

## 7.2 必要付着強度と標準工法仕様の検討

### (1) 必要付着強度の検討

前節における解析結果から、新旧コンクリート界面の剥離を防止するためには、界面に発生する垂直応力に着目する必要があるとわかった。このことから、試験舗装施工前後に実施した引張強度試験結果を参照し、必要付着強度の確認方法について検証する。

図-7.2.1に、試験舗装施工前後に実施した現場ならびに室内引張試験結果をまとめた（多数の供試体が既設コンクリートで破壊した、SFRCを用いたC-c工区は除外した）。実施した引張試験条件には若干の相違があるが、ここでは試験条件を考慮せず、同一の界面処理を施した供試体の引張強度をまとめた。

同一工区における引張強度には、かなりの変動が認められる。各工区における引張強度の変動係数の平均は17%程度であり、変動が非常に大きいことから、付着強度を試験により確認するためには、この変動を考慮する必要があると考えられる。

今回施工した試験舗装の剥離状況の有無、ならびに引張試験結果と引張強度の変動に着目すると、図-7.2.1に示したとおり、界面に必要な付着強度として、最小引張強度が1.6MPa以上であることが必要と考えられる（普通ポルトランドセメント使用、材齢91日）。また、界面の引張強度を確認するうえでは、以下のことに留意する必要がある。

- ①新旧コンクリート界面における付着強度の確認は引張試験にて実施することとし、引張強度の変動が大きいことを考慮して、なるべく多くの供試体で試験を実施し、最小引張強度が1.6MPa以上であることを確認する。
- ②現場引張試験強度と室内引張試験強度の相関は比較的高いが、現場引張試験では試験時の切削を新旧コンクリート界面まで正確に実施することは困難であること、切削深さは引張強度の変動に影響すると考えられることから、室内引張試験により検証するのが望ましい。
- ③検討する施工条件が、本研究の試験舗装で実施確認した施工法や使用材料と異なる場合は、新たに試験舗装を製作し、少なくとも1年間の長期観測を実施した上で適用性を判断することが望ましい。その場合は、試験舗装とは別に、引張試験供試体採取用のテストピットを設けるのがよい。

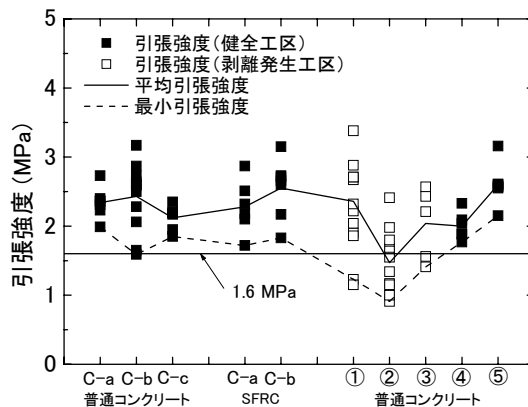


図-7.2.1 室内ならびに現場付着強度

### (2) 標準工法仕様の検討

#### a) シリーズ A 工区

##### i) 長期観測の結果から推奨される処理方法

6.2の長期観測用版とテストピット1の観測結果によれば、版厚10cmのオーバーレイ構造において、WJ処理した工区である処理方法a, b, cの工区の中でも、WJのエネルギーが小さい処理方法cで、長期観測版（レーン番号R）もテストピット1（レーン番号RR）でも隅角部に若干の剥離箇所の存在が打音調査で推定されることから、現時点では処理方法aおよび処理方法bまでが、確実な付着工法として推奨される。

##### ii) 引張強度のばらつきと必要付着強度の関係

6.1で示されたシリーズAに関係する界面の引張強度結果（テストピットその2から採取、レーン番号C）を表-7.2.1に再整理して示す（図-7.2.1参照）。さらに、既設コンクリート版で破壊した場合を除いて整理したのが、表-7.2.2である。この結果より選定した範囲のWJ処理条件の範囲では、以下の事項がわかる。

- ①WJ処理方法およびオーバーレイコンクリートの種類が引張強度に及ぼす影響は明確ではなかった。
- ②全個数24ヶの引張強度の平均値は2.45MPa、最小値1.93MPa、標準偏差は0.32、変動係数13%であった。既設版からの破壊の場合を除くと、最小でも2.06MPaとなっている。この平均値は、構造設計上必要とされる1.6MPaを標準偏差の3倍上回った値に相当し、1.6MPaを下回る付着強度が発生する確率は著しく小さいと推定される。

表-7.2.1 界面の付着引張強度結果 (テストピットその2)

