

### 3.2 シリーズBの事前検討

#### (1) 室内試験の目的

新旧コンクリートの付着方法について室内レベルで検討し、付着の確保が可能と思われる仕様を抽出することにより、引き続き実施する実規模試験舗装での施工条件を絞り込むことを目的として室内試験を行った。具体的には、新旧コンクリートの界面処理方法と水準を種々変化させ、せん断強度との関係を把握する。また、せん断強度の代用特性の検討のため、引張接着試験も実施する。

#### (2) 界面処理方法

界面処理方法は表-3.2.1の①～⑧に示す8種類とする。また、検討のための比較対象として一体化供試体（⑨ダミー）による試験も実施する。なお、①～⑧については、見本として、サンプルを1枚ずつ保管するものとする。界面処理方法①～⑧の仕上がり面を写真-3.2.1に示す。

#### (3) 供試体作製方法

供試体の作製方法は以下のとおりとする。

- ①早強コンクリート（レディーミクストコンクリート）を用いて、下地コンクリート版を作製する（大きさは縦30cm×横30cm×厚5cm）。なお、コンクリートの配合条件は表-3.2.2、表-3.2.3のとおりとする。
- ②打設の翌日に脱型し、20℃の水中で7日間養生する。
- ③水中養生終了後、気乾養生を材齢14日目まで行う。

表-3.2.2 配合条件

呼び強度	スランプ (cm)	空気量 (%)	粗骨材の最大寸法 (mm)	セメントの種類
40	8±2.5	4.5±1.5	20	早強ポルトランドセメント

表-3.2.3 配合表 (kg/m<sup>3</sup>)

セメント	水	細骨材①	細骨材②	粗骨材 2005	混和剤	水セメント比 %	細骨材率 %
451	173	480	206	998	4.510	38.4	41.3

※ 上記配合表は生コン工場（安戸コンクリート工業（株）世田谷工場）の配合報告書による。

④気乾養生終了後、表-3.2.1に示した各種の界面処理を行う。なお、表面のキメ深さの評価はレーザー（CTメーター）による凹凸度（MPD）とサンドパッチ法（キメ深さ）との両方で測定するものとする。

⑤界面処理終了後、早強コンクリート（レディーミクストコンクリート）を用いて、オーバーレイコンクリートの打設を行う。オーバーレイコンクリートの仕様は下地コンクリートと同一とする。なお、下地コンクリートおよびオーバーレイコンクリートの強度を確認するため、曲げ試験および圧縮試験用供試体を作製する。養生日数は7日、14日、28日とする。

表-3.2.1 界面処理方法

界面処理方法	仕様	備考
①ショットブラストA	投射密度：100kg/m <sup>2</sup> （φ1.4mm球）	
②ショットブラストB	投射密度 200kg/m <sup>2</sup> （φ1.4mm球）	
③ショットブラストC	投射密度 400kg/m <sup>2</sup> （φ1.4mm球）	
④ショットブラスト+接着剤I	投射密度 150kg/m <sup>2</sup> （φ1.4mm球）	エポキシ系樹脂
	接着剤I：塗布量 1l/m <sup>2</sup>	
⑤ショットブラスト+接着剤II	投射密度 150kg/m <sup>2</sup> （φ1.4mm球）	エポキシ系樹脂
	接着剤II：塗布量 1l/m <sup>2</sup>	
⑥グルーピングのみ	溝形状：幅 25mm×深 15mm×ピッチ 55mm(芯々)	太溝に近似
⑦グルーピング+ショットブラストB	溝形状：同上	
		投射密度 200kg/m <sup>2</sup> （φ1.4mm球）
⑧切削機+ショットブラストB	切削深さ 10mm	切削版は(社)日本建設機械化協会より購入
	投射密度 200kg/m <sup>2</sup> （φ1.4mm球）	
⑨ダミー	一体化供試体	



