工場	a工場	c工場	c工場	a工場	c工場	c工場	
コンクリート規格	24-8-20BB	40-12-20H	24-8-20BB	40-12-20H	40-12-20H	24-8-20BB	40-8-20H	40-8-20H	
コア採取箇所	A01 橋台 壁		P1 橋脚 柱	A1-P1 PCボス騰箱桁 主桁	P2-P3 PCボス騰箱桁 主桁		P11-P12 PCボス騰箱桁 主桁	P11-P12 PCボス騰箱桁 横桁	
部材厚さ、鉄筋間隔 (mm)	1900×250×250		2000×150×125	400×250×125	400×250×125		400×250×125	2000×250×125	
ひび割れパターン	幅0.4mm 縦1方向	全て幅0.2mm以下	全て幅0.2mm以下	全て幅0.2mm以下	幅0.8mm2方向	全て幅0.2mm以下	全て幅0.2mm以下	幅0.5mm2方向	
コア本数	3		3	3	3		3	3	
単位重量試験 (t/m ³)	2.31		2.25	2.21	2.25		2.17	2.20	
平均	2.28		2.26	2.23	2.26		2.19	2.22	
	2.29		2.22	2.24	2.24		2.20	2.19	
	2.29		2.24	2.23	2.25		2.19	2.20	
圧縮強度(N/mm ²)	36.0		37.5	64.5	59.1		52.9	69.0	
	39.9		37.5	60.8	68.0		56.0	69.1	
	41.8		37.4	63.6	61.5		59.2	69.9	
設計基準強度を上回っ ているか?	OK		OK	OK	OK		OK	OK	
A:静弾性係数測定試験 (kN/mm ²)	26.6		24.3	27.4	27.4		26.4	26.8	
	25.0		25.0	30.0	29.3		24.6	28.3	
	27.9		24.6	30.5	26.5		25.4	27.0	
健全度診断マニュアルに 基づいた静弾性係数の 標準値か?	OK		OK	標準値無し	標準値無し		標準値無し	標準値無し	
B:コンクリート標準示方 書より算出した圧縮強度 に相当する静弾性係数 (kN/mm ²)	29.8		30.3	35.9	34.8		33.6	36.8	
	31.0		30.5	35.2	36.6		34.2	36.8	
	31.5		30.2	35.7	35.3		34.8	37.0	
A/B:静弾性係数比 (%)	89.3%		80.3%	76.3%	78.7%		78.6%	72.8%	
	80.7%		82.0%	85.3%	80.1%		71.9%	76.9%	
	88.5%		81.4%	85.4%	75.1%		72.9%	73.0%	
備考(削孔コア径)	100		健全部 75	健全部 75	75		健全部 75	75	
備考(削孔コア長)	L=750		健全部 L=200	健全部 L=200	L=200		健全部 L=200	L=200	

下部工のコア抜き
上部工のコア抜き

表4 - 6 . 圧縮強度と静弾性係数 試験結果(その2)

	自然田高架橋						
	下部工				上部工		
	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 粗: D産	細: C産(海砂) 粗: D産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産
製造プラント名	d工場	d工場	b工場	b工場	d工場	d工場	d工場
コンクリート規格	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	50-8-20N	30-8-20N	30-8-20N
コア採取箇所	P21 橋脚 躯体部	P23 橋脚 躯体部	P31 橋脚 躯体部	P32 橋脚 躯体部	高強度のため採取 しない。(プレビーム 桁添接部)	P14-P15 プレテンT桁 横桁	P15-P16 プレテンT桁 横桁
部材厚さ、鉄筋間隔 (mm)	2000×150×125	2000×150×125	2000×150×125	2000×150×125		600×240×215	600×240×215
ひび割れパターン	全て幅0.2mm以下	幅0.4mm2方向	幅0.3mm 2方向	全て幅0.2mm以下		幅0.3mm 縦方向	全て幅0.2mm以下
コア本数	3	3	3	3		3	3
単位重量試験 (t/m ³)	2.26	2.22	2.23	2.21		2.17	2.19
	2.27	2.24	2.26	2.23		2.19	2.19
	2.25	2.27	2.21	2.25		2.20	2.19
平均	2.26	2.24	2.23	2.23		2.19	2.19
圧縮強度(N/mm ²)	37.4	39.2	37.2	31.9		45.3	46.2
	37.3	41.3	36.1	32.1		48.5	46.0
	37.7	38.2	39.7	36.7		49.3	45.3
設計基準強度を上回っ ているか?	OK	OK	OK	OK		OK	OK
A: 静弾性係数測定試 験 (kN/mm ²)	18.9	21.5	22.1	18.7		21.6	22.6
	23.0	25.7	26.2	19.5		20.8	21.4
	21.2	22.5	23.4	20.5		20.8	22.0
健全度診断マニュアルに 基づいた静弾性係数の 標準値か?	18.9のみ標準 値でない。	OK	OK	OK		OK	OK
B: コンクリート標準示方 書より算出した圧縮強度 に相当する静弾性係数 (kN/mm ²)	30.2	30.8	30.2	28.6		32.1	32.2
	30.2	31.3	29.8	28.6		32.7	32.2
	30.3	30.5	30.9	30.0		32.9	32.1
A/B: 静弾性係数比 (%)	62.5%	69.9%	73.3%	65.5%		67.4%	70.1%
	76.2%	82.2%	87.8%	68.1%		63.6%	66.5%
	69.9%	73.9%	75.7%	68.3%		63.3%	68.6%
備考(削孔コア径)	健全部 75	75	75	健全部 75		100	健全部 100
備考(削孔コア長)	健全部 L=200	L=200	L=200	健全部 L=200		L=420	健全部 L=200

下部工のコア抜き
 上部工のコア抜き

表4 - 7 . 圧縮強度と静弾性係数 試験結果(その3)

	菟砥川高架橋							
	下部工	上部工						
	細:A産(海砂) 細:B産(砕砂) 粗:B産	細:F産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:G産	細:F産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:G産	細:F産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:G産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産
製造プラント名	a工場	e工場	e工場	e工場	i工場	i工場	i工場	i工場
コンクリート規格	24-8-20BB	50-18-20N	30-8-20N	30-8-20N	50-18-20N	30-8-20N	30-8-20N	40-8-20H
コア採取箇所	金熊寺A01橋台で、 同じプラント・規格を 採取する。	高強度のため採取 しない。(プレビーム 桁添接部)	P35-P36 プレビーム桁 横桁	P35-P36 プレビーム桁 床版	高強度のため採取 しない。(プレビーム 桁添接部)	P41-P42 PCプレテント桁 横桁	P42-P43 PCプレテント桁 横桁	
部材厚さ、鉄筋間隔 (mm)			500×250×275	240×125×125		600×255×220	600×255×220	
ひび割れパターン			全て幅0.2mm以下	幅0.35mm 亀甲状		全て幅0.2mm以下	幅0.5mm 横1方向	全て幅0.2mm以下
コア本数			3	3		3	3	
単位重量試験 (t/m ³)			2.24	2.26		2.24	2.24	
平均			2.24	2.27		2.23	2.25	
			2.26	2.24		2.21	2.22	
			2.25	2.26		2.23	2.24	
圧縮強度(N/mm ²)			49.5	48.9		48.5	44.3	
			50.8	59.9		48.7	53.2	
			54.6	45.8		42.8	49.5	
設計基準強度を上回っ ているか?			OK	OK		OK	OK	
A: 静弾性係数測定試 験 (kN/mm ²)			23.5	23.9		23.0	22.4	
			25.3	28.5		24.9	22.3	
			26.6	24.1		24.3	22.5	
健全度診断マニュアルに 基づいた静弾性係数の 標準値か?			OK	OK		OK	OK	
B: コンクリート標準示方 書より算出した圧縮強度 に相当する静弾性係数 (kN/mm ²)			32.9	32.8		32.7	31.9	
			33.2	35.0		32.7	33.6	
			33.9	32.2		31.6	32.9	
A/B: 静弾性係数比 (%)			71.4%	72.9%		70.3%	70.3%	
			76.3%	81.5%		76.1%	66.3%	
			78.4%	74.9%		77.0%	68.4%	
備考(削孔コア径)			健全部 75	75		健全部 75	100	
備考(削孔コア長)			健全部 L=200	L=200		健全部 L=200	L=420	

下部工のコア抜き
上部工のコア抜き

表4 - 8 . 圧縮強度と静弾性係数 試験結果(その4)

	石田高架橋					コア総数
	下部工				上部工	
	細:C産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:C産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産	細:C産(海砂) 粗:D産	
製造プラント名	c工場	c工場	b工場	i工場	b工場	
コンクリート規格	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	30-8-20H	
コア採取箇所	P66 橋脚 躯体部	P67 橋脚 躯体部	P68 橋脚 躯体部	A2 橋台 豎壁		
部材厚さ、鉄筋間隔 (mm)	2000×150×125	2000×150×125	2000×150×125	1500×250×250		
ひび割れパターン	全て幅0.2mm以下	幅0.4mm 亀甲状	全て幅0.2mm以下	幅0.6mm 2方向	全て幅0.2mm以下	
コア本数	3	3	3	6		63
単位重量試験 (t/m ³)	2.20	2.24	2.22	2.27		
	2.24	2.25	2.23	2.22		
	2.27	2.28	2.24	2.26		
平均	2.24	2.26	2.23	2.25		
圧縮強度(N/mm ²)	39.0	38.9	35.5	35.0		
	32.4	40.8	34.8	34.6		
	36.3	35.9	40.8	35.2		
設計基準強度を上回っているか?	OK	OK	OK	OK		
A: 静弾性係数測定試験 (kN/mm ²)	20.7	25.0	20.1	21.0		
	21.3	24.8	18.6	21.7		
	19.4	21.0	23.0	22.8		
健全度診断マニュアルに基づいた静弾性係数の標準値か?	19.4のみ標準値でない。	OK	OK	OK		
B: コンクリート標準示方書より算出した圧縮強度に相当する静弾性係数(kN/mm ²)	30.7	30.7	29.7	29.5		
	28.7	31.2	29.4	29.4		
	29.9	29.8	31.2	29.6		
A/B: 静弾性係数比(%)	67.4%	81.5%	67.8%	71.2%		
	74.2%	79.6%	63.2%	73.9%		
	64.9%	70.5%	73.8%	77.1%		
備考(削孔コア径)	健全部 75	採取済み 75	健全部 75	全種試験 100		
備考(削孔コア長)	健全部 L=200	採取済み L=200	健全部 L=200	全種試験 L=300(促進試験) L=750(全数試験)		

下部工のコア抜き
 上部工のコア抜き

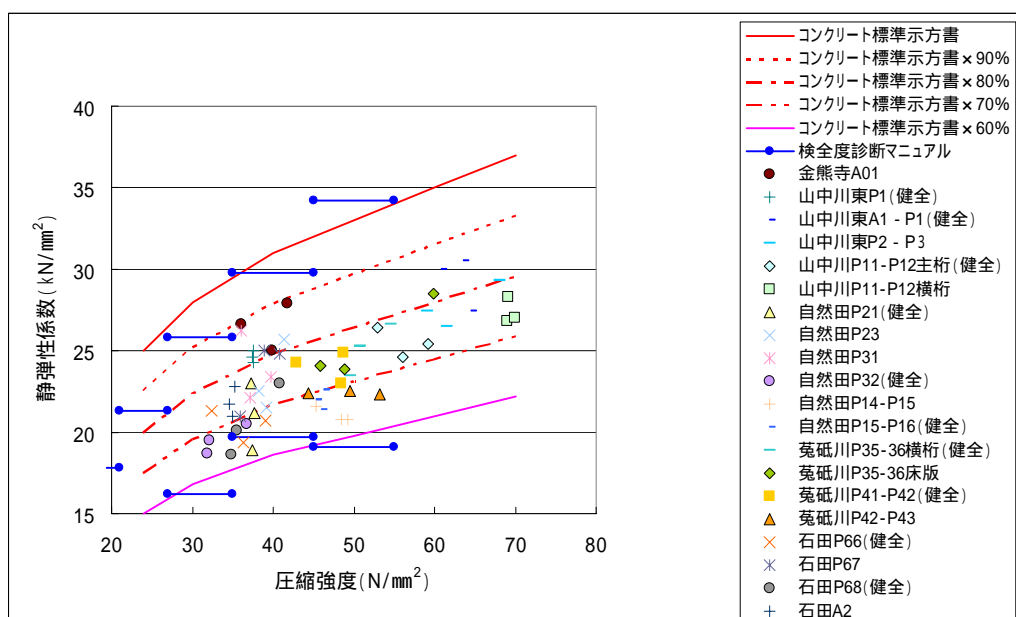


図4 - 3 . 圧縮強度と静弾性係数の相関(全データ)

図4 - 3は、圧縮強度とヤング係数(静弾性係数)の相関を示している。これによると、ヤング係数はコンクリート標準示方書の標準値に対し60%~90%の値に留まっている。また、「非破壊試験を用いたコンクリート構造物の健全度診断マニュアル」の標準値に対しては、概ね範囲内にあるものの下限値寄りである。

以上より、コア削孔の影響は多少あると考えられるが、強度に応じたヤング係数が十分に発現しているとは言い難い状況である。

2007年制定 コンクリート標準示方書[設計編:本編] 表 5.2.1 コンクリートのヤング係数(抜粋)

f_{ck} (N/mm ²)	24	30	40	50	60	70
E_c (kN/mm ²) 普通コンクリート	25	28	31	33	35	37

非破壊試験を用いたコンクリート構造物の健全度診断マニュアル

表解 4.7 静弾性係数の標準値

コア圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数の標準値 (kN/mm ²)
15以上21未満	8.4 ~ 17.8
21以上27未満	13.1 ~ 21.3
27以上35未満	16.2 ~ 25.8
35以上45未満	19.7 ~ 29.8
45以上55未満	19.1 ~ 34.2

