

DFテストによる滑走路面すべり摩擦係数 測定マニュアル

平成29年8月

国土交通省 航空局

目次

第1章 総則

- 1. 1 目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
- 1. 2 適用範囲・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
- 1. 3 用語の定義・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
- 1. 4 調査フロー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2

第2章 測定方法

- 2. 1 測定機器・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4
- 2. 2 キャリブレーション・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4
- 2. 3 測定位置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
- 2. 4 測定頻度・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
- 2. 5 測定方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
- 2. 6 とりまとめ項目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8

第3章 評価手法

- 3. 1 DFテストの計測値の取り扱い及び低下傾向の把握・・・・・・・・10
- 3. 2 DFテストの採用値・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10
- 3. 3 SFTのすべり摩擦係数への換算・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10
- 3. 4 SFTのすべり摩擦係数へ換算した場合の閾値・・・・・・・・・・・・11

第4章 参考資料

- 4. 1 計測帳票例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12
- 4. 2 管理資料例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・14

第1章 総則

1.1 目的

本マニュアルは、SFT（サーフェイス・フリクション・テスト）の代替手法として、DFテスト（ダイナミック・フリクション・テスト）による測定手法を示すことにより、維持管理業務の合理的な実施に資することを目的とする。

1.2 適用範囲

本マニュアルは、滑走路面のすべり摩擦係数が比較的高い状態の空港（グルーピングあり）において、DFテストをSFTの代替として滑走路面のすべり摩擦係数の測定に適用する。

【解説】

(1) 全ての空港は「空港内の施設の維持管理指針」（平成26年4月）に準拠して空港毎に維持管理に関する規定を定めることとされている。同指針では、滑走路の路面の摩擦係数の測定は、定期点検の実施項目に分類されており、湿潤時の摩擦係数の測定をSFTにより実施することが標準とされている。このため、SFTによる測定を原則としつつ、滑走路面のすべり摩擦係数が比較的高い状態の空港（グルーピングあり）において、DFテストの使用（代替）を許容し、すべり摩擦係数が低くなってきた場合は、SFT調査に移行することとする。

1.3 用語の定義

SFT：	サーフェイス・フリクション・テスト、自動湿潤機能を有する連続摩擦係数測定装置
DFテスト：	ダイナミック・フリクション・テスト、可搬型の動的摩擦抵抗測定器
すべり摩擦係数：	SFTによる舗装面の摩擦の値を指すものとする。
動的摩擦係数：	DFテストによる舗装面の摩擦の測定値を指すものとする。

【解説】

- (1) SFT の測定方法は、「空港舗装補修要領」（国土交通省航空局）に基づくものとする。
- (2) DF テスタの測定方法は、「舗装性能評価法」（(公社)日本道路協会）における「すべり抵抗値を求めるための DF テスタによる動的摩擦係数測定方法」に準拠するものとする。
- (3) 各摩擦係数測定方法により得られる値は、本マニュアルにおいては、上記のとおり呼称するものとする。

1.4 調査フロー

DF テスタを用いた測定結果及び当該空港の運航状況等を考慮し、SFT を用いた詳細調査に移行する場合の手順は、以下の調査フローを参考にできる。

【解説】

- (1) DF テスタの値が SFT 換算値で 0.54 以下となった場合には、調査地点が特異点である場合を考慮し、滑走路延長方向に 5.0m 以内、滑走路幅方向に 0.5m 以内の離隔を確保した地点での合計で 4 点以内の測定値の平均値を以て当該地点の測定値とする。