工区名	普通コンクリート					SFRC					平均	最大	最小	標準偏差	変動係数 (%)
	1	2	3	4	平均	5	6	7	8	平均					
C-a	2.05	2.10	2.62	2.36	2.28	2.34	2.18	2.32	2.06	2.23	2.25	2.62	2.05	0.19	8.64
C-b	2.60	2.79	2.74	2.73	2.72	2.70	2.73	2.17	2.04	2.41	2.56	2.79	2.04	0.29	11.30
C-c	2.35	2.54	2.20	1.93	2.26	2.73	3.24	2.43	2.78	2.80	2.53	3.24	1.93	0.40	15.83

網掛け部分は既設コンクリート側で破壊

全平均	全最大	全最小	標準偏差	変動係数 (%)
2.45	3.24	1.93	0.31	12.82

(単位 : MPa)

表-7.2.2 界面の付着引張強度結果 (テストピットその2, 既設版での破壊を除く)

工区名	平均	最大	最小	標準偏差	変動係数 (%)
C-a	2.25	2.36	2.06	0.13	5.71
C-b	2.56	2.73	2.17	0.27	10.38
C-c	2.60	3.24	2.20	0.56	21.65

全平均	全最大	全最小	標準偏差	変動係数 (%)
2.44	3.24	2.06	0.30	12.49

(単位 : MPa)

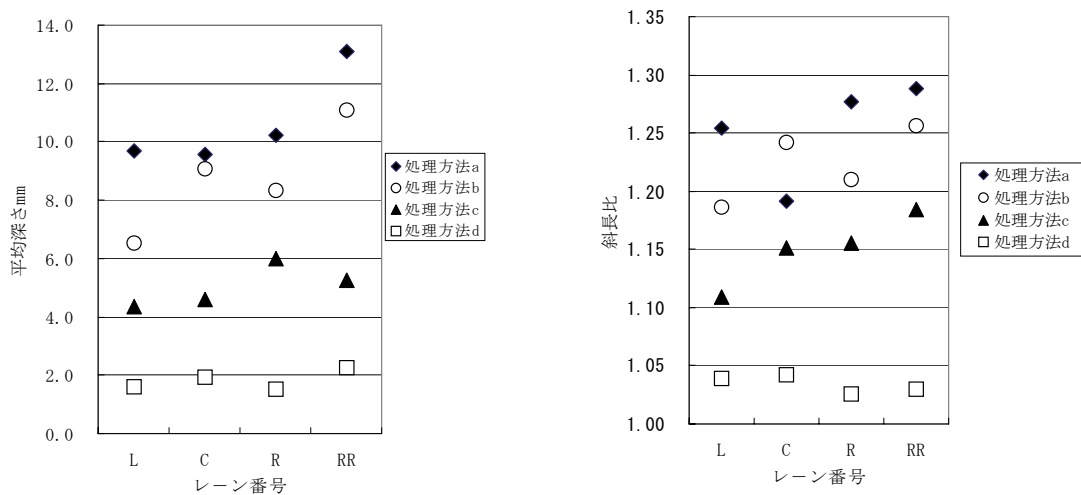


図-7.2.2 処理方法と平均深さ, 斜長比の関係

iii) シリーズ A 工区の施工仕様

ii) では構造解析でクリティカルとされた引張強度に関し、今回設定した WJ の処理エネルギーが引張強度に及ぼす影響は明確ではなかったものの、引張強度は必要付着強度を十分に満足する高い強度を示すと判断された。

一方、i) で述べたように、今回設定した WJ の設定範囲内でもエネルギーの小さい場合（処理方法 c）で、厚さ 10cm の場合に、隅角部に剥離している兆候も見られた。これは、処理面のキメの大小为界面剥離の経時的な進展に影響を及ぼすことを示唆している。したがって、路面のキメの基準を設定すれば、付着強度はもとより、付着強度の耐久性を確保して、経時的な剥離の危険性も小さいことを確認できると考えられる。

路面のキメを図-7.2.2、表-7.2.3 に再掲する。ここで、処理方法 c で若干界面剥離の兆候が見られたことから、安全側に判断して、処理方法 a, b のキメで耐久的な付着を確保できると考えられた。処理方法 a, b における平均深さ、斜長比の最小の値は、それぞれ 6.51mm, 1.19 であることから、これを丸めて、平均深さ 6.5mm 以上、斜長比 1.2 以上を WJ 処理後のキメの判断基準とする。

なお、本基準は、平均深さ、斜長比の最小値に関しては、成田国際空港の基準（表-7.2.3 の換算基準参照）よりも高くなっているが、これは、本開発では、①既設版が NC 版上でのその実績が無いこと、②オーバーレイコンクリートには通常のコンクリートを用いており、乾燥収縮が成田国際空港で採用されている特殊コンクリートより大きいこと、③オーバーレイコンクリート層の厚さが薄層で鉄筋や鉄網が挿入されておらず FOD 対策からキメを深め付着の耐久性を確保しておきたいとの観点によっていること等のためである。