図4 - 4 . ヤング係数の標準値

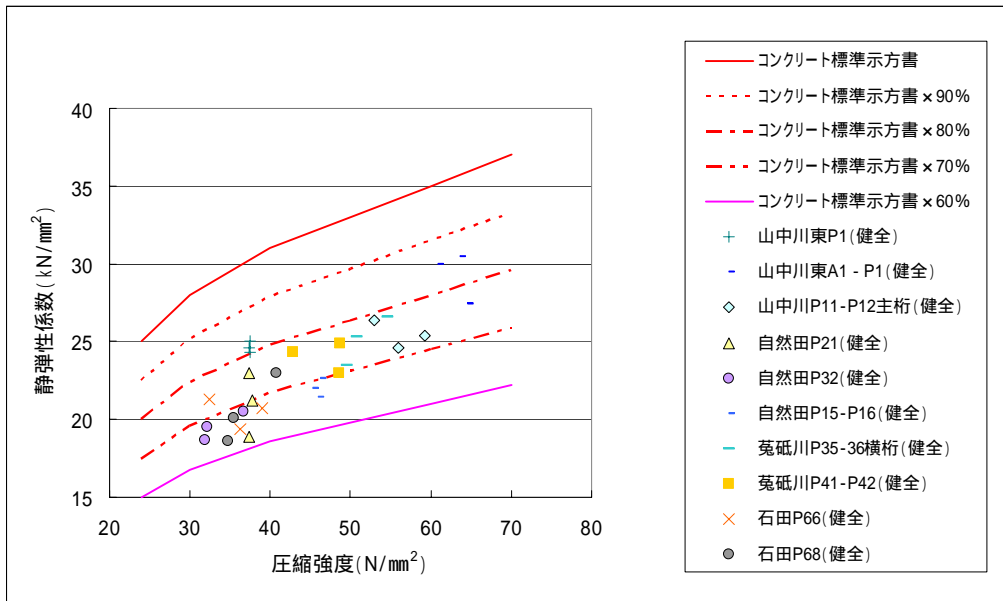


図4 - 5 . 圧縮強度と静弾性係数の相関(健全部データ)

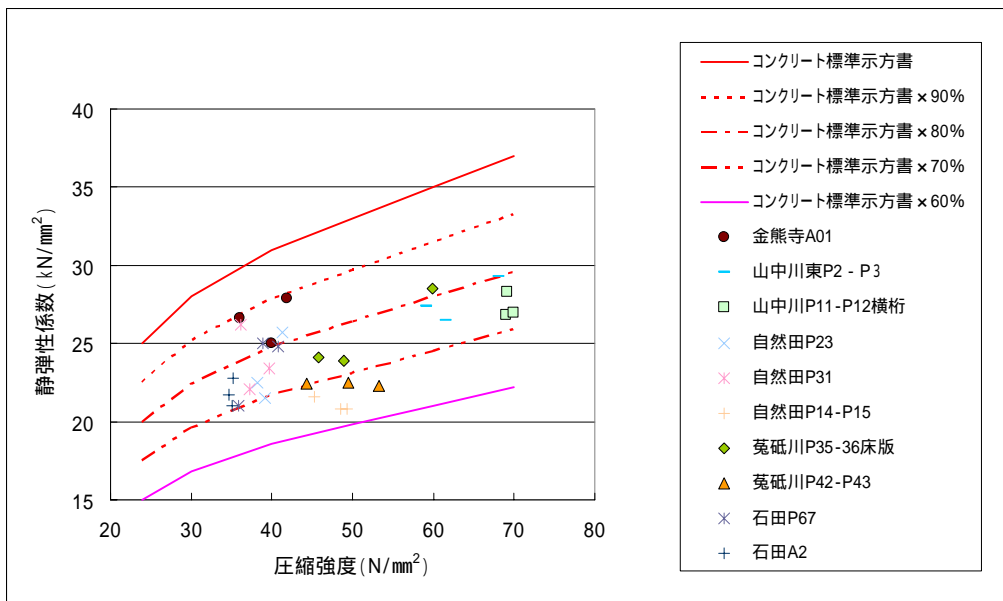


図4 - 6 . 圧縮強度と静弾性係数の相関(変状部データ)

図4 - 5は健全部、図4 - 6は変状部から採取したデータの分布を示す。これらによると、コンクリートが損傷を受けているか否かは、ヤング係数の発現にあまり影響していないように見受けられる。

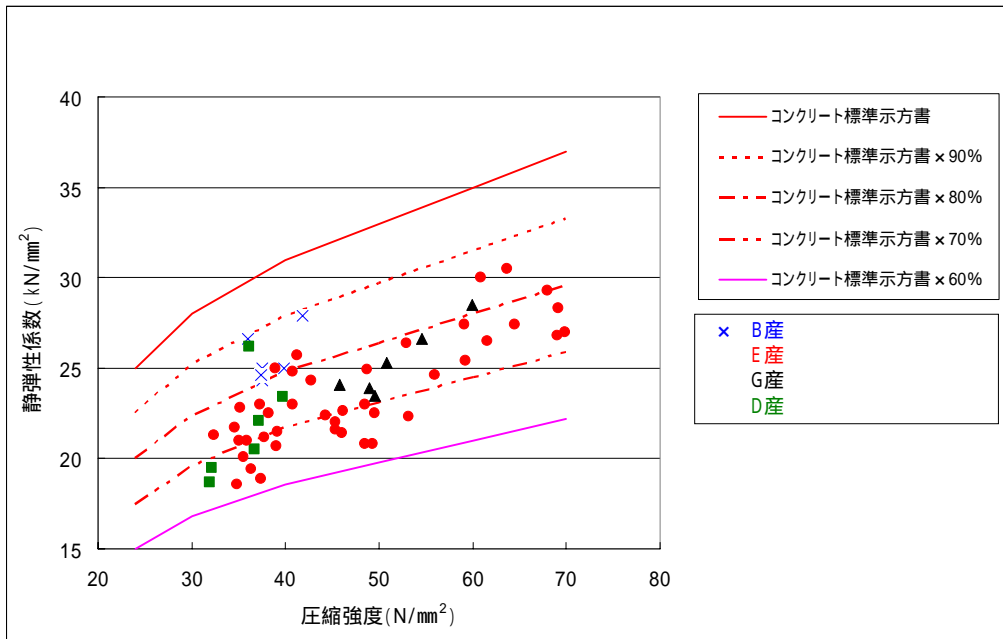


図4 - 7 . 圧縮強度と静弾性係数の相関(粗骨材産地別)

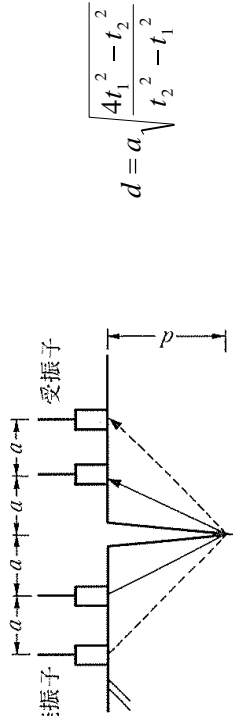
図4 - 7は粗骨材の産地別の分布を示す。B産(×)以外のデータは、コンクリート標準示方書に示される標準値の80%を上回ることは殆どなく、70%を中心とした分布であることが分かる。

4-1-2-2. ひび割れ深さ

損傷部より代表的なひび割れを1本選定し、BS法によりひび割れ深さを求めた。

ひび割れは概ね、鉄筋位置まで到達していると推定され、上部工で100mm、下部工で200mmを越える推定値も得られた。ただし、貫通ひび割れは発生していなかった。

BS法：ひび割れを挟んで、異なる二つの発受両振動子間の距離で測定した超音波の伝搬時間をそれぞれ求め、次式よりひび割れ深さd(mm)を算定する。



出展：コンクリート診断技術'05（(社)日本コンクリート工学協会）

	金熊寺川高架橋		山中川高架橋		自然田高架橋	
	下部工	上部工	下部工	上部工	下部工	上部工
ひび割れ位置	幅0.4m 縦15m	幅0.2mm以下 全て幅0.2mm以下	幅0.2mm以下 全て幅0.2mm以下	幅0.5m×2方向 全て幅0.2mm以下	幅0.3mm 2方向 全て幅0.2mm以下	幅0.3mm 縦方向 全て幅0.2mm以下
ひび割れ深さ測定 (BS法)	○	○	○	○	○	○
測定箇所ひび割れ幅	0.4mm~0.3mm			0.2mm	0.1mm~0.2mm	0.1mm
かぶり深さ(※)	75mm~90mm (125mm)			85mm~90mm (35mm)	70mm~95mm (150mm)	測定値なし (35mm)
ひび割れ深さ(mm) NO.1	67.0			35.8	85.5	113.2
NO.2	178.4			42.3	62.3	58.7
NO.3	97.1			61.5	224.4	52.4
平均	114.1			56.0	124.1	74.8

	栗畑川高架橋		石田高架橋	
	下部工	上部工	下部工	上部工
ひび割れ位置	幅0.3mm 縦15m	幅0.3mm 縦15m	幅0.4m 縦15m	幅0.6mm 縦2方向 全て幅0.2mm以下
ひび割れ深さ測定 (BS法)	○	○	○	○
測定箇所ひび割れ幅	0.5mm	0.1mm~0.5mm	0.2mm~0.3mm	0.6mm
かぶり深さ(※)	40mm~60mm (85mm)	測定値なし (35mm)	75mm~100mm (125mm)	85mm~105mm (125mm)
ひび割れ深さ(mm) NO.1	42.8	106.6	91.4	221.0
NO.2	81.3	101.3	123.6	89.9
NO.3	111.3	66.3	72.3	123.5
平均	78.5	91.4	95.8	144.8

図4-8. ひび割れ深さ

4 - 1 - 3 . 中性化試験、塩分濃度測定

表 4 - 9 . 中性化試験、塩分濃度測定結果

	石田高架橋			
	下部工			
	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産
製造プラント名	c工場	c工場	b工場	f工場
コンクリート規格	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB
コア採取箇所	P66 橋脚 躯体部	P67 橋脚 躯体部	P68 橋脚 躯体部	A2 橋台 豎壁
部材厚さ、鉄筋間隔 (mm)	2000 × 150 × 125	2000 × 150 × 125	2000 × 150 × 125	1500 × 250 × 250
ひび割れパターン	全て幅0.2mm以下	幅0.4mm 亀甲状	全て幅0.2mm以下	幅0.6mm 2方向
コア本数	3	3	3	6
中性化深さ (mm)	NO.1	平均値	12.9	
		最大値	14.0	
	NO.2	平均値	14.3	
		最大値	18.5	
	NO.3	平均値	9.6	
		最大値	19.0	
主筋のかぶり厚さ (mm)			125.0	
中性化深さの予測 値 (mm)			4.3	
中性化残り 10mm以上か?			OK	
予測値に対する比 率 (%)	NO.1	平均値	300%	
		最大値	326%	
	NO.2	平均値	333%	
		最大値	430%	
	NO.3	平均値	223%	
		最大値	442%	
平均値に対する平均 (%)			285.3%	
塩分濃度測定			0.14kg/m ³	

石田高架橋の下部工（A2 橋台豎壁）より採取したコアを用いて、中性化試験と塩分濃度測定を行った。

中性化については、中性化残り(かぶり - 中性化深さ)が全て 10 mm以上であり、中性化による鋼材腐食の可能性はないことが分かった。また、塩分濃度も腐食発錆限界濃度 1.2kg/m³ に対し 0.14 kg/m³ と小さく、塩害の可能性はないと判断された。

中性化深さの予測値について

2007 年制定 コンクリート標準示方書 [設計編:本編]

8.3.6 中性化に伴う鋼材腐食に対する照査 より

$$y_d = c_b \cdot d \cdot t$$

y_d : 中性化深さの設計値

c_b : y_d のばらつきを考慮した安全係数 $c_b = 1.15$ (一般)

t : 材齢 (年) $t = 8.75$ 年 (H22 年 6 月時点)

d : 中性化速度係数の設計値 (mm/ 年)

$$d = k \cdot e \cdot c$$

e : 環境作用の程度を表す係数 $e = 1.0$ (乾燥しにくい環境)

c : コンクリートの材料係数 $c = 1.0$ (一般部)

k : 中性化速度係数の特性値 (mm/ 年)

$$k = -3.57 + 9.0W/B$$

W/B : 有効水結合材比

W : 単位体積あたりの水の質量 $W = 165\text{kg}$

B : 単位体積あたりの有効結合材の質量

$$B = C_p + \quad \cdot Ad$$

C_p : 単位体積あたりのポルトランドセメントの質量 $C_p = 306\text{kg}$

: 混和材の種類により定まる定数 $= 0.7$

Ad : 単位体積あたりの混和材の質量 $Ad = 3.24\text{kg}$

$$B = 306 + 0.7 \times 3.2 = 308.3 \text{ (kg)}$$

$$k = -3.57 + 9.0 \times 165/308.3 = 1.247 \text{ (mm/ 年)}$$

$$d = 1.247 \times 1.0 \times 1.0 = 1.25 \text{ (mm/ 年)}$$

$$y_d = 1.15 \times 1.25 \times 8.75 = 4.3 \text{ (mm)}$$

4 - 1 - 4 . 圧縮強度と引張強度

表4 - 10 . 圧縮強度、引張強度の試験結果

	金熊寺川高架橋	石田高架橋
	下部工	下部工
	細:A産(海砂) 細:B産(砕砂) 粗:B産	細:H産(海砂) 細:E産(砕砂) 粗:E産
製造プラント名	a工場	i工場
コンクリート規格	24-8-20BB	24-8-20BB
コア採取箇所	A01 橋台 縦壁	A2 橋台 縦壁
部材厚さ、鉄筋間隔 (mm)	1900×250×250	1500×250×250
ひび割れパターン	幅0.4mm 縦1方向	幅0.6mm 2方向
コア本数	3	6
圧縮強度(N/mm ²)	36.0	35.0
	39.9	34.6
	41.8	35.2
設計基準強度を上 回っているか?	OK	OK
A:引張強度 (N/mm ²)	2.66	2.23
	2.34	2.43
	3.40	2.28
設計基準強度に対 する引張強度	1.91	1.91
B:コンクリート標準示 方書より算出した圧 縮強度に相当する引 張強度(N/mm ²) $0.23f_{ck}^{2/3}$	2.51	2.46
	2.69	2.44
	2.77	2.47
設計基準強度に対 する引張強度を上 回っているか。	OK	OK
A/B:引張強度比 (%)	106.1%	90.6%
	87.1%	99.5%
	122.7%	92.3%
平均(%)	105.3%	94.1%
備考(削孔コア径)	100	全種試験 100
備考(削孔コア長)	L=750	全種試験 L=300(促進膨張) L=750(全数試験)