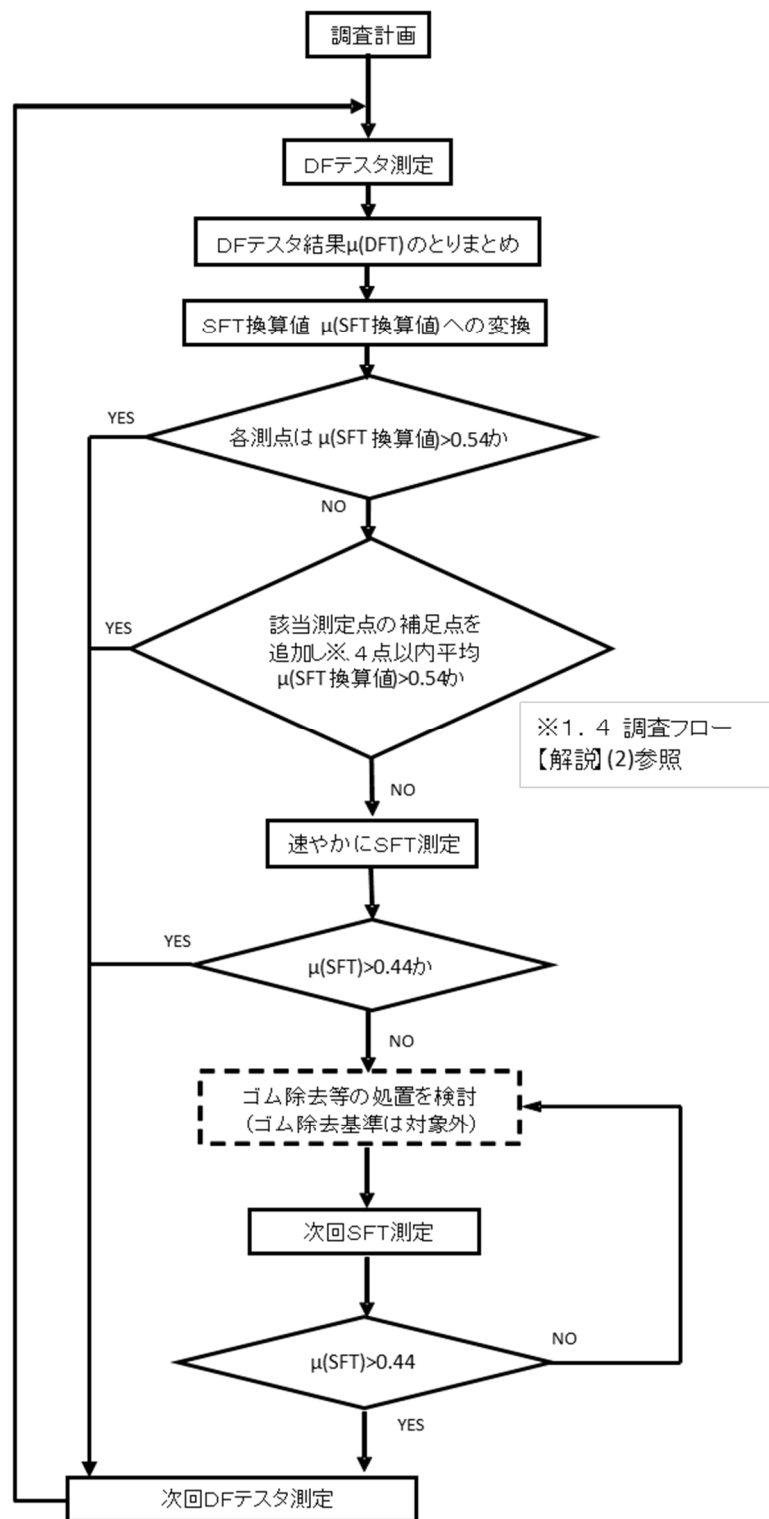


図 1.4.1 調査フロー

第2章 測定方法

2.1 測定機器

測定に用いるDFテストは、「舗装性能評価法」(公社)日本道路協会)に準拠した動的摩擦係数測定器を標準とする。

2.2 キャリブレーション

DFテストは、事前にキャリブレーションを行い、必要流出水量を確認する。

【解説】

- (1) DFテストは、測定に先立ちキャリブレーションを行い、必要流出水量を確認する。
- (2) 流出水量は、3.6 ℓ/min (ASTM 規格) とする。
- (3) 流出水量は、自動制御可能な機構又は図 2.2.1 に示すような流出水量と水頭差の関係のグラフを作成・確認し、路面からの水頭差を設定する等によって管理する。
- (4) ASTM とは、アメリカ材料試験協会 (America Society for Testing and Materials) の略称。