①ショットブラストA



②ショットブラストB



③ショットブラストC



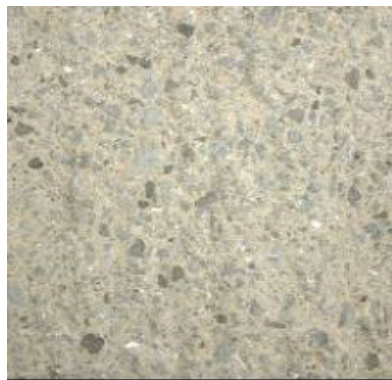
④⑤ショットブラスト+接着剤



⑥グルーピングのみ



⑦グルーピング+ショットブラスト B



⑧切削機+ショットブラスト B

写真-3.2.1 下地コンクリートの仕上り面状況

- ⑥打設の翌日に脱型し、20℃の水中で7日間養生する。
- ⑦水中養生終了後、せん断試験用供試体、引張接着試験用供試体とも図-3.2.1のように10cm角に切り出す。
- ⑧せん断試験実施時のオーバーレイコンクリートの材齢は、最低14日以上を確保するものとする。

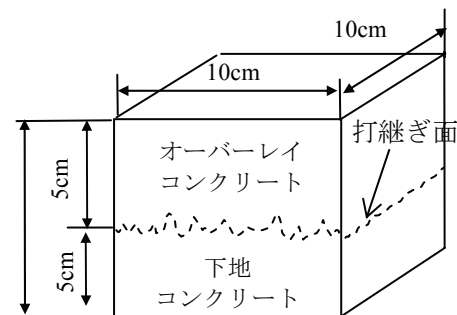


図-3.2.1 せん断試験，引張接着試験用供試体

(4) 強度試験項目と方法

a) 初期強度の検討

i) せん断試験

①せん断試験用治具

垂直荷重を考慮したせん断試験（以下，斜めせん断試験という）が実施できるよう，図-3.2.2に示すような治具を用いる。なお，当該治具のせん断角度は垂直荷重1：水平荷重0.8となるよう設定されている。

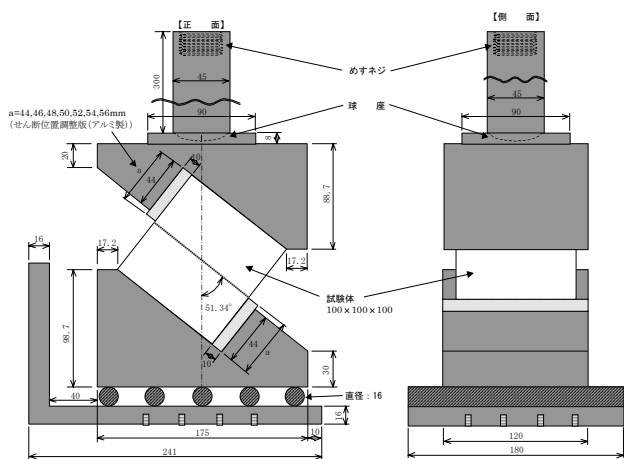


図-3.2.2 せん断試験用治具

このような斜めせん断試験方法はヨーロッパ（ドイツ，オーストリア，フィンランド等）において橋面防水材のせん断抵抗の評価方法として規定されているほか，わが国でもコンクリート構造物のせん断耐力の評価に用いた実績<sup>7)</sup>のあるものである。

②せん断試験方法

アムスラーによりせん断試験を実施し，式(3.2)から最大せん断強度を，式(3.3)から割線バネ定数を求める。なお，界面処理方法⑥，⑦はグルーピングを施した供試体であり，せん断強度には方向性があると考えられることから，ここでは，安全を見てせん断強度が低く評価されると思われるグルーピングに沿った方向（グルーピングに平行な方向）で試験を実施するものとする。

$$\tau_{\max} = P_{\max} \times \cos 51.34^\circ / A \quad (3.2)$$

ここに，

$\tau_{\max}$ ：最大せん断強度 (MPa)