金熊寺川高架橋の下部工(A01 橋台縦壁) 石田高架橋の下部工(A2 橋台縦壁)より採取したコアを用いて、圧縮強度と引張強度の相関を調べた。

引張強度は、2007年制定 コンクリート標準示方書[設計編:本編] 5.2.1 強度 に基づく特性値($0.23 f'_{ck}{}^{2/3} = 1.91\text{N/mm}^2$)を全て上回った。一方、 f_{ck} を実際の圧縮強度とした場合、引張強度の計算値に対する発現強度は金熊寺川高架橋で105%、石田高架橋で94%となり多少のばらつきは認められたが、比較的良好な相関を示した。

4 - 1 - 5 . 岩種判定と配合推定

表 4 - 1 - 11 . 岩種判定、配合推定の試験結果(その1)

	自然田高架橋											
	金熊寺川高架橋				山中川東高架橋				上部工			
	下部工		上部工		下部工		上部工		下部工		上部工	
製造プラント名	a工場	c工場	c工場	d工場	d工場	d工場	b工場	b工場	b工場	d工場	d工場	d工場
コンクリート規格	24-8-20BB	40-12-20H	40-12-20H	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	50-8-20N	30-8-20N	30-8-20N
コア採取箇所	A01 橋台 壁	A1-P1 PCボスチン箱桁 主桁	P2-P3 PCボスチン箱桁 主桁	P21 橋脚 躯体部	P23 橋脚 躯体部	P31 橋脚 躯体部	P32 橋脚 躯体部	P14-P15 プレテンT桁 横桁	P14-P15 プレテンT桁 横桁	高強度のため採取 しない、(プレヒーム 桁添接部)	P15-P16 プレテンT桁 横桁	
部材厚さ、鉄筋間隔 (mm)	1900 x 250 x 250	400 x 250 x 125	400 x 250 x 125	2000 x 150 x 125	2000 x 150 x 125	2000 x 150 x 125	2000 x 150 x 125	2000 x 240 x 215	600 x 240 x 215		600 x 240 x 215	600 x 240 x 215
ひび割れパターン	幅0.4mm 縦方向	幅0.2mm以下	幅0.8mm2方向	幅0.4mm2方向	幅0.4mm2方向	幅0.3mm 2方向	幅0.3mm 2方向	幅0.3mm 縦方向	幅0.3mm 縦方向		幅0.2mm以下	幅0.2mm以下
コア本数	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
砂岩 (%)	11.0		59.0	99.0	100.0						97.0	
流紋岩溶結凝灰岩 (%)	89.0		0.0	0.0	0.0						0.0	
頁岩 (%)	0.0		16.0	1.0	0.0						3.0	
礫岩 (%)	0.0		25.0	0.0	0.0						0.0	
流紋岩 (%)	0.0		0.0	0.0	0.0						0.0	
チャート (%)	0.0		0.0	0.0	0.0						0.0	
岩種判定	ASR反応無し		ASR反応無し (反応△あり)	ASR反応無し	ASR反応無し	ASR反応無し	ASR反応無し				ASR反応無し	
骨材試験	無害		有害	無害	無害	無害	無害	無害	無害		無害	
配合推定 (600 igibcs法 による水セメント比%)	57.2%		42.8%	67.0%	65.6%						47.6%	
配合報告書上の水セメント 比	54.0%		40.0%	54.0%	54.0%						49.0%	

表4-12. 岩種判定、配合推定の試験結果(その2)

	菟砥川高架橋						石田高架橋					
	上部工						下部工					
	細: F産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: G産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: C産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産	細: H産(海砂) 細: E産(砕砂) 粗: E産
製造プラント名	e工場	e工場	e工場	i工場	i工場	i工場	c工場	c工場	c工場	b工場	i工場	
コンクリート規格	50-18-20N	30-8-20N	30-8-20N	50-18-20N	30-8-20N	30-8-20N	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	24-8-20BB	
コア採取箇所	高強度のため採取 ひなし(プレヒーム 桁添接部)	P35-P36 プレヒーム桁 床版	P35-P36 プレヒーム桁 床版	高強度のため採取 ひなし(プレヒーム 桁添接部)	P41-P42 PCプレテナI桁 横桁	P42-P43 PCプレテナI桁 横桁	P66 橋脚 躯体部	P67 橋脚 躯体部	P68 橋脚 躯体部	A2 橋台 整壁		
部材厚さ、鉄筋間隔 (mm)		500 x 250 x 275 全て幅0.2mm以下	240 x 125 x 125 幅0.35mm 亀甲状		600 x 255 x 220 全て幅0.2mm以下	600 x 255 x 220 幅0.5mm 横1方向 幅0.2mm以下	2000 x 150 x 125 全て幅0.2mm以下	2000 x 150 x 125 幅0.4mm 亀甲状 幅0.2mm以下	2000 x 150 x 125 幅0.2mm以下	2000 x 150 x 125 幅0.2mm以下	1500 x 250 x 250	
コア本数	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	
砂岩(%)		95.0			69.0						64.0	
流紋岩溶結凝灰岩 (%)		0.0			0.0						12.0	
頁岩(%)		5.0			5.0						12.0	
礫岩(%)		0.0			10.0						4.0	
流紋岩(%)		0.0			0.0						3.0	
チャート(%)		0.0			0.0						3.0	
岩種判定		ASR反応無し	ASR反応無し		ASR反応無し (反応リムあり)						ASR反応無し	
骨材試験		無害	無害		有害	有害				無害	有害	
配合推定(600 igloss法 による水セメント比%)		50.2%			47.9%						57.8%	
配合報告書上の水セメント 比		49.0%			49.0%						54.0%	

- ・ 金熊寺川高架橋の下部工 (A01 橋台豎壁)
- ・ 山中川東高架橋の上部工 (P2 ~ P3 径間主桁)
- ・ 自然田高架橋の下部工 (P21、P23、P31、P32 各橋脚の躯体)
- ・ 上部工 (P14 ~ P15 径間横桁)
- ・ 菟砥川高架橋の上部工
- ・ (P35 ~ P36 径間の横桁 と床版、P41 ~ P42 径間横桁、P42 ~ P43 径間横桁)
- ・ 石田高架橋の下部工 (P67 橋脚躯体、A2 橋台豎壁)

より採取したコアを用いて、岩種判定と骨材試験、配合推定を行った(は骨材試験のみ)。

・ 岩種判定は、金熊寺川高架橋の下部工より採取したコアのみ、流紋岩溶結凝灰岩(粗骨材はB産)を主体とし、その他は全て砂岩を主体とした。それ以外の岩種では、頁岩、礫岩の混入率の高いものがあった。

・ 岩種判定では、全てのコアで ASR 反応無しとなったが、山中川東高架橋(上部工)、菟砥川高架橋(上部工)のコアで僅かに反応リムが見られた。

・ 骨材試験では、山中川東高架橋(上部工)、菟砥川高架橋(上部工)、石田高架橋(下部工)のコアより採取した骨材が、化学法で ASR に対し有害と判定された。

・ 試験方法: JIS A 1145「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(化学法)」

判定方法: $Sc \geq 10\text{mmol/L}$ かつ $Rc < 700\text{mmol/L}$ のとき $Sc \geq Rc$ を有害とし、それ以外を無害とする。

サンプル No	アルカリ濃度減少量 Rc (mmol/L)			溶解シリカ量 Sc (mmol/L) (吸光度法)				判定
	V_2 (ml)	Rc	平均値	吸光度	A (mg/L)	Sc	平均値	
A-1	17.70	98	95	0.252	4.34	155	156	有害
A-2	17.80	93		0.252	4.33	154		
A-3	17.80	93		0.258	4.43	158		
F=1.002		$V_3=19.65$		n=50				
$Rc = \frac{20 \times 0.05 \times F}{20} \times (V_3 - V_2) \times 1000$				$Sc = 20 \times n \times A \times \frac{1}{28.09}$				


図4 - 9 . 山中川東高架橋 上部工コアより採取した骨材の化学法試験結果

・ 配合推定では、自然田高架橋の下部工から採取されたコアの水セメント比が 65.6 ~ 67.0% となり、配合設計上の 54.0%より高かった。その他のコアは全て、配合設計と近い値を示した。

4 - 1 - 6 . ASR に関する試験

(1) 施工時の品質証明

各橋梁では使用するコンクリートの材料承諾において、化学法、またはモルタルバー法による試験報告書を提出している。山中川東高架橋における化学法の試験結果を図4 - 10 に、モルタルバー法の試験結果を図4 - 11に示す。



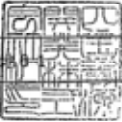
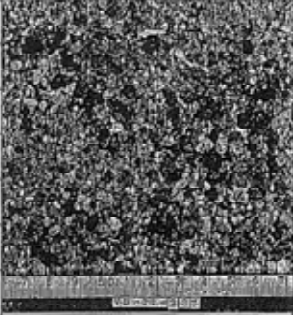
骨材のアルカリシリカ反応性試験 (化学法) 報告書

試験番号 VD - 02 - 237

受 付 平成14年 8 月13日

報 告 平成14年 9 月17日

財団法人 日本建築学会 試験所
所 長 工学博士 永山 勝

依頼者	会社名						
	所在地						
試験年月日	平成14年 9 月10日						
* 種 別	種 別	沸 砂					
	産 地						
採 取 場 所	採取場所	同 上					
	採取日	平成14年 8 月12日					
	採取者						
工 事 名	工事名	-----					
	備 考	製品からその均一性を損なわないように採取したものを搬入 (質量: 約2.4kg) .					
試験方法	JIS A 1145-2001 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法 (化学法) により行った。						
試験結果	試験項目	定 量 値 (単位: mmol/l)				判 定	
		1	2	3	平均値		
	溶解シリカ量 (Sc)	33	33	33	33	無 害	
アルカリ濃度減少量 (Rc)	36	35	35	35			
溶解シリカ量の定量は、原子吸光光度法によった。							
担 当	材料部 材料試験室			技術管理者			
	試験責任者 主査 松浪 良夫 試験担当者 吉田 夏樹			材料部 材料試験室 室長 博士(工学) 永山 勝			

*: 依頼者の提出資料による。

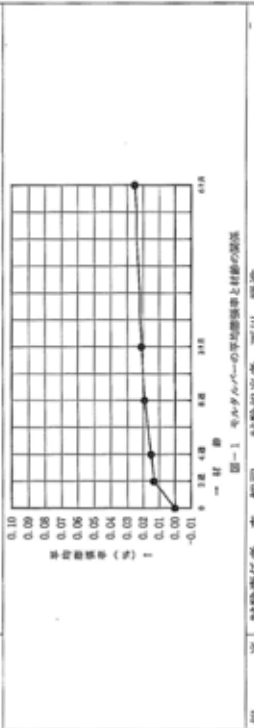
図4 - 10 . 山中川東高架橋 材料承諾時の試験結果 (化学法)

副 1) 骨材のアルカリシリカ反応性試験結果報告書

試験番号 IE-02-9028
 受付日 平成14年5月9日
 報告日 平成14年5月5日
 財団法人 日本建築研究所
 所長 工学博士 西川 勝浩
 技術管理者 加古川試験室長 中谷 麟

供試体番号 [赤石2005] からその均一性を損なわないよう40kgを採取し、四分法によって縮分したものを用いた。
 試験方法 JIS A 1146 「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法 (モルタルバー法)」により試験を行った。なお、試験には、 $K_2O=0.52\%$ 、 $Na_2O=0.28\%$ 、全アルカリ $Na_2O_{eq}=0.62\%$ の(社)セメント協会製普通ポルトランドセメントを用いた。
 貯蔵方法 湿度95%以上を確保した手袋は、取扱いによる影響とした。
 試験年月日 平成14年5月16日から平成14年11月19日

供試体番号	モルタルの材齢 (単位: %)					判定
	2週	4週	8週	3ヶ月	6ヶ月	
1	0.013	0.015	0.019	0.022	0.028	無害
2	0.013	0.015	0.018	0.019	0.023	
3	0.012	0.015	0.019	0.021	0.024	
平均膨張率	0.013	0.015	0.019	0.021	0.025	



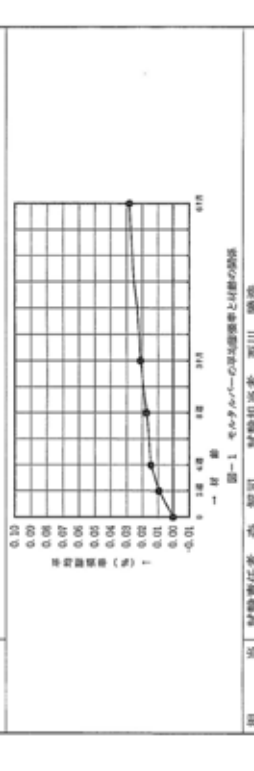
担当 試験責任者 森 智司、試験担当者 西川 勝浩
 ※: 依頼者提出の資料による。

副 1) 骨材のアルカリシリカ反応性試験結果報告書

試験番号 IE-01-9077
 受付日 平成13年5月13日
 報告日 平成14年5月14日
 財団法人 日本建築研究所
 所長 工学博士 西川 勝浩
 技術管理者 加古川試験室長 中谷 麟

供試体番号 [赤石2005] からその均一性を損なわないよう40kgを採取し、四分法によって縮分したものを用いた。
 試験方法 JIS A 1146 「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法 (モルタルバー法)」により試験を行った。なお、試験には、 $K_2O=0.52\%$ 、 $Na_2O=0.28\%$ 、全アルカリ $Na_2O_{eq}=0.62\%$ の(社)セメント協会製普通ポルトランドセメントを用いた。
 貯蔵方法 湿度95%以上を確保した手袋は、取扱いによる影響とした。
 試験年月日 平成13年11月15日から平成14年5月16日