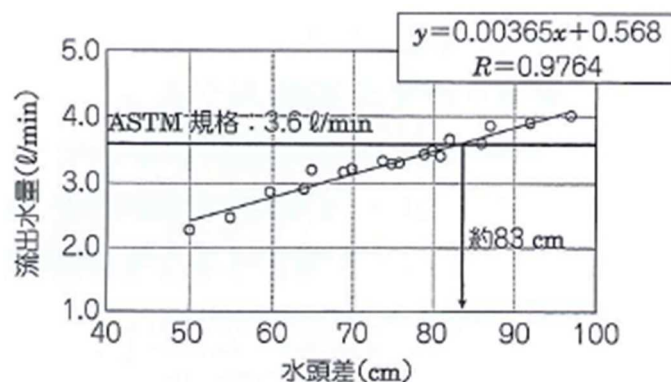


図 2.2.1 水頭差の設定例

2.3 測定位置

- (1) 滑走路横断方向の基準となる DF テスタの測定位置は、SFT で測定される場合の片側 3 測線の中央の測線上とすることを標準とする。
- (2) 滑走路縦断方向の DF テスタの測定位置は、100m毎に設定することを標準とする。
- (3) なお、主進入方向等ゴムの付着傾向が高い区間又はゴムの付着が進行してきた場合等には、必要に応じて測点を追加するものとする。
- (4) DF テスタによる動的摩擦係数の測定に当たっては、滑走路中心線を挟んで両側で測定することを基本とするが、両側での違いが顕著でない場合には、片側でも良いものとし、その場合は滑走路中心線のターミナル側の舗装路面を測定対象とする。
- (5) 測定位置は、摩擦係数の経年変化を把握するため、定点観測が望ましい。

【解説】

- (1) SFT の測定においては、滑走路中心線の左右両側において 3 測線ずつ測定する場合、測線の構成は、基準となる測線の両側に 0.5m 離隔を確保した位置が標準である。DF テスタの測定位置は、SFT で測定した場合と比較ができるよう、これら 3 測線のうち中央の測線と一致させることを標準とする。
- (2) 滑走路横断方向の基準となる DF テスタの測定位置は、当該空港に就航している航空機のうち、機体の大きさ（接地圧の大きさ）や就航便数等ゴムの付着への寄与度を考慮し、対象となる航空機の主脚車輪間隔等も考慮して、空港毎に適切に設定するものとする。
- (3) 滑走路縦断方向の DF テスタの測定位置は、滑走路端部から 100m毎に刻むことを標準とし、100m区画毎の配点は、SFT の調査結果と比較ができるように設定することを標準とする。
- (4) 滑走路縦断方向の測定位置について、滑走路長 2,000m級を図 2.3.1 に配点方法等の例として示す。
- (5) 舗装履歴が古い場合等に、舗装表面がブリストリングの痕跡等で凸凹していたり、表面付近の細粒分が抜けて骨材が露出しているような状態の下で、DF テスタの試験をすると、正確なデータが取れないだけでなく DF テスタが破損する恐れがあるため、測定地点の確定に当たっては、舗装表面の状態を触診した上で、必要に応じて、微修正して確定することも念頭に置いておくことが望ましい。