$P_{\max}$ ：最大荷重 (N)

$A$ ：断面積 ( $\text{mm}^2$ ) = 10,000  $\text{mm}^2$

$$K = \tau_{1/3} / \delta_{1/3} \quad (3.3)$$

ここに，

$K$ ：割線バネ定数 ( $\text{N}/\text{mm}^3$ )

$\tau_{1/3}$ ：最大せん断強度 ( $\tau_{\max}$ ) の 1/3 のせん断強度 (MPa)

$\delta_{1/3}$ ： $\tau_{1/3}$ における変位 (mm)

せん断試験の試験条件は以下のとおりとする。

- ・試験温度：常温
- ・載荷速度：1mm/min

ii) 引張接着試験

せん断強度の代用特性と成り得るかどうかの検討を行うため，インストロン万能試験機により，引張接着試験を実施する。

引張接着試験の試験条件は以下のとおりとする。

- ・試験温度：常温
- ・載荷速度：0.098MPa/sec (1 kgf/cm<sup>2</sup>/sec)

b) 繰返し負荷後の強度の検討

初期強度用せん断試験供試体と同一条件で作製した供試体について，インストロン万能試験機により繰返し圧縮負荷を加え，その後，初期強度試験と同様の方法でせん断試験を実施する。

なお，繰返し圧縮負荷の試験条件は以下のとおりとする。

- ・試験温度：常温
- ・載荷荷重：実際に界面に生じる垂直応力相当の荷重  
多層弾性理論解析プログラム GAMES による計算値  
である  $\sigma_z=1.35\text{MPa}$  (表-3.2.4, 図-3.2.3 参照)
- ・載荷回数：40,000 回
- ・荷重波形：サイン波, 10Hz

表-3.2.4 GAMES の入力条件

		厚さ (cm)	弾性係数 (MPa)	ポアソン 比	層間 すべり
各層の 物性値	コンクリート 版	45	35,000	0.20	完全 すべり
	アスファルト 安定処理	12	4,000	0.35	完全 附着
	路盤	32	200	0.35	完全 附着
	路床	—	90	0.40	
載荷荷重		B747-400 の 1 輪 ・ 輪荷重：910kN/4=227.5kN ・ 接地面積：1645cm <sup>2</sup> (等価の円の半径=22.9cm) ・ 水平荷重：垂直荷重×80%			

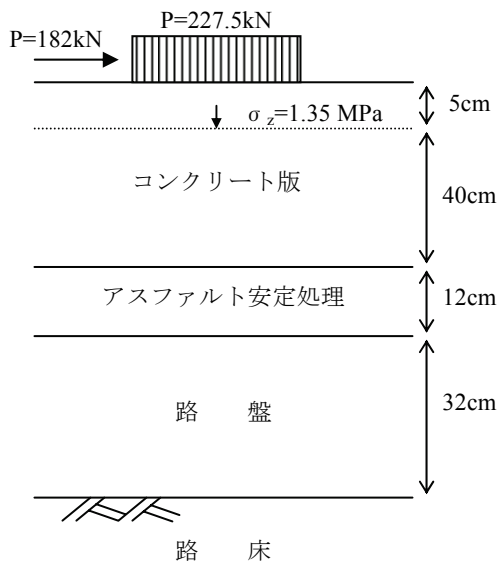


図-3.2.3 解析モデル

(5) 試験結果

a) 表面のキメ深さ

CT メータおよびサンドパッチ法による下地コンクリートの表面のキメ深さは表-3.2.5, 図-3.2.4 に示すとおりである. キメ深さ測定状況を写真-3.2.2(a), (b) に示す.