供試体番号	モルタルの材齢 (単位: %)					判定
	2週	4週	8週	3ヶ月	6ヶ月	
1	0.009	0.013	0.015	0.020	0.028	無害
2	0.007	0.014	0.019	0.022	0.027	
3	0.011	0.015	0.017	0.022	0.028	
平均膨張率	0.009	0.014	0.017	0.021	0.028	



担当 試験責任者 森 智司、試験担当者 西川 勝浩
 ※: 依頼者提出の資料による。

図4 - 11. 山中川東高架橋 材料承諾時の試験結果 (モルタルバー法)

(2) 促進養生試験による残存膨張量

石田高架橋の下部工より採取したコアを用いて、JCI-DD2 法（アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法(案)）により残存膨張量を測定した。結果は以下に示すとおり、有害でない（残存膨張性なし）と判断された。

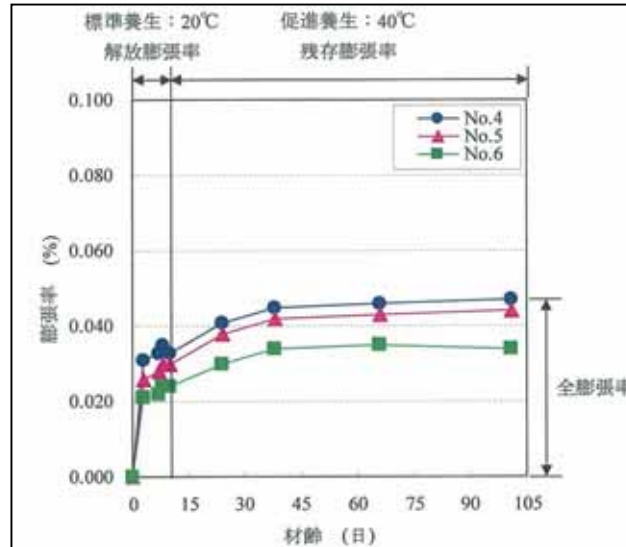


図4 - 12 . 膨張率の測定結果

表4 - 13 . 膨張率一覧

試料番号	全膨張率(%)				
	基長	14日	28日	56日	91日
No.4	0.033	0.041	0.045	0.046	0.047
No.5	0.030	0.038	0.042	0.043	0.044
No.6	0.024	0.030	0.034	0.035	0.034

・材齢 91 日(3 箇月)における全膨張率は No.4 が 0.047%、No.5 が 0.044%、No.6 が 0.034% である。

・いずれも、判定基準 の 0.05% を下回っている。

判定基準：13 週間養生して 0.05% 以上の膨張量を示すものを有害または、潜在的有害と判定する（建設省総合プロジェクト「コンクリートの耐久性技術の開発」）。

4 - 2 . ひび割れの画像診断

業務名：第二阪和国道橋梁調査検討業務（平成20年度）

発注者：浪速国道事務所

上記業務において、平成18年、平成21年に撮影された山中川東高架橋の2枚の画像（写真4-1、2）を比較し、ひび割れ長さの進展について調査を行った。

結果を以下に示す。総延長の比較では5%程度の進展が見られるが、撮影環境の相違による誤差の可能性も高く、実際にひび割れが成長しているかどうかは分からない。

表4 - 14 . 山中川東高架橋 外面ひび割れ長さの比較

部材名	ひび割れ長さ(mm)			
	ランク1** 0.2mm~0.5mm			
	平成18年2月*		平成21年*	
	下り(南側)	上り(北側)	下り(南側)	上り(北側)
張出床版	151	864	161	900
主桁側面	2105	2598	2130	2837
主桁下面	23776	20857	24369.8	22495.2
合計	26032	24319	26660.8	26232.2
上り・下り発生比率(%)	100	93.4	100	98.4
H18年・21年発生比率(%)	100		105	

部材名	ひび割れ長さ(mm)				ランク3 1.0mm以上
	ランク2*** 0.5~1.0mm				
	平成18年2月*		平成21年*		
	下り(南側)	上り(北側)	下り(南側)	上り(北側)	
張出床版	0	0	0	0	0
主桁側面	0	0	0	0	0
主桁下面	934	0	988	0	0
合計	934	0	988	0	0
上り・下り発生比率(%)	100	0	100	0	
H18年・21年発生比率(%)	100		106		

* :平成21年のひび割れ長さは、平成18年のひび割れ長さと同程度である。

** :ひび割れの長さ(ランク1)については、下り(南)側および上り(北)側の顕著な差異は認められない。

***:ひび割れの長さ(ランク2)については、下り(南)側に集中している。

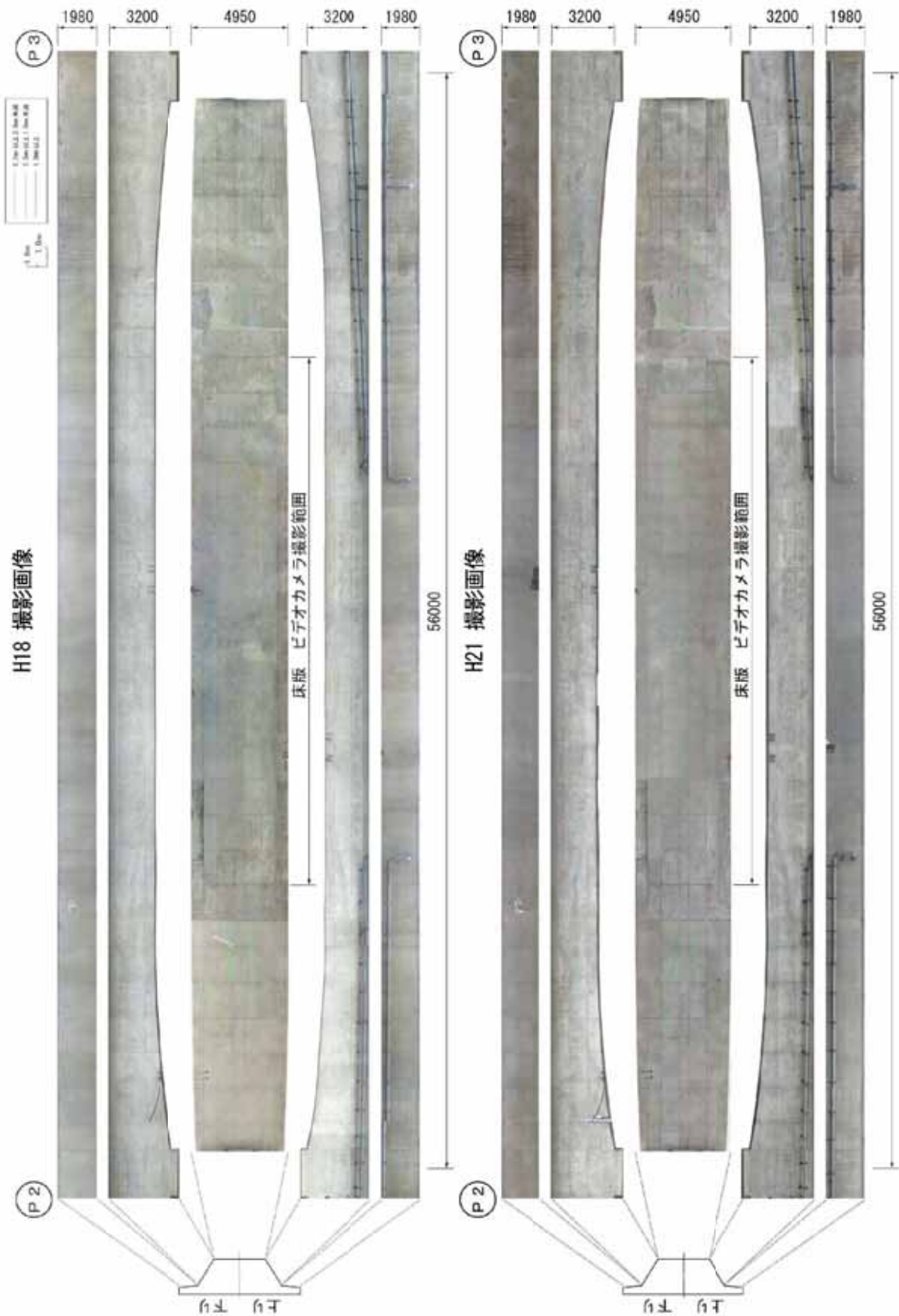


写真4-1. 山中川高架橋 外面ひび割れ画像

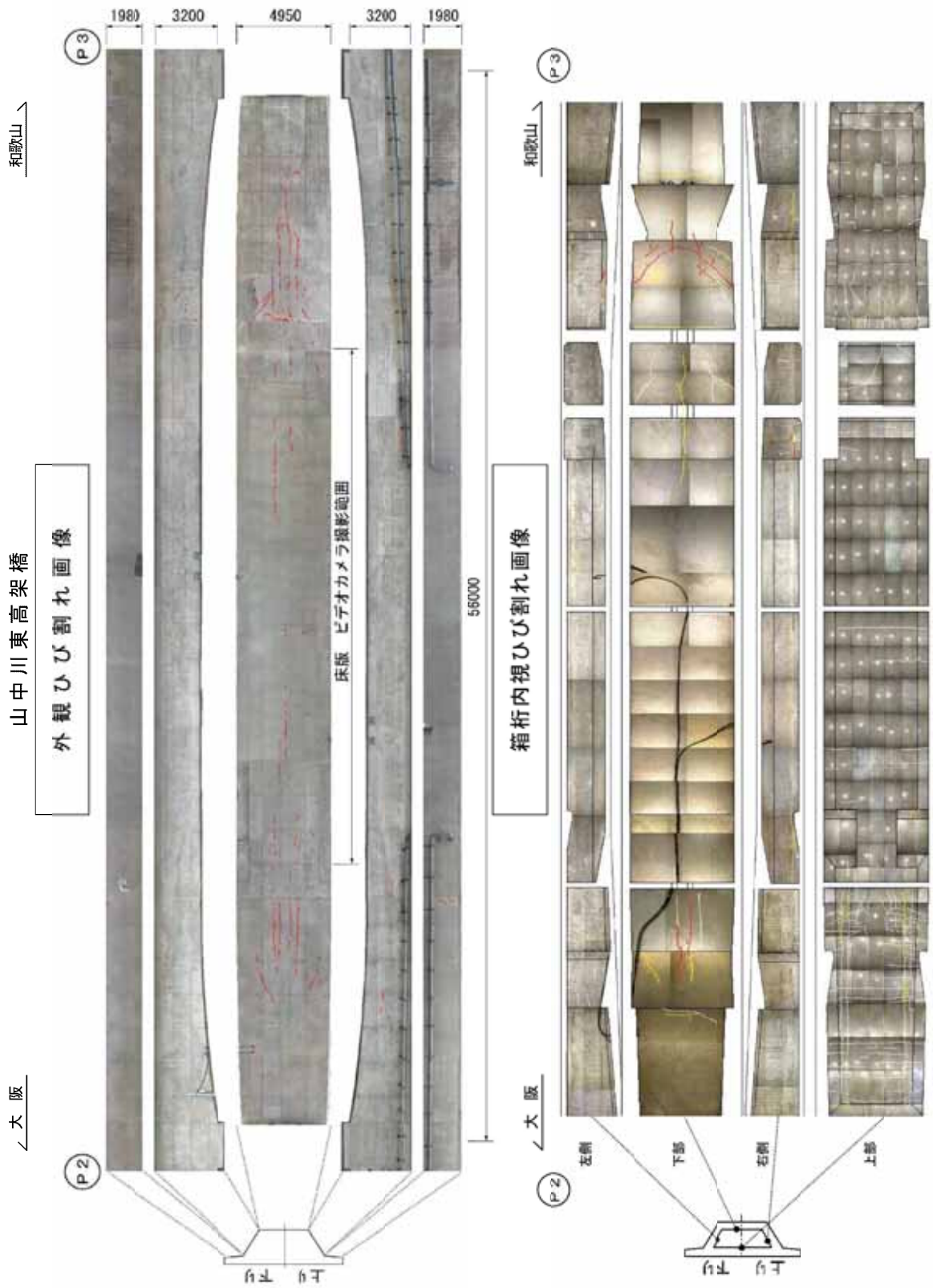


写真4 - 2 . 山中川東高架橋 外面と内面の画像比較

4 - 3 . 新しい収縮試験の提案

4 - 3 - 1 . 概要

第2回委員会において、綾野委員（岡山大学）から新しい収縮試験の提案があり、委員会で実施を決定した。

通常の収縮試験（モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法 JISA1129、セメントペースト、モルタルおよびコンクリートの自己収縮および自己膨張試験方法 JCI-SAS2-2）は、100 × 400 の供試体を作成し、乾燥収縮ひずみ及び自己収縮ひずみを測定する。この場合、前者は水中養生後の材齢7日目、後者は脱型直後を基準に、以降の長さ変化量を測定する。

完成済みの構造物における収縮量を推定する場合も、これまでは同一の材料を用いて供試体を作成し、試験を実施していた。同一材料の入手が容易な場合は問題がないが、そうでない場合には既設より採取したコアから骨材を分離して使用方法が一般的であった。コアを直接、収縮試験にかけることができれば、そうした労力を費やす必要がないが、そもそも完成から年月を経た構造物は乾燥等収縮が終了している、との考え方が一般的であり、国内で実施されたことはなかった。

これに対し綾野委員より、部材厚が50cm程度あると内部の乾燥収縮はほとんど進行しておらず、部材深部より採取したコアの収縮量は概ね、構造物が保有する収縮のポテンシャルと一致する、との意見があり、採取コアを用いた収縮試験を実施することになった。

コア表面は削孔時の水分を吸っており、採取した100のコアからさらに小さい径のコアを切り出す等の特別な配慮が必要だが、コアから骨材を分離する方法に比べ試験体の製作は容易で、構造物に使用されたコンクリートと同一という意味で試験の信頼性が高い。

試験結果を4 - 3 - 4に示すが、打設後7~8年を経ているにも関わらず、最終予想値で1,000 μ を超える収縮ひずみを示す供試体もあり、本試験の有効性が確認された。