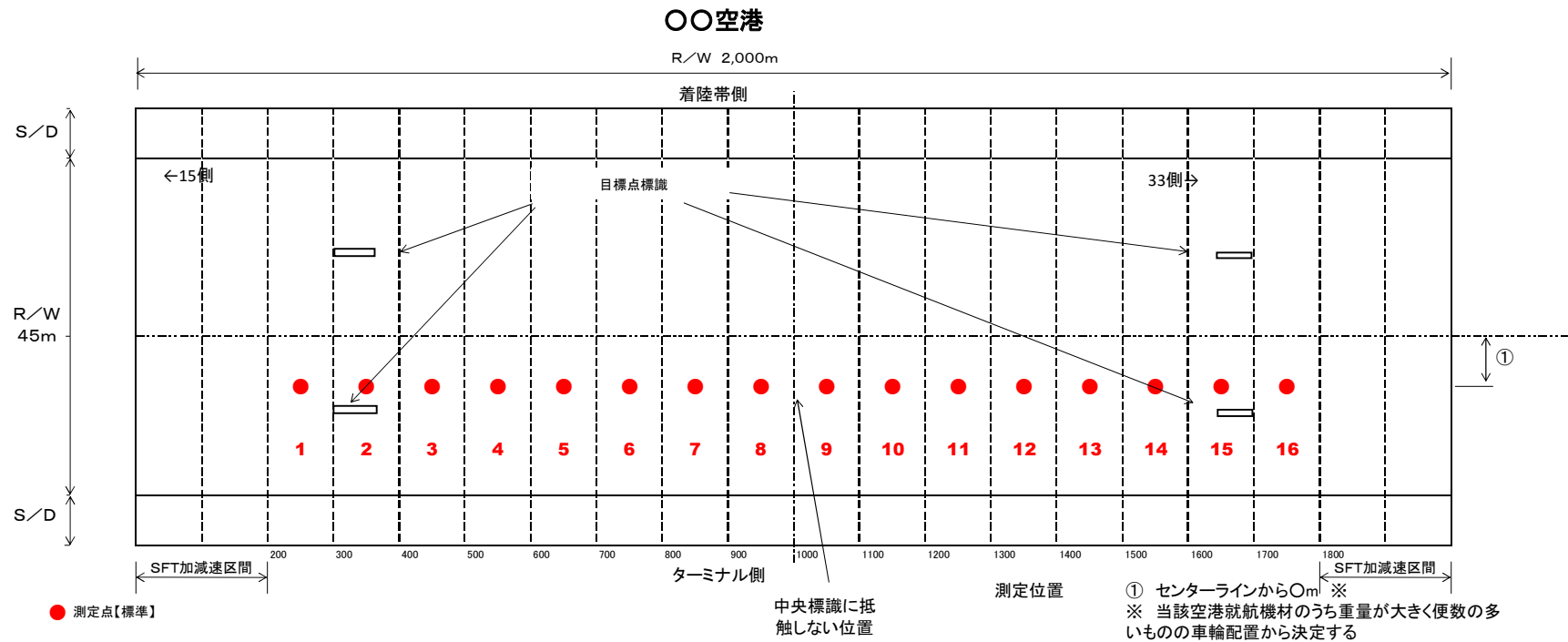


図 2.3.1 縦断方向の配置例 (滑走路長 2,000m の場合)

2.4 測定頻度

DF テスタの測定頻度は、空港毎に適切に設定するものとする。

【解説】

- (1) 「空港内の施設の維持管理指針」において、滑走路の路面のすべり摩擦係数の測定頻度は、原則として指針に基づき空港毎に設定しなければならないと示されている。また、同指針では、従来の空港土木施設管理規程に示されていた点検項目及び点検頻度の例を参考として示されている。

2.5 測定方法

DF テスタの測定方法は、「舗装性能評価法」((公社)日本道路協会)における「すべり抵抗値を求めるための DF テスタによる動的摩擦係数測定方法」に準拠するものとする。

【解説】

- (1) 測定前には、以下の事項についてチェックリストを作成し点検を実施する。
- ① ゴムピースの確認
 - ② 気温、路面温度の測定
 - ③ 路面のゴミ等を除去
 - ④ 必要流出水量の確認
 - ⑤ ゴムピースと円盤を固定しているネジの緩みの確認
- (2) 測定回数は、1 地点につき 4 回行う。データは図 2.5.1 のように初回は参考値扱いとし、2～4 回目の 3 回の平均をもって動的摩擦係数とする。(小数第 3 位を四捨五入し少数第 2 位止め)

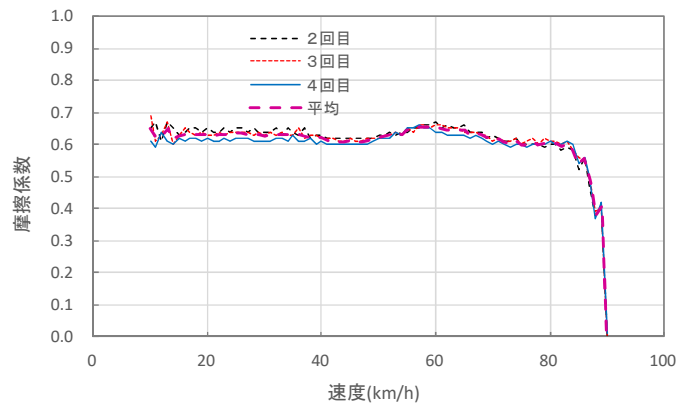


図 2.5.1 動的摩擦係数測定結果例

- (3) 測定手順は以下のとおりとする。
- ① 円盤を路面から離し、駆動モータ等により円盤のタイヤゴムピースの線速度を徐々に上げていき、70 km/h 程度になったら散水する。
 - ② 円盤の回転速度が 90 km/h に達したら回転している円盤を駆動モータから切り離し、円盤のタイヤゴムピースを路面に接地させる。なお、測定中も散水を継続する。
 - ③ タイヤゴムピースの路面への接地と同時にタイヤゴムピースの回転速度と動的摩擦係数を記録装置により記録する。
 - ④ 円盤の回転が止まったら散水を停止する。また、路面温度を測定する。
- (4) ゴムピースの摩耗量が 0.5 mm を超えると動的摩擦係数の変動が考えられるため、ゴムピースの交換直後と測定終了毎にノギスにて摩耗量を測定し、摩耗量が 0.5 mm を超える前にゴムピースを交換する。
- (5) 摩耗量が 0.5 mm を超えていなくても 3 点測定毎にゴムピースを交換することが望ましい。