表-3.2.5 キメ深さ測定結果

界面処理方法	CT メータ MPD (mm)				
	サンプル	せん断 試験用	繰返し 負荷後 せん断 試験用	建研式 引張り 試験用	平均
①ショットブラスト A	0.35	0.59	0.48	0.32	0.44
②ショットブラスト B	0.94	0.84	0.74	0.58	0.78
③ショットブラスト C	1.94	1.83	1.98	1.95	1.93
④ショットブラスト +接着剤 I	0.64	0.55	0.88	0.64	0.68
⑤ショットブラスト +接着剤 II	0.61	0.56	0.61	0.64	0.61
⑥グルーピングのみ※	(10.43)	(6.78)	(6.78)	—	(8.61)
⑦グルーピング +ショットブラスト B※	(8.90)	(6.52)	(6.52)	—	(7.71)
⑧切削機 +ショットブラスト B	2.27	2.31	2.47	—	2.35
界面処理方法	サンドパッチ キメ深さ (mm)				
	サンプル	せん断 試験用	繰返し 負荷後 せん断 試験用	建研式 引張り 試験用	平均
①ショットブラスト A	0.40	0.41	0.42	0.37	0.40
②ショットブラスト B	0.79	0.85	0.73	0.73	0.78
③ショットブラスト C	1.91	1.88	1.86	2.07	1.93
④ショットブラスト +接着剤 I	0.53	0.48	0.62	0.53	0.54
⑤ショットブラスト +接着剤 II	0.55	0.51	0.52	0.56	0.54
⑥グルーピングのみ※	—	—	—	—	—
⑦グルーピング +ショットブラスト B※	—	—	—	—	—
⑧切削機 +ショットブラスト B	2.65	2.70	2.47	—	2.61

※ ⑥, ⑦の供試体はグルーピング施工のため, 参考値として ( ) 付とした.

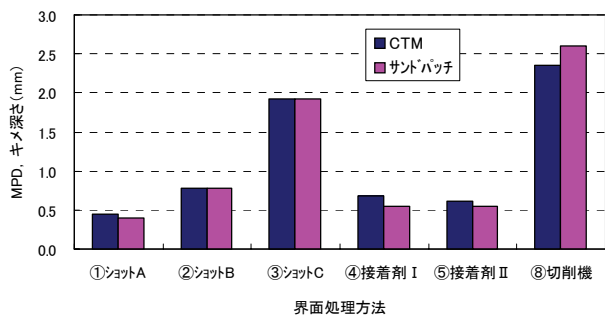


図-3.2.4 キメ深さ測定結果



(a) CTメータ



(b) サンドパッチ

写真-3.2.2 下地コンクリートのキメ深さ試験状況

b) コンクリート性状

i) フレッシュコンクリートの性状

フレッシュコンクリートの性状は表-3.2.6 に示すとおりである。試験状況を写真-3.2.3(a), (b)に示す。

表-3.2.6 フレッシュコンクリートの性状

性状 使用部位	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位体積 質量 (kg/m <sup>3</sup> )	コンクリート 温度 (°C)
下地 コンクリート	8.5	5.2	2291	26.5
オーバーレイ コンクリート	8.0	4.5	2297	32.9



(a) 下地コンクリート



(b) オーバーレイコンクリート

写真-3.2.3 フレッシュコンクリートの性状試験状況

ii) 硬化コンクリートの性状

硬化コンクリートの性状は表-3.2.7 に示すとおりである。試験状況を写真-3.2.4(a), (b)に示す。

表-3.2.7 硬化コンクリートの性状

項目	圧縮強度 (MPa)			曲げ強度 (MPa)		
	$\sigma_7$	$\sigma_{14}$	$\sigma_{28}$	$\sigma_7$	$\sigma_{14}$	$\sigma_{28}$
使用部位 下地 コンクリート	43.2	48.7	54.0	6.22	5.76	6.71
オーバーレイ コンクリート	48.1	53.8	59.3	6.53	7.15	7.04
項目	弾性係数 (MPa)					
	$\sigma_7$	$\sigma_{14}$	$\sigma_{28}$			
使用部位 下地 コンクリート	26,170	28,890	29,530			
オーバーレイ コンクリート	29,800	31,600	32,810			