4 - 3 - 2 . 試験手順

試験の手順を以下に示す。

コアの採取

内径100mmのコアドリルを用いて、試験体を採取



写真4 - 3 . コアの採取

成形(その1)

採取したコアの両端部を切断し、長さ160mmの試験体を採取
切断した両端部は、水分量の測定に使用



両端面を研磨し、成形完了後、直ちに余分な水分を拭き取る



写真4 - 4 . 成形(その1)

質量の測定

採取した試験体およびコア両端の切れ端の空気中での質量および水中での質量を測定する



コア両端の切れ端は、 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ の恒温乾燥炉で、一定質量になるまで乾燥させた後、質量を測定する

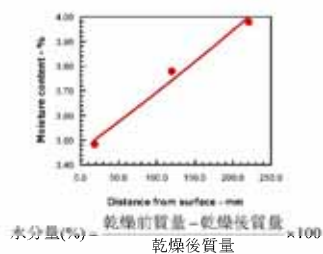


写真4 - 5 . 質量の測定

成形(その2)

採取したコア試験体の中心をさらに、直径80mmのコアドリルでコアを採取
余分な水分を直ちに拭き取り、空気中質量と水中質量を測定する



写真4 - 6 . 成形(その2)

コア採取後の保管方法

軽く湿らせたペーパータオルまたは固く絞った布で巻いた後、ラップフィルムで巻く



写真4 - 7 . コア採取後の保管方法

コンタクトゲージを取付け(その1)

円断面の中心を紙やすりで研磨し、アセトンを用いて脱脂した後、ゼリー状の瞬間接着剤でコンタクトゲージを貼り付ける

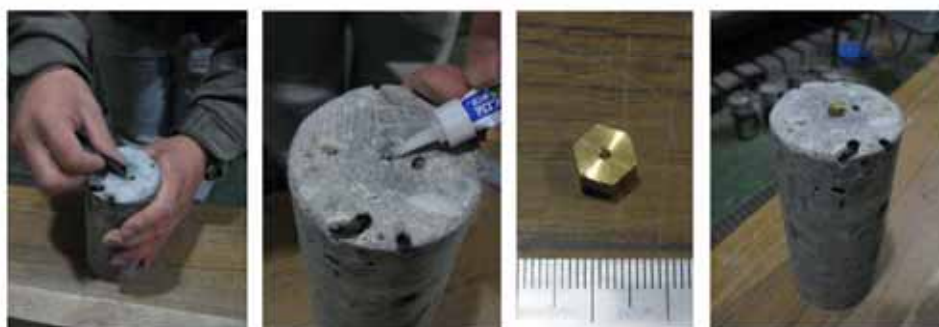


写真4 - 8 . コンタクトゲージの取付け(その1)

コンタクトゲージを取付け(その2)

エポキシ樹脂をコンタクトゲージ周辺に塗布する
エポキシ樹脂の役割は、乾燥面を円柱側面のみにすること、コンタクトゲージを保護することである。



エポキシ樹脂が硬化した後、反対側の面にもコンタクトゲージを取り付ける

写真4 - 9 . コンタクトゲージの取付け(その2)

コンタクトゲージ取付け中の試験体の保管方法

コンテナの底に水を1cm程度入れ、すのこを入れた上に試験体を置き、さらにコンテナ全体を固く絞った布やビニールシートで覆う



写真4 - 10 . コンタクトゲージ取付け中の試験体の保管方法

測定(その1)

表面の余分な水分を取り除き、質量を測定する



写真4 - 11 . 測定(その1)

測定(その2)

基準棒により、基準長を取り、試験体の長さを測定する



写真4 - 12 . 測定(その2)

4 - 3 - 3 . 試験体の採取

コア採取から試験体の養生方法までを以下に示す。

試験体の採取は、綾野委員の指導の下に行なわれた（平成 21 年 2 月 24 日）。



写真4 - 13 .

金熊寺川高架橋 A1(右:綾野委員)



写真4 - 16 .

菟砥川高架橋 コア切断状況



写真4 - 14 .

石田高架橋 コア抜き状況



写真4 - 17 .

同上



写真4 - 15 .

コア抜き後の孔内



写真4 - 18 .

質量計測

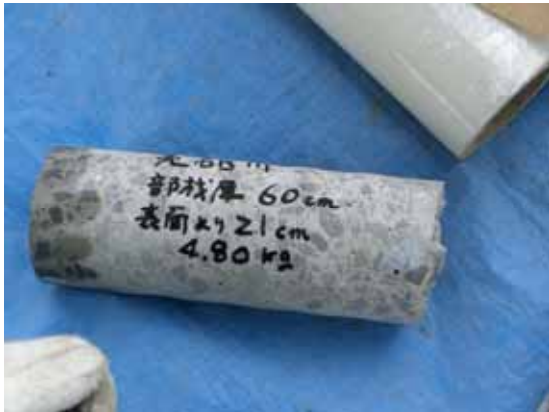


写真4 - 19 .
採取位置記録



写真4 - 22 .
ラッピング



写真4 - 20 .
ペーパータオルによる梱包



写真4 - 23 .
同上



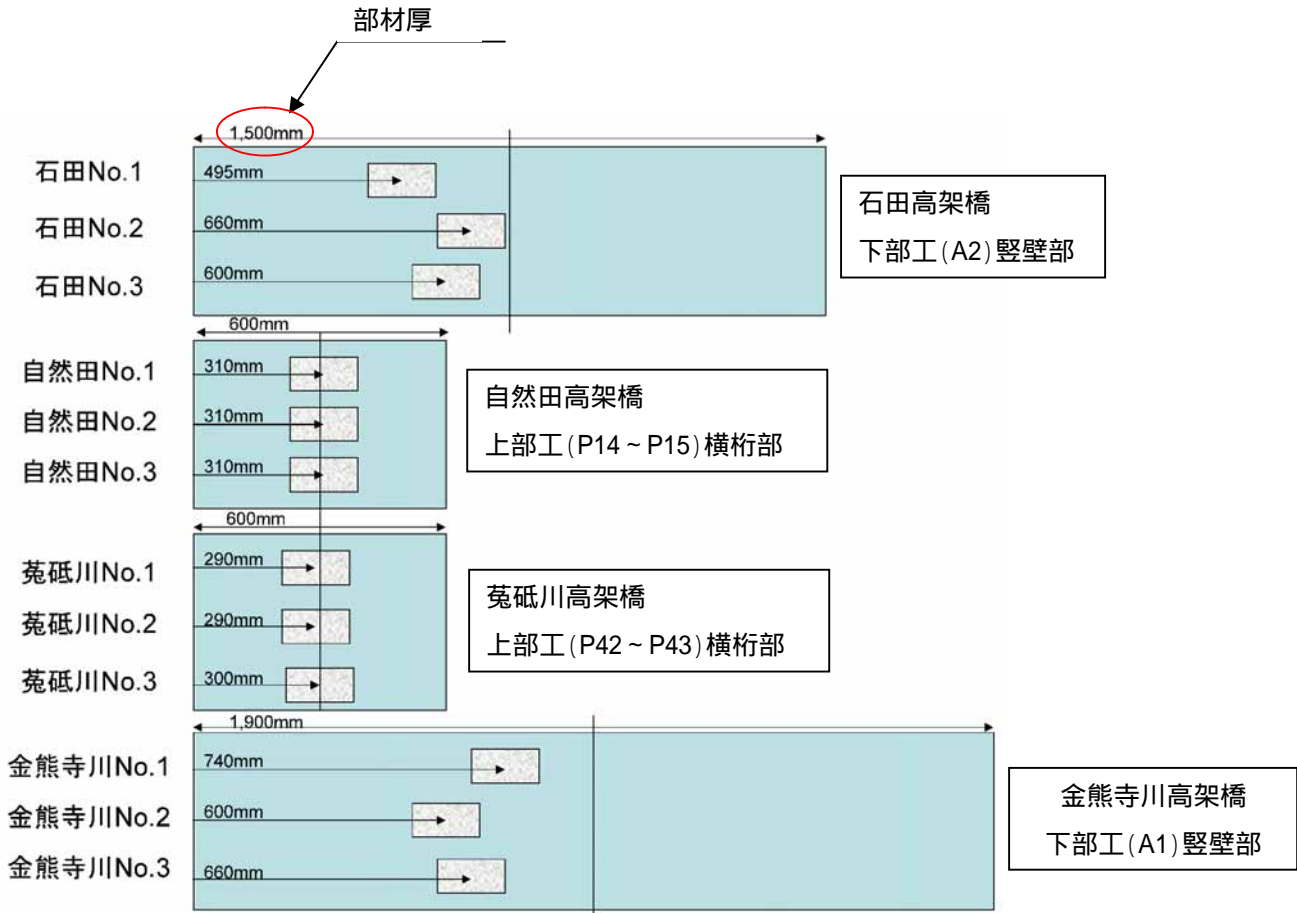
写真4 - 21 .
同上



写真4 - 24 .
緩衝材による梱包 搬送

4 - 3 - 4 . 試験結果

1) コア採取位置



No.	採取場所	細骨材1	細骨材2	粗骨材	躯体全長 (mm)	表面から 試験体中央 までの距離 (mm)
1	石田No.1	C産 (海砂)	E産 (砕砂)	E産	1,500	495
2	石田No.2					660
3	石田No.3					600
4	自然田No.1	C産 (海砂)	E産 (砕砂)	E産	600	310
5	自然田No.2					310
6	自然田No.3					310
7	菟砥川No.1	H産 (海砂)	E産 (砕砂)	E産	600	290
8	菟砥川No.2					290
9	菟砥川No.3					300
10	金熊寺川No.1	A産 (海砂)	B産 (砕砂)	B産	1,900	740
11	金熊寺川No.2					600
12	金熊寺川No.3					660

図4 - 13 . 試験体の採取位置

試験体は上記4橋より3体ずつ、計12体を採取している。

2) 計測状況



写真4 - 25 . 試験体の保管状況



写真4 - 26 . 試験体とゲージ



写真4 - 27 . 試験体の設置状況

3) 試験結果

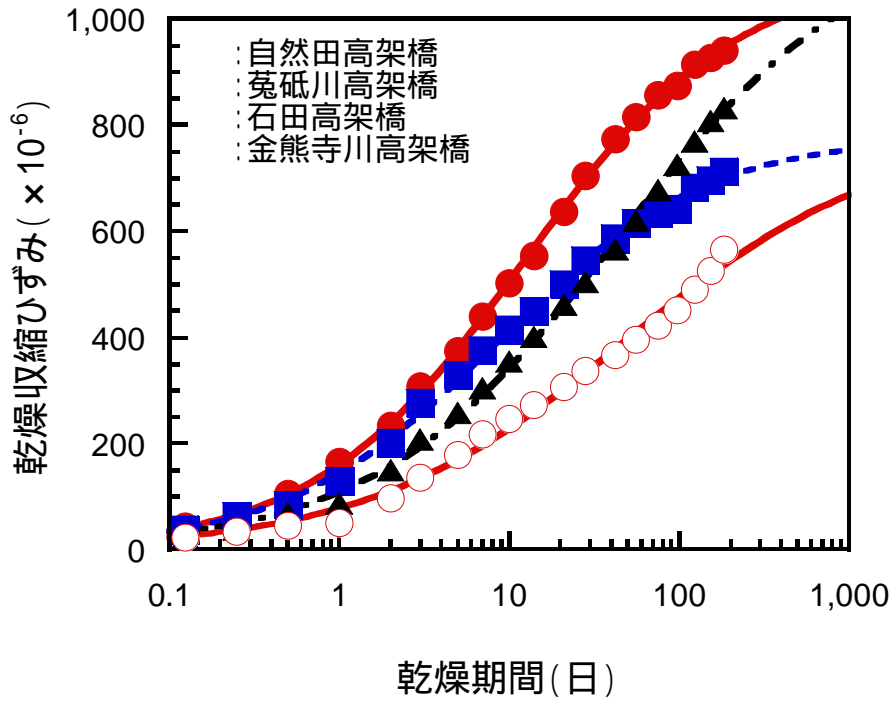


図4 - 14 . 乾燥収縮ひずみ

測定は炭酸化の影響が出てきたため、およそ6ヶ月で終了とした。
 最終予想値を以下に示す。6ヶ月での測定値は、最終値のおよそ80%程度となっている。

最終ひずみ (双曲線で回帰した最終予想値)	
自然田高架橋	: 1,090 × 10 ⁻⁶
石田高架橋	: 1,172 × 10 ⁻⁶
菟砥川高架橋	: 782 × 10 ⁻⁶
金熊寺川高架橋	: 789 × 10 ⁻⁶