以上より、NC 舗装版上の WJ 処理を用いた付着オーバーレイ工法では、WJ 処理後に、レーザ変位計によるプロファイルの測定（0.5mm ピッチ、延長 20cm、2.5cm 間隔の測線で複数線）を実施し、平均深さ 6.5mm 以上、斜長比 1.2 以上を確認することにより、構造的に必要な付着強度を十分な確実性で満足することができ、かつ長期暴露でも剥離が生じない処理面を確保することができると判断される。

表-7.2.3 レーザ変位計によるプロファイル測定結果

レーン		処理方法				基準*
		a	b	c	d	
L	測点	L-a	L-b	L-c	L-d	—
	斜長比	1.25	1.19	1.11	1.04	1.14以上
	平均深さ (mm)	9.68	6.51	4.36	1.59	5.73~9.97
	測点数	4200	4800	5400	5400	—
C	測点	C-a	C-b	C-c	C-d	—
	斜長比	1.19	1.24	1.15	1.04	1.14以上
	平均深さ (mm)	9.58	9.07	4.58	1.94	5.73~9.97
	測点数	4800	3600	1800	5400	—
R	測点	R-a	R-b	R-c	R-d	—
	斜長比	1.28	1.21	1.16	1.03	1.14以上
	平均深さ (mm)	10.23	8.32	5.98	1.54	5.73~9.97
	測点数	2400	3600	3600	5400	—
RR	測点	RR-a	RR-b	RR-c	RR-d	—
	斜長比	1.29	1.26	1.18	1.03	1.14以上
	平均深さ (mm)	13.11	11.09	5.27	2.28	5.73~9.97
	測点数	4200	2400	5400	5400	—
平均	斜長比	1.25	1.22	1.15	1.03	1.14以上
	平均深さ (mm)	10.65	8.75	5.05	1.83	5.73~9.97
最大	斜長比	1.29	1.26	1.18	1.04	1.14以上
	平均深さ (mm)	13.11	11.09	5.98	2.28	5.73~9.97
最小	斜長比	1.19	1.19	1.11	1.03	1.14以上
	平均深さ (mm)	9.58	6.51	4.36	1.54	5.73~9.97

\*本基準は、表-2.2.2の表面処理管理基準をレーザ変位計のキャリブレーションにより変換した値であり、表-2.2.2と同等な表面性状を表している。本試験では、ニッケン（株）製レーザ変位計を使用している。

b) シリーズ B 工区

シリーズ B 工区に関しては、ショットブラストのみを施した①、②工区および切削機+ショットブラストの③工区は施工後早期より新旧界面における剥離が認められたこと、ならびに図-7.2.1の付着試験結果からも強度不足の箇所が見受けられるうえ、付着強度のばらつきが大きいことから、これらの界面処理方法では十分な新旧層の付着は確保できないものと考えられる。一方、接着剤を用いた④、⑤工区は施工後1年以上が経過した時点でも剥離が認められていないこと、ならびに図-7.2.1の付着試験結果からも必要付着強度である 1.6MPa 以上の強度が得られていることから、この両工区においては新旧層界面の付着は十分に確保されているものと考えられる。

以上のことから判断すると、シリーズ B 工区における新旧界面処理方法は、ショットブラスト（投射密度 150kg/m<sup>2</sup>）にて既設コンクリート面を研掃した後に、接着剤 I（エポキシ系）を 1.0l/m<sup>2</sup> の量が塗布する方法を標準仕様とすることが望ましいと考える。なお、端部や凸部等のすり付け部においては品質確保の面から、いわゆるゼロすり付けは避ける必要があることから、オーバーレイコンクリート厚が 5cm 未満となる箇所（端部、凸部等）は切削機により事前に切削した後にエポキシ系接着剤を 1.3l/m<sup>2</sup>（既設コンクリートの粗骨材の最大寸法が

40mm の場合) の量で塗布するものとする。

接着剤としては、本研究で用いたものを基本とするが、耐久性を考慮して、表-7.2.4 に示すような性能を有するものが適当であると考えられる。

表-7.2.4 用いる接着剤の性能 (試験温度 : 20℃)

項目	試験方法	性能
圧縮強さ	JIS K 7181	50 MPa 以上
圧縮弾性係数	JIS K 7181	1000 MPa 以上
曲げ強さ	JIS K 7171	35 MPa 以上
引張せん断強さ	JIS K 6850	10 MPa 以上
コンクリート付着強さ	JIS A 6909	1.6 MPa 以上または母材破壊
残留引張強度 (材料耐久性)	強度試験 : 室内引張試験 ----- 暴露条件 : JIS K 6857 処理条件 E	90%以上または母材破壊 (暴露後の強度 / 初期の強度)