(a) 圧縮強度試験



(b) 曲げ強度試験

写真-3.2.4 硬化コンクリートの強度試験状況

c) 強度試験結果

i) セン断試験結果

せん断試験結果の一覧を表-3.2.8に示す。また、せん断強度の結果を図-3.2.5、割線バネ定数の結果を図-3.2.6に示す。なお、初期値のせん断試験実施時の材齢は、下地コンクリート：41日、オーバーレイコンクリート：19日であり、繰返し負荷後のせん断試験実施時の材齢は、下地コンクリート：115日、オーバーレイコンク

リート：93日である。

せん断試験状況を写真-3.2.5に示す。

表-3.2.8 セン断試験結果の一覧

界面 処理の 方法	初期値				繰返し負荷後			
	せん断強度 (MPa)		割線バネ定数 (GN/m <sup>3</sup> )		せん断強度 (MPa)		割線バネ定数 (GN/m <sup>3</sup> )	
①ショット プラス A	35.39	35.23	73.40	75.10	41.44	42.57	79.62	88.42
	35.34		75.35		43.53		108.61	
	34.95		76.56		42.74		77.02	
②ショット プラス B	37.20	36.67	84.88	81.33	42.38	43.40	80.69	88.29
	34.96		76.06		45.30		82.54	
	37.85		83.05		42.51		101.65	
③ショット プラス C	39.12	39.21	90.83	86.58	46.01	45.21	90.51	102.19
	38.67		81.21		44.63		117.82	
	39.84		87.71		45.00		98.23	
④ショット プラス+ 接着剤 I	38.29	38.23	88.92	89.05	39.58	39.77	57.71	80.19
	38.16		86.21		42.37		122.84	
	38.25		92.01		37.36		60.03	
⑤ショット プラス+ 接着剤 II	30.09	31.01	90.25	82.19	38.07	34.80	50.23	49.60
	29.78		76.07		34.31		49.49	
	33.16		80.23		32.03		49.06	
⑥グルー ピン+ のみ	28.31	24.08	72.06	64.53	25.56	25.94	89.02	88.18
	19.62		56.13		26.31		87.34	
	24.32		65.39		—		—	
⑦グルー ピン+ ショット+ プラス B	28.42	28.21	66.62	64.07	32.83	32.90	76.82	75.26
	28.00		61.70		32.96		73.69	
	28.21		63.88		—		—	
⑧切削 機 +シ ョット+ラ ストB	34.56	34.27	71.83	72.03	41.83	41.31	61.48	64.29
	34.65		69.74		41.21		66.98	
	33.60		74.53		40.88		64.41	
⑨ダミー (一 体 化 供 試 体)	37.87	37.31	91.08	84.68	41.60	39.59	79.13	80.57
	38.06		75.98		37.05		78.54	
	36.00		87.00		40.11		84.05	