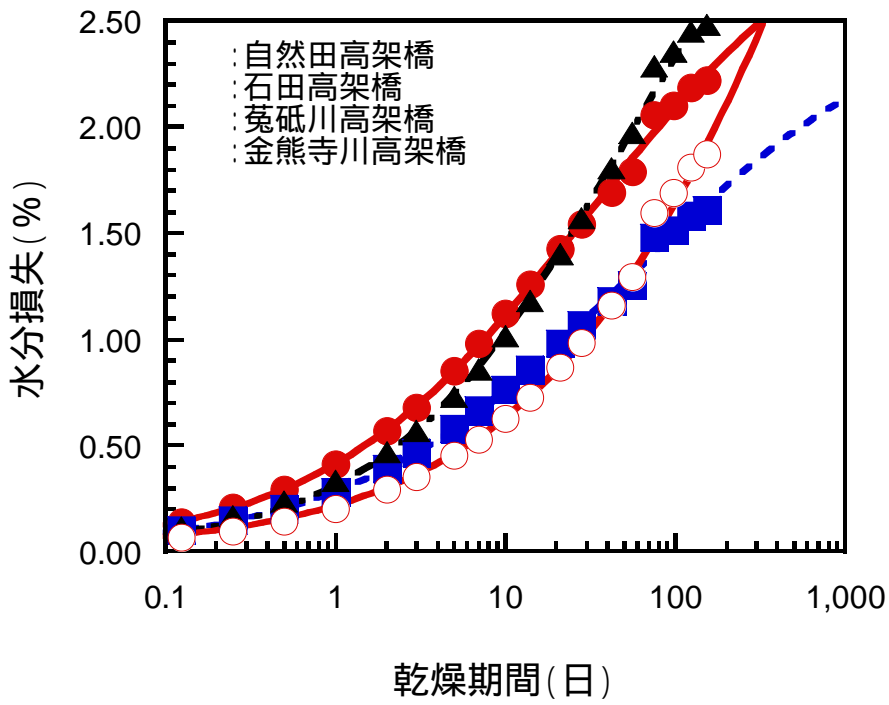


図4 - 15 . 水分損失

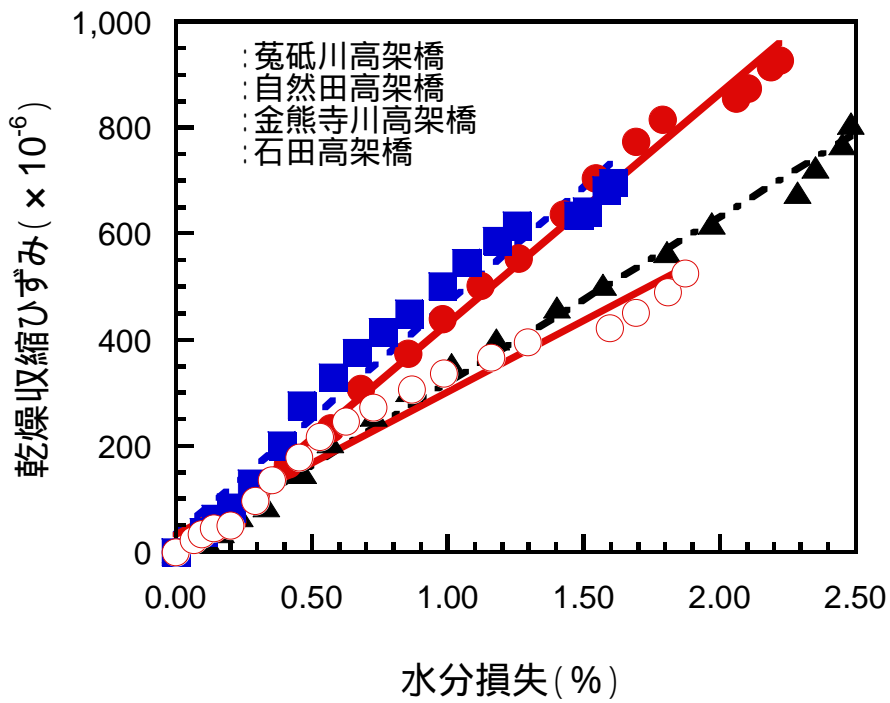


図4 - 16 . 水分損失と乾燥収縮ひずみの相関

4 - 4 . 同一産地の骨材を使用した供試体による試験

4 - 4 - 1 . 採取コンクリートによる試験

(データ提供 : 浪速国道事務所)

第二阪和国道で使用されたものと同じ産地の粗骨材を使用した、稼働中工事のコンクリートを用いて供試体を作成し、各種試験を行った。

使用したコンクリートは以下の2種類である。

- ・ 工事 (24-8-20BB) : 粗骨材 B 産
- ・ 工事 (24-8-20BB) : 粗骨材 E 産

(1) 圧縮強度と静弾性係数

表 4 - 15 . 圧縮強度と静弾性係数 試験結果

	材齢 (日)	圧縮強度 (N/mm ²)	平均 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	平均 (kN/mm ²)
工事	7	22.2	22.7	-	-
工事		22.8			
工事		23.1			
工事		22.2	22.0		
工事		22.0			
工事		21.7			
工事	28	36.3	36.3	26.5	27.1
工事		36.0		29.0	
工事		36.6		25.8	
工事		36.5	37.8	27.8	26.7
工事		37.8		29.2	
工事		39.0		23.0	

28日強度とヤング係数(静弾性係数)の相関を図4-17に示す。ヤング係数は、コンクリート標準示方書に示される標準値の概ね90%となっており、第二阪和国道のデータより高い目の数値となった。

第二阪和国道のデータは上部工を中心に富配合なものが多いが、下部工は同じ24-8-20BBのため、抽出して比較を行ったものが図4-18である。やはり、今回のデータは粗骨材の産地を問わず、高い目のヤング係数となっている。

今回は、コア抜きでなくフレッシュコンクリートから作成した供試体による試験のため、相対的に高いヤング係数を示す傾向はあると思われるが、はっきりした原因は分からない。骨材も産地が同一というだけで、岩種や物性値の差異については不明である。

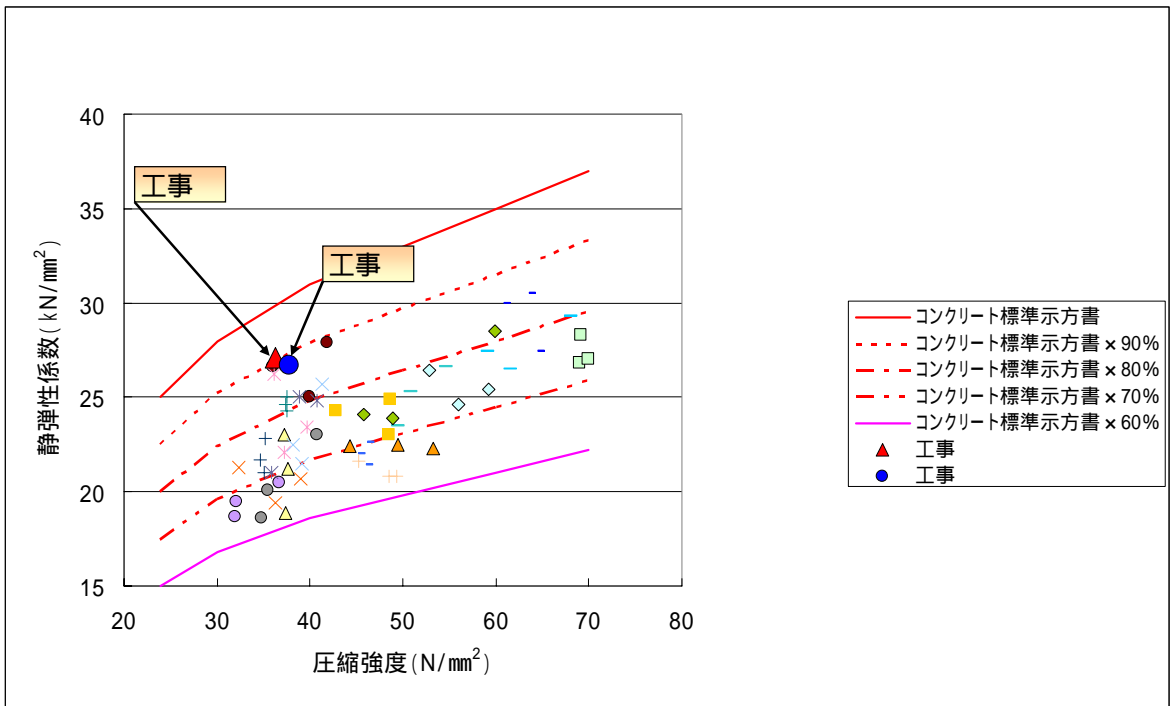


図4 - 17 . 圧縮強度と静弾性係数の相関

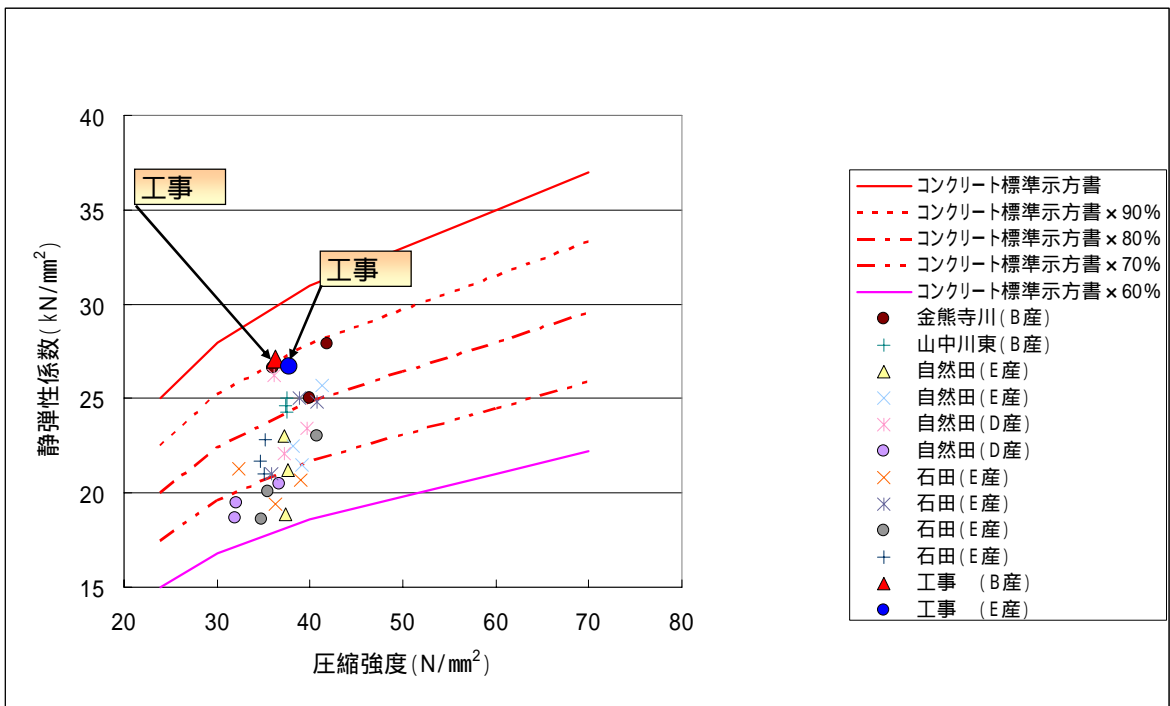


図4 - 18 . 圧縮強度と静弾性係数の相関(24-8-20BB 比較)

(2) 乾燥収縮ひずみ

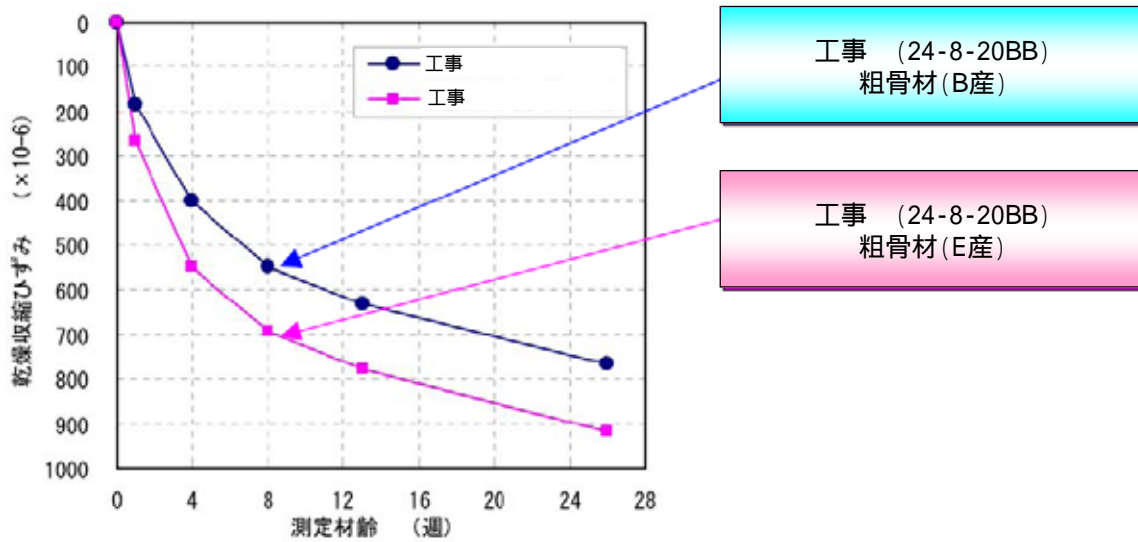


図4 - 19 . 乾燥収縮ひずみの測定結果

JIS 長さ変化試験により乾燥収縮ひずみを測定した。

乾燥開始材齢6ヶ月の収縮ひずみは、工事 のコンクリートで767 μ 、工事 のコンクリートで920 μ となり、後者が高い値を示した。

(3) 自己収縮ひずみ

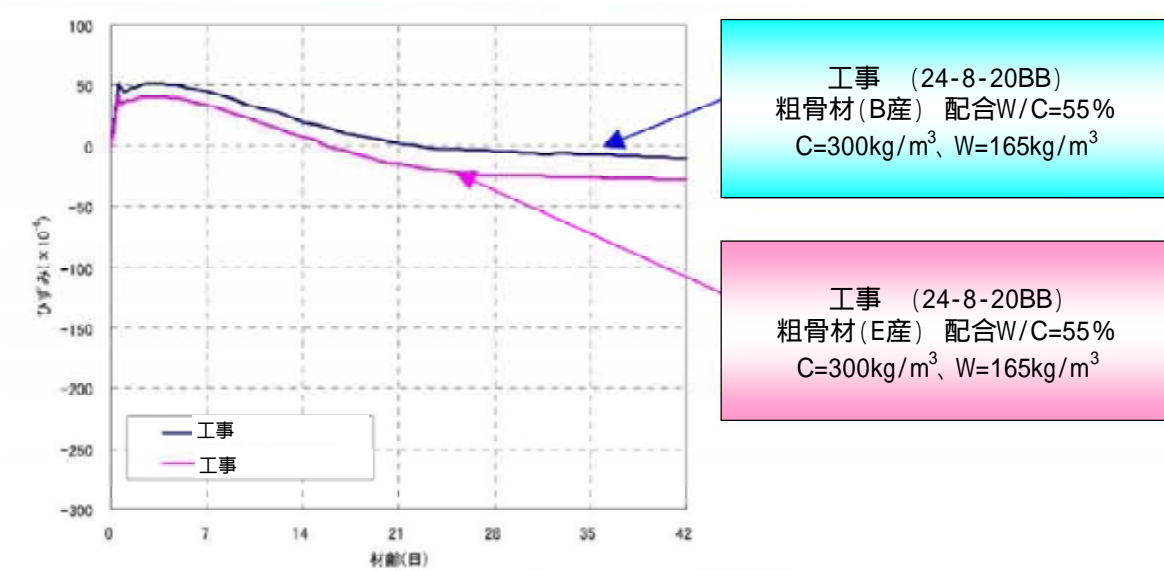


図4 - 20 . 自己収縮ひずみの測定結果

JCI法に準拠し、材齢42日における自己収縮ひずみを測定した。

使用骨材が前処理（洗い出し、希塩酸処理）した微粒分の流出品であり、工事のコンクリートで10μ、工事のコンクリートで28μと何れも小さい収縮量となった。

4 - 4 - 2 . 試験練り供試体による試験

業務名：コンクリート品質試験業務（平成 21 年度）

発注者：近畿技術事務所

第二阪和国道で使用されたものと同じ産地の粗骨材を用いて試験練りでコンクリートを製造し、各種試験を実施した。

対象コンクリートは以下のとおりである。

・36-12-20H（ポステン PC 上部工の標準的な仕様）：粗骨材 E 産

試験は、収縮ひずみの低減対策として使用されることの多い混和材料（膨張材、収縮低減剤）の効果と、添加したコンクリートの物性確認を目的とし、コンクリートの長さ変化試験、拘束膨張試験、自己収縮試験及び凍結融解試験の 4 項目について実施した。

(1) 配合

コンクリートの配合を表 4 - 16、フレッシュ性状を表 4 - 17 に示す。フレッシュ性状について、目標スランプは $12.0 \pm 1.5\text{cm}$ とした。また、凍結融解試験を行うにあたって、空気量が耐久性に影響しないように目標空気量を $4.5 \pm 0.5\%$ に設定し、試し練りを行った。

表 4 - 16 . コンクリートの配合

配合										
水セメント比 W/C (%)	S/a (%)		呼び強度 (N/mm ²)	スランプ (cm)		粗骨材の最大寸法 (mm)		セメントの種類 による記号		
42	43.8		36	12		20		H		
配合 1 (無添加)	コンクリートの単位量 (kg/m ³)									
	W	C	S1	S2	G1	G2	膨張材	収縮低減剤	高性能AE減水剤	AE助剤
	160	381	539	231	491	491	0	0	4.57(1.2%)	0.008 (2A)
配合 2 (膨張材)	コンクリートの単位量 (kg/m ³)									
	W	C	S1	S2	G1	G2	膨張材	収縮低減剤	高性能AE減水剤	AE助剤
	160	361	539	231	491	491	20	0	4.57(1.2%)	0.008 (2A)
配合 3* (収縮低減剤)	コンクリートの単位量 (kg/m ³)									
	W	C	S1	S2	G1	G2	膨張材	収縮低減剤	高性能AE減水剤	AE助剤
	160	381	539	231	491	491	0	6	4.57(1.2%)	0.4(100A)
配合 4* (収縮低減剤 +膨張材)	コンクリートの単位量 (kg/m ³)									
	W	C	S1	S2	G1	G2	膨張材	収縮低減剤	高性能AE減水剤	AE助剤
	160	361	539	231	491	491	20	6	4.57(1.2%)	0.4(100A)

配合 3 及び 4 に関して、AE 助剤の使用量が 100A となった。

今回使用した収縮低減剤と AE 助剤の組合せの場合、目標空気量を $4.5 \pm 0.5\%$ に調整するためには、多量に AE 助剤が必要となることが確認された。

表4 - 17 . フレッシュ性状

	試験結果		
	スランプ(cm)	空気量(%)	コンクリート温度()
配合 1 (無添加)	12.0	4.5	20.5
配合 2 (膨張材)	12.5	4.5	20.5
配合 3* (収縮低減剤)	10.5	4.5	20.5
配合 4* (収縮低減剤+膨張材)	12.0	5.0	20.5

配合 1 及び配合 3 については、凍結融解試験を実施するため、空気量のバラツキがないコンクリートを作製することに努めた。

(2) 試験条件

使用した材料を表4 - 18 に示す。

表4 - 18 . 使用材料

材 料	仕 様
セメント	早強ポルトランドセメント：住友大阪セメント社製
膨 張 材	ハイパーエクспан：太平洋セメント社製
細 骨 材	海砂：(M産) 第二阪和で未使用 表乾密度：2.60g/cm ³ 絶乾密度：2.57g/cm ³ 2.5g/cm ³ (JIS A 5308) 吸水率：1.35% 3.5% (JIS A 5308) 粗粒率 (F.M.)：2.53
	砕砂：J産 表乾密度：2.63g/cm ³ 絶乾密度：2.60g/cm ³ 2.5g/cm ³ (JIS A 5005) 吸水率：1.22% 3.0% (JIS A 5005) 粗粒率 (F.M.)：2.59
粗 骨 材	砕石 (2005)：E産【(2010)：50% ,(1505)：50%】 表乾密度：2.59g/cm ³ 絶乾密度：2.56g/cm ³ 2.5g/cm ³ (JIS A 5005) 吸水率：1.79% 3.0% (JIS A 5005) 粗粒率 (F.M.)：6.68 (参考値) 砕石 (2015)：L産 吸水率：0.55% 砕石 (2015)：I産 吸水率：0.53%
収縮低減剤	テトラガードAS21：太平洋マテリアル社製
混 和 剤	高性能AE減水剤：レオビルドSP-8SV AE助剤 (空気調整剤)：マイクロエア202 : BASFポゾリス物産社製
水	上水道水

(3) 試験結果

1) 凝結試験

自己収縮試験で自己収縮の開始時間を把握するため、各配合での始発時間を測定した。

凝結試験結果を表4 - 19に示す。無添加及び膨張材を添加したコンクリートの始発時間は、7時間程度と近似していたが、収縮低減剤を添加したコンクリートの始発時間は、2時間程度遅延され、8.44時間であった。これは、収縮低減剤が硬化時間を遅延したものと考えられる。

表4 - 19 . 凝結試験結果

	始発時間 (h)
配合 1 (無添加)	7.05
配合 2 (膨張材)	7.01
配合 3 (収縮低減剤)	8.44

2) 自己収縮試験

自己収縮試験終了の目安は、1日の変化量が1%以下となった材齢での値とし、自己収縮量をまとめる。配合 NO.1 及び NO.3 は材齢 58 日 (材齢約 8 週)、配合 NO.2 は材齢 105 日 (材齢 15 週) で1日の変化量が 1%以下となったため、測定を終了することとした。各材齢までの自己収縮試験結果を図4 - 21に示す。

無添加の配合 NO.1 は、測定開始から収縮傾向を示しており、自己収縮量は、材齢 58 日 (材齢約 8 週) で-214 μ となった。

膨張材を添加した配合 NO.2 は、測定開始から膨張傾向を示し、材齢 1 日で最大値 214 μ を示した。また、自己収縮量は、材齢 105 日 (材齢 15 週) で+44 μ となった。

収縮低減剤を添加した配合 NO.3 は、膨張材混入の配合 NO.2 と同様に、測定開始から膨張傾向を示した。測定したひずみは、材齢 14 ~ 15 時間後に最大値 27 μ を示し、材齢 28 時間後に 0 μ を示した。また、自己収縮量は、材齢 58 日 (材齢約 8 週) で-138 μ となった。

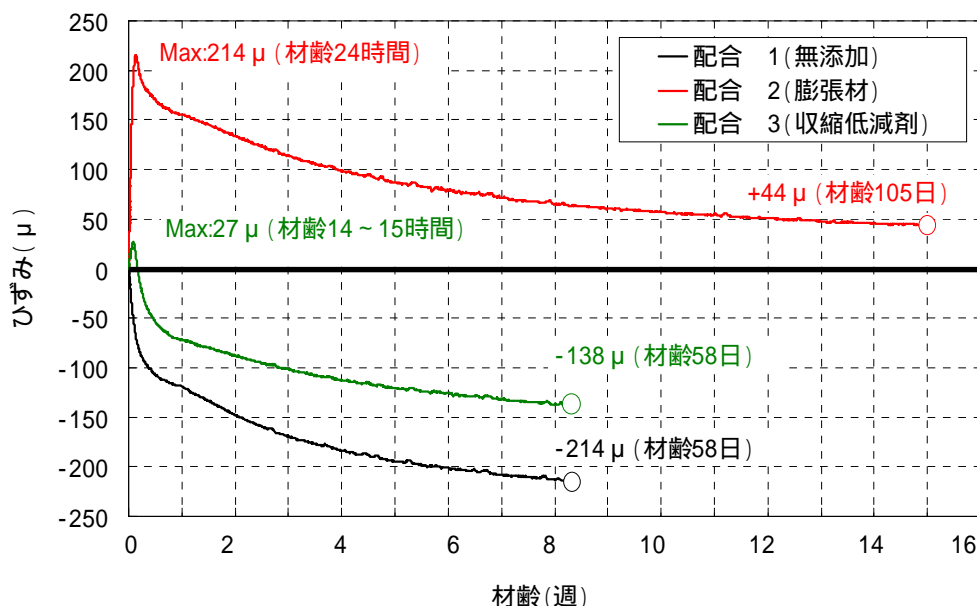


図4 - 21 . 自己収縮試験結果

3) 膨張コンクリートの拘束膨張・収縮試験 (JIS A 6202-B 法)

材齢 26 週までの測定結果

水中養生材齢 7 日後と気中養生での材齢 26 週までの測定結果を図 4 - 22 及び表 4 - 20 に示す。

無添加の配合 NO.1 は、水中養生中の測定開始時から収縮傾向を示し、材齢 7 日で -35 μ を示した。その後、気中養生を行い材齢 26 週には -702 μ を示した。

膨張材を添加した配合 NO.2 は、水中養生中の測定開始時から膨張傾向を示し、材齢 7 日で 196 μ を示した。その後、気中養生を行い、材齢 1 週で -115 μ 、材齢 26 週で -493 μ を示した。

膨張材及び収縮低減剤を添加した配合 NO.4 は、膨張材混入の配合 NO.2 と同様に、水中養生中の測定開始時から膨張傾向を示し、材齢 7 日で 255 μ を示した。その後、気中養生を行い、材齢 1 週で -2 μ 、材齢 26 週で -300 μ を示した。

膨張材のみの配合よりも収縮低減材を添加したものの方が、より収縮低減効果が確認できている。

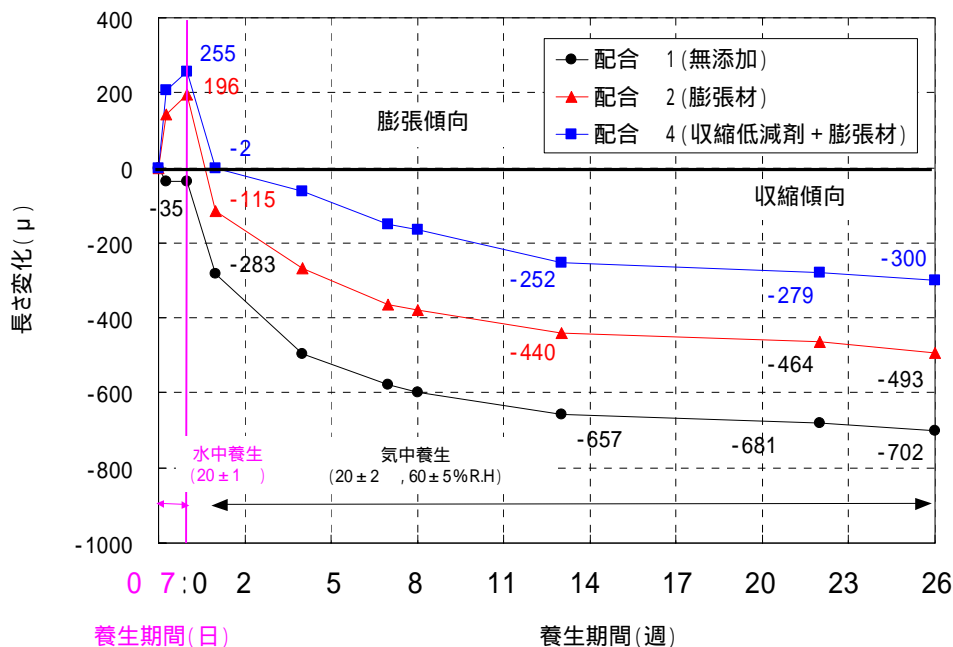


図 4 - 22 . 膨張コンクリートの拘束膨張・収縮試験(JIS A 6202-B 法)

表 4 - 20 . 膨張コンクリートの拘束膨張・収縮試験の長さ変化測定結果

	水中養生 [20 ± 1] 材齢 (日)			気中養生 [20 ± 2 , 60 ± 5%R.H.] 材齢 (週)							
	0	2	7	0	1	4	7	8	13	22	26
配合 1 (無添加)	0	-37	-35	-283	-497	-578	-598	-657	-681	-702	
配合 2 (膨張材)	0	141(178)	196(231)	-115(168)	-268(229)	-363(215)	-379(219)	-440(217)	-464(217)	-493(209)	
配合 4 (収縮低減剤 + 膨張材)	0	206(243)	255(290)	-2(281)	-62(435)	-151(427)	-165(433)	-252(405)	-279(402)	-300(402)	

) 表中 () 内の数値は、材齢毎の無添加との長さ変化の差を表したものである。

水中養生 7 日後を基長（長さ変化 0）とした場合の測定結果

気中養生の測定結果を用いて作成した長さ変化と材齢との関係を図 4 - 23 に示す。図 4 - 23 は、水中養生 7 日までの膨張によるデータを削除し、コンクリートの長さ変化試験結果と比較するために作成し直したものである。

無添加の配合 NO.1 と膨張材を添加した配合 NO.2 の測定結果は、概ね同程度の長さ変化を示していることが確認できた。したがって、膨張材の効果は、水中養生中の 7 日間で収束することが考えられる。膨張材及び収縮低減剤を添加した配合 NO.4 は、材齢 1 週までの傾きは配合 NO.1 及び配合 NO.3 と同程度の傾向を示しているが、材齢が経過するに従い、傾きは緩やかになっており、収縮低減効果を確認することができた。