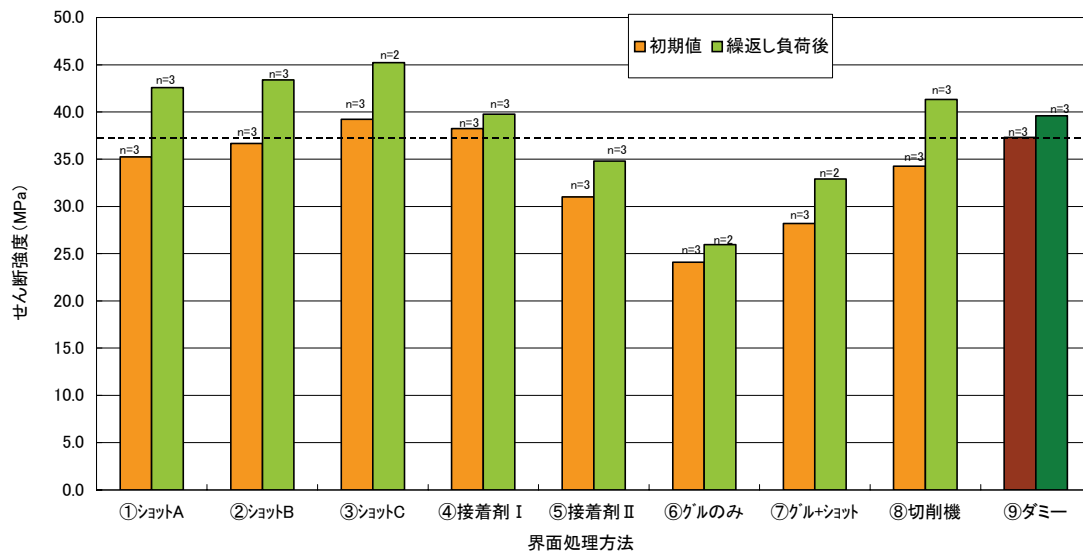


図-3.2.5 せん断強度

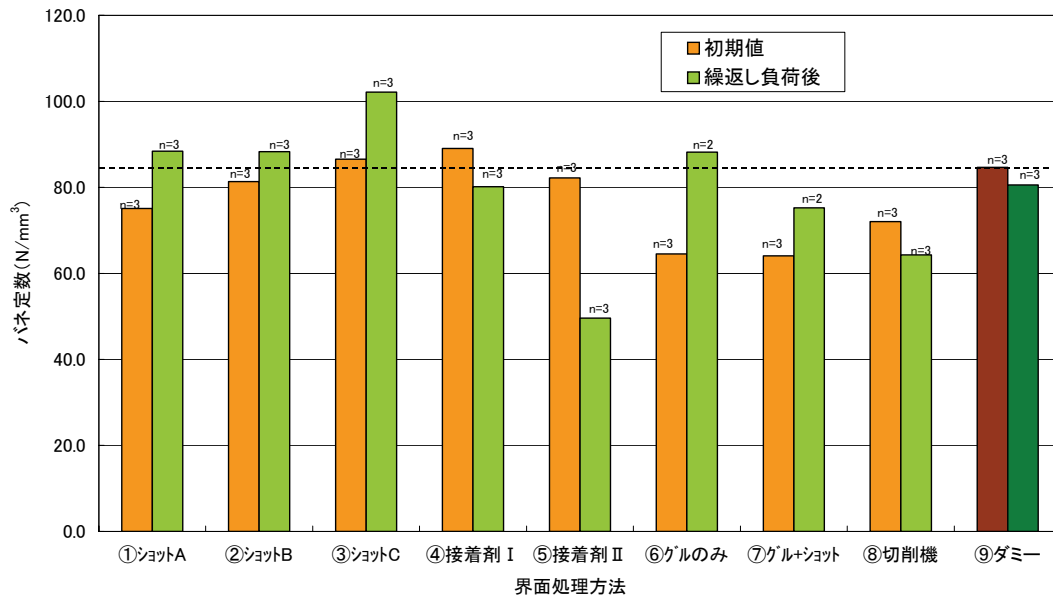


図-3.2.6 割線バネ定数



写真-3.2.5 せん断試験状況



ii) 引張接着試験結果

引張接着試験結果を表-3.2.9, 図-3.2.7に示す。なお、初期値のせん断試験実施時の材齢は、下地コンクリート：52日、オーバーレイコンクリート：30日であり、繰返し負荷後のせん断試験実施時の材齢は、下地コンクリート：119日、オーバーレイコンクリート：97日である。

引張接着試験状況を写真-3.2.6に示す。



写真-3.2.6 引張接着試験状況

表-3.2.9 引張接着試験結果

界面処理の方法	引張接着強度 (MPa)			
	初期値		繰返し負荷後	
①ショットブラスト A	0.93	0.99	1.34	1.42
	1.03		1.52	
	1.02		1.41	
②ショットブラスト B	1.00	1.38	1.84	1.83
	1.98		1.79	
	1.15		1.85	
③ショットブラスト C	2.04	1.71	2.41	2.40
	1.23		2.42	
	1.86		2.38	
④ショットブラスト +接着剤 I	2.61	2.59	2.48	2.51
	2.58		2.28	
	2.58		2.77	
⑤ショットブラスト +接着剤 II	2.51	2.51	2.60	2.58
	2.50		2.49	
	2.51		2.65	
⑥グルーベシクのみ	1.81	1.80	—	—
	1.63		—	
	1.95		—	
⑦グルーベシク +ショットブラスト B	2.43	2.40	—	—
	2.21		—	
	2.57		—	
⑧切削機 +ショットブラスト B	2.22	2.21	2.38	2.40
	2.04		2.36	
	2.37		2.45	
⑨ガミー (一体化供試体)	2.48	2.49	2.56	2.59
	2.42		2.49	
	2.56		2.71	

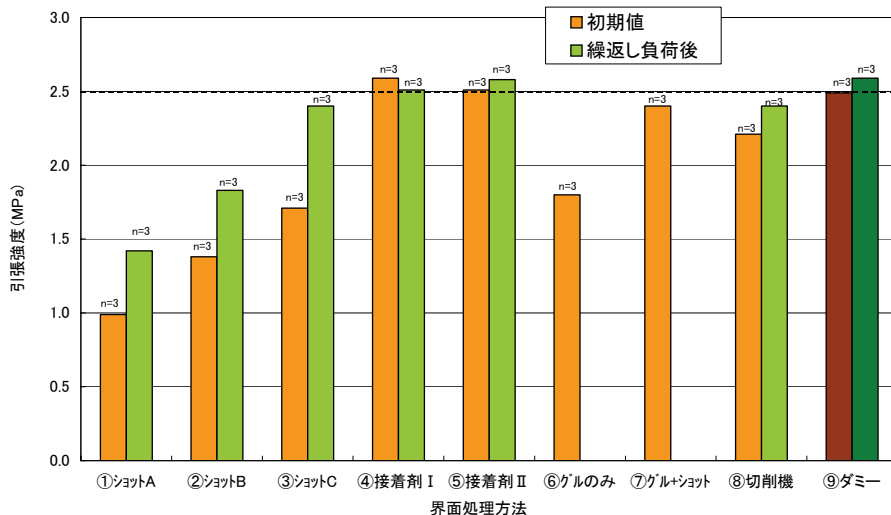


図-3.2.7 引張接着試験結果

表-3.2.10 総合評価結果

界面処理の方法	せん断強度		割線パネ定数		引張接着強度		総合評価	評価基準
	初期値	負荷後	初期値	負荷後	初期値	負荷後		
①ショットアラスト A	○	○	○	○	×	×	×	個々の項目 ○：一体化供試体の90%以上 △：一体化供試体の85%以上 ×：一体化供試体の85%未満  総合評価 ○：すべての項目○ △：1項目× ×：2項目以上×
②ショットアラスト B	○	○	○	○	×	×	×	
③ショットアラスト C	○	○	○	○	×	○	△	
④ショットアラスト +接着剤 I	○	○	○	○	○	○	○	
⑤ショットアラスト +接着剤 II	×	△	○	×	○	○	×	
⑥ゲル-ヒソングのみ	×	×	×	○	×	-	×	
⑦ゲル-ヒソング +ショットアラスト B	×	×	×	○	○	-	×	
⑧切削機 +ショットアラスト B	○	○	△	×	△	○	△	

iii) せん断強度と引張接着強度の相関

室内試験ではせん断試験を引張接着試験を実施した。この両者に高い相関関係があれば、今後どちらか一方の試験で付着強度特性を代表させることができると考えられた。しかし、今回実施したせん断試験結果(表-3.2.8)および引張接着試験結果(表-3.2.9)より、両者の相関は図-3.2.8に示すとおり寄与率( $R^2$ )が限りなく0に近いことから、無相関という結果となった。このことから、事前の室内検討ではせん断試験と引張接着試験の両面から検討を行うことが望ましいと考えられる。なお、図-3.2.8には初期値と繰り返し負荷後の全てのデータをプロットしている。