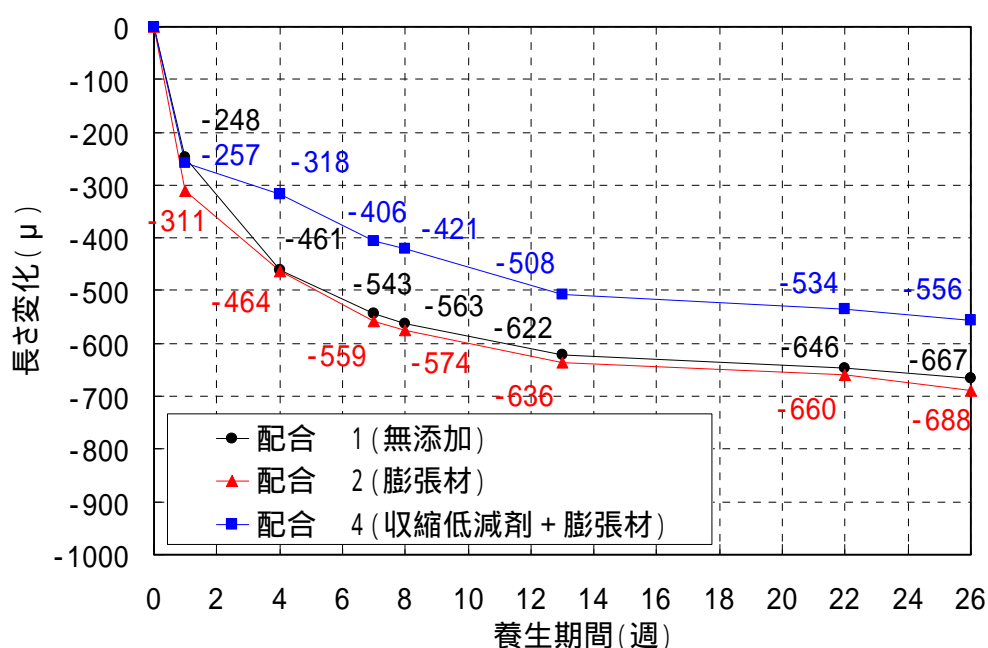


図 4 - 23 . 水中養生 7 日後を基長（長さ変化 0）とした長さ変化

4) コンクリートの長さ変化試験【JIS A 1129-2】

材齢 26 週までの測定結果

材齢 26 週までのコンクリートの長さ変化試験結果を図 4 - 24 に示す。

無添加の配合 NO.1 は、材齢 26 週で -909 μ を示し、収縮低減剤を添加した配合 NO.3 は、材齢 26 週で -729 μ を示した。材齢 26 週までの試験結果から、収縮低減剤を添加した供試体のひずみは、無添加に比べて 180 μ 小さく、収縮低減剤による収縮低減効果を確認することができた。

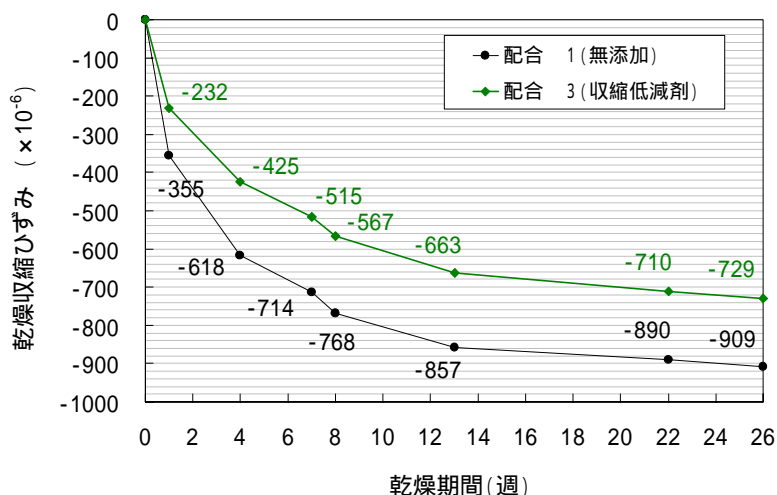


図 4 - 24 . コンクリートの長さ変化試験結果

拘束膨張試験とコンクリートの長さ変化試験との比較

ここでは、無添加の配合 NO.1 などの試験結果を用いて、膨張コンクリートの拘束膨張・収縮試験【JIS A 6202-B 法】とコンクリートの長さ変化試験【JIS A 1129-2】との比較を行った。

材齢 26 週までの拘束膨張試験とコンクリートの長さ変化試験における長さ変化の関係を図 4 - 25 に示す。無添加の配合 NO.1 におけるコンクリートの長さ変化は、拘束膨張による長さ変化の 1.36 倍（材齢 7 週時点：1.30 倍）であることが確認できた。これは、拘束膨張試験の供試体中に写真 4 - 28 のように鋼棒を埋め込んでいるため、拘束により収縮が抑制されることが原因と推察する。

また、3) で膨張材の効果は 7 日で収束するということが確認されたことから、参考に拘束膨張試験で実施した配合 NO.4 (収縮低減剤 + 膨張材) と長さ変化試験で実施した配合 NO.3 (収縮低減剤) の結果を比較した。コンクリートの長さ変化は、拘束膨張による長さ変化の 1.30 倍であり、無添加の場合とほとんど変わらない傾向を示した。

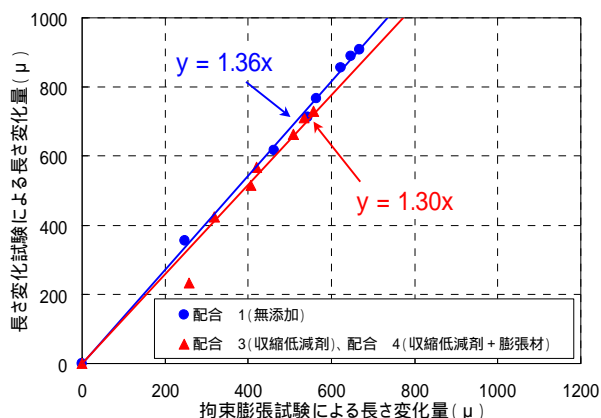


図4 - 25 . 拘束膨張試験とコンクリートの長さ変化試験における収縮量の関係 [材齢 26 週経過]



写真4 - 28 . 拘束器具の型枠セット状況 (JIS A 6202 附属書 2 B法)

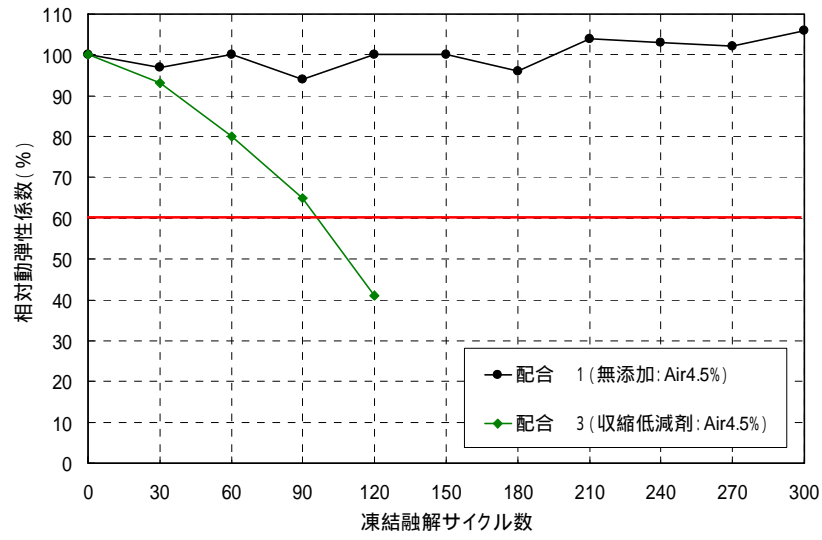
5) 凍結融解試験(JIS A 1148)

各 3 本の供試体を用いて 300 サイクルまでの凍結融解試験を行った結果を図4 - 26 に示す。

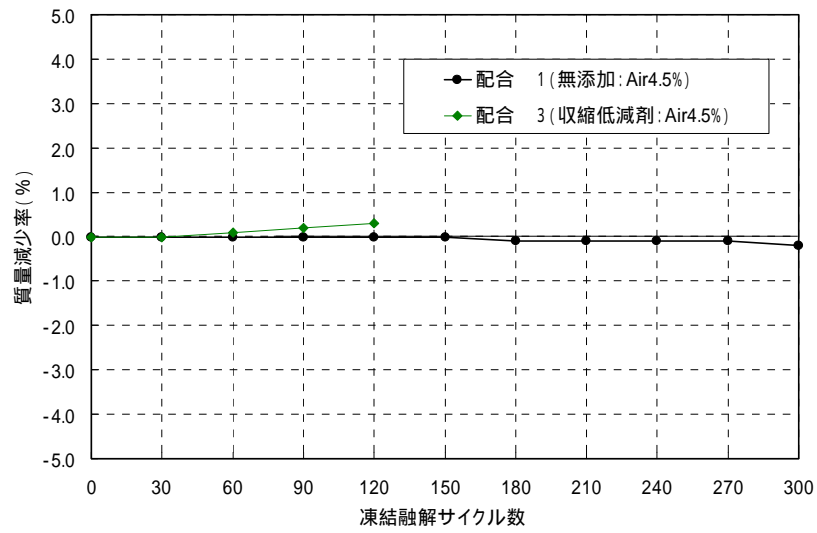
300 サイクル経過時点での無添加の配合 NO.1 の相対動弾性係数は、100%を保っているのに対し、収縮低減剤を添加した配合 NO.3 の相対動弾性係数は、120 サイクルで 40%まで低下した。

配合 NO.1 及び配合 NO.3 のフレッシュ性状は、凍結融解が空気量の影響を受けないように、4.5%と一定にしていることから、収縮低減剤が耐凍害性を低下させる要因となることが考えられる。

また、配合 NO.1 及び配合 NO.3 で質量を測定しており、300 サイクル及び 120 サイクル経過時点での質量減少は認められなかった。特に、配合 NO.3 は、120 サイクルで相対動弾性係数が 40%まで低下したが、質量減少は生じておらず、目視観察でも表面にポップアウトなどの変状は認められていないことから、凍害の影響によるコンクリート内部からの破壊が生じたものと考えられる。



(a) 相对動弾性係数



(b) 質量減少率

図4 - 26 . 凍結融解試験結果

4 - 5 . 各種試験結果まとめ

結果一覧

山中川東高架橋 ひび割れ追跡調査	P2～P3 間は、桁下面にひび割れが集中している箇所があるため、平成 18 年の橋梁定期点検時に画像撮影による解析を試みている。平成 20 年度も同じ手法で画像解析を行い、結果を比較した。細かなひび割れは微増したが、0.5 mm以上のひび割れは増えていない結果となった
圧縮強度・静弾性 係数	圧縮強度は設計基準強度を全て上回った。静弾性係数は「非破壊試験を用いたコンクリート構造物を用いたコンクリート構造物の健全度診断マニュアル」の標準値以上であるが、コンクリート標準示方書の標準値に対しては 62.5～89.3%となり下回った。
中性化試験	中性化残り(かぶりー中性化深さ)は全て 10 mm以上となり、鋼材腐食の可能性はないことが分かった。
塩分試験	全て腐食発生限界濃度 1.2kg/m ³ を下回った。
引張強度試験	試験で求められた引張強度は設計基準強度(24N/mm ²)に対する引張強度を全て上回った。 引張強度の試験値は、圧縮強度の試験値から求まる推定値に対しコアごとでは 87.1～122.7%とばらついたが、平均値としては 94.1～105.3%となり概ね一致した。
骨材試験	A S R に対し有害と判定されたものは、E 産の粗骨材である。いずれも、モルタルパー法では無害と判定されている。ただし、E 産の粗骨材が全て有害と判定されたわけではない(d 工場)。
岩種判定	いずれも、アルカリ骨材反応の発生は認められなかった。但し、反応リムがわずかに認められたものがあった。
配合推定試験	600 Ig loss による水セメント比は、配合報告書上のものに近いが、自然田高架橋の下部工(P23、P31)に関しては、配合報告書よりも 10%以上高い値となった。
促進膨張試験	いずれも、判定基準の 0.05%を下回った。 判定基準：13 週間養生して 0.05%以上の膨張量を示すものを有害または、潜在的有害と判定する。
乾燥収縮試験	コンクリート打設後 5 年以上経過しているにもかかわらず、構造物深部の乾燥収縮はほとんど進行しておらず、コア抜き後の乾燥収縮ひずみは最終予測値で 782～1,172 μを示した。
生コンによる乾燥 収縮試験	同一産地の骨材を使用している別工事のコンクリートから供試体を作成し試験を実施した。測定材齢 26 週(182 日)における乾燥収縮ひずみは、2 件の配合で 767 μ、920 μを示した。
生コンによる自己 収縮試験	同様、自己収縮試験を実施した。材齢 42 日における自己収縮ひずみは、2 件の配合で 10 μ、28 μとなった。

まとめ

コンクリートの材質面で言えば、中性化や塩害等を原因とする鉄筋の腐食を促す要素は無かった。

また、継続的なひび割れ進行が懸念されるアルカリ骨材反応の兆候も無かった。

これらと目視によるひび割れ追跡調査の結果を総合すれば、ひび割れの今後の進行性は高くないものと考えられる。

ただ、コンクリート強度に比して、ヤング係数(静弾性係数)は低い傾向にあった。また、構造物深部の乾燥収縮は進行しておらず、しかも最終収縮ひずみが 1,000 μ を越えるものもあった。これらが、コンクリートの 70%を占める骨材が原因なのか、生コンを用いた乾燥収縮試験で傾向をつかむことはできたが、確証を得るにはサンプル数が少なすぎる。

しかし、これらの条件を解析に反映することで、ひび割れ原因の特定は可能と考え、再現解析等を試みた。