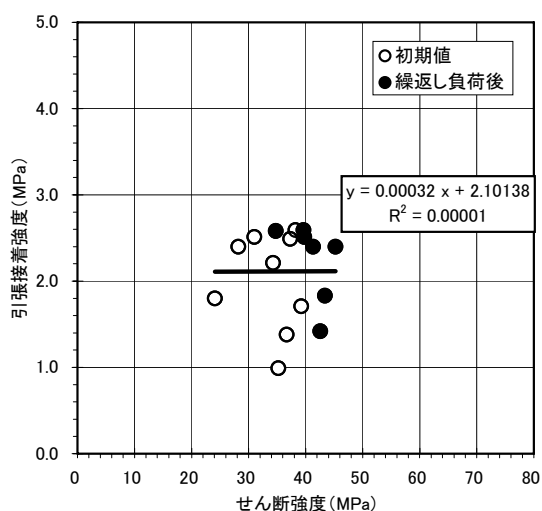


図-3.2.8 せん断強度と引張接着強度の関係

iv) まとめ

- ① 図-3.2.5より、一体化供試体(No.⑨ダミー)のせん断強度は圧縮強度の70%程度の大きさになっており、一般的な傾向である1/4~1/7(15%~25%)と比較して、かなり大きな値になっている。これは、本試験方法が純せん断ではなく、垂直荷重を考慮した試験法であることが大きな要因と思われる。また、繰り返し負荷後のせん断強度は初期値と同等以上になっており、今回実施した圧縮負荷に対してはせん断強度の低下は認められないという結果となった。
- ② 図-3.2.5においてNo.①~⑧の打継ぎ供試体で見ると、グルーピングを施した供試体(No.⑥, ⑦)のせん断強度が他に比べて低い結果となっている。次いで、No.⑤(接着剤Ⅱ), No.⑧(切削機)が低い。一方、No.②(ショットブラストB), No.③(ショット

ブラストC), No.④(接着剤Ⅰ)は高いせん断強度を示しており、一体化供試体と遜色のない結果が得られている。(ただし、後述するように引張接着強度では、ショットブラストのみの供試体(No.①, ②, ③)の性状は良好とはいえない)

- ③ 図-3.2.6は割線バネ定数の結果を示しているが、この値が大きいほど層間の付着は強く、一体化供試体に近いと考えられる。このような観点から考察すると、図-3.2.5のせん断強度の場合と同様に、No.②(ショットブラストB), No.③(ショットブラストC), No.④(接着剤Ⅰ)が良好であると判断できる。
- ④ 図-3.2.7の引張接着強度の結果から、良好な性状を示したのは接着剤を用いたNo.④, ⑤であり、次いで切削機のNo.⑧であった。せん断試験で良好であったショットブラストのみの供試体(No.①, ②, ③)は引張接着強度では必ずしも良好とはいえない結果となった。
- ⑤ せん断強度と引張接着強度には相関関係が認められなかったことから、室内試験による事前検討ではせん断試験と引張接着試験の両面から検討を行うことが望ましいと考えられる。
- ⑥ せん断試験結果および引張接着試験結果より、総合的に判定した結果を表-3.2.10に示す。表-3.2.10より、ショットブラスト+接着剤Ⅰによる界面処理方法が最も良好な結果を示したことから、試験施工では本工法を主体として実施するものとする。また、比較対象としてショットブラストのみと切削+ショットブラストの各工法についても実施することとする。