2.6 とりまとめ項目

DF テスタによる測定を行った場合には、測定対象施設の諸条件及び測定によって得られた項目について、とりまとめを行うものとする。

【解説】

- (1) とりまとめを行う項目は、表 2.6.1 を参考にすると良い。

表 2.6.1 とりまとめ項目の例

とりまとめ項目	記載事項
空港名	〇〇空港
施設名称	〇滑走路
滑走路長	〇〇m
実施年月日	平成〇〇年〇〇月〇〇日
天候	晴れ
舗装表面の所見	グルーピング角欠け、湾曲、目つぶれ等、写真添付 (測定地点毎)
表層の材料種別	ストレートアスファルト、改質アスファルト等の区別
グルーピングの有無	有
路面温度	各測定地点の測定終了時における路面温度 (測定地点毎)

測定時間	各測定地点の測定開始時間 (測定地点毎)
動的摩擦係数の採用値	回転速度50km/hの測定値
SFT 換算値で $\mu 0.54$ (閾値) 以下となる値の有無	無
DF テスタと SFT の換算式	$\mu_{SFT} = 0.87 \mu_{DF} + 0.29$

第3章 評価手法

3.1 DF テスタの計測値の取り扱い（SFT によるすべり摩擦係数への換算） 及び低下傾向の把握

- (1) DF テスタによる動的摩擦係数の計測値を SFT によるすべり摩擦係数に相当する値に換算し、当該 SFT 換算値により各測点毎に管理することを基本とする。その際の相関式は、本マニュアルに規定する相関式とする。（3. 3参照）
- (2) DF テスタ調査による SFT 換算値が、閾値の $\mu 0.54$ 以下となる場合には、空港内の施設の維持管理指針に基づき連続測定である SFT 調査に切り替えることを標準とする。（3. 4参照）
- (3) すべり摩擦係数の低下傾向については、空港毎に航空機の運航状況や施設規模等が異なることから、空港毎に把握することを標準とする。

3.2 DF テスタの採用値

DF テスタの動的摩擦係数の採用値は、回転速度 50km/h の値を用いるものとする。

3.3 SFT のすべり摩擦係数への換算

DF テスタの動的摩擦係数は、式 3.3.1 によって SFT によるすべり摩擦係数に相当する値に変換することができる。

$$\mu_{SFT} = 0.87\mu_{DF} + 0.29 \quad (3.3.1)$$

ここに μ_{SFT} : SFT によるすべり摩擦係数
 μ_{DF} : DF テスタによる動的摩擦係数

3.4 SFT のすべり摩擦係数へ換算した場合の閾値

DF テスタの測定値を SFT の値へ変換して用いる場合は、DF テスタと SFT とで測定方式が異なる不確実性を考慮し、DF テスタから SFT 調査へ移行する場合の閾値として式 3.4.1 を用いるものとする。

$$\mu_{SFT} = 0.54 \quad (3.4.1)$$

第4章 参考資料

4.1 計測帳票例

(1) DF テスタによる動的摩擦係数測定結果 総括表

測定場所 : ○○空港
 測定月日 : ○○年○○月○○日 天候 : 晴れ 測定機種 : No.15-1219D

測点番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	
15側からの距離 (km)	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	0.9-1.0	
路面温度 (°C)	12.1	14.6	14.3	11.1	11.8	11.3	11.1	11.1	
動的摩擦係数 (μ)									
速度 (km)	20	0.60	0.61	0.59	0.63	0.63	0.67	0.59	0.57
	30	0.60	0.60	0.57	0.61	0.63	0.67	0.61	0.56
	40	0.59	0.58	0.55	0.60	0.62	0.63	0.59	0.54
	50	0.56	0.55	0.52	0.56	0.62	0.63	0.57	0.53
	60	0.58	0.55	0.53	0.60	0.66	0.63	0.60	0.56
	70	0.56	0.59	0.51	0.58	0.61	0.61	0.60	0.56
	80	0.55	0.59	0.49	0.57	0.61	0.62	0.63	0.60

測点番号	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	
15側からの距離 (km)	1.0-1.1	1.1-1.2	1.2-1.3	1.3-1.4	1.4-1.5	1.5-1.6	1.6-1.7	1.7-1.8	
路面温度 (°C)	11.8	11.4	11.5	10.9	10.9	11.2	11.2	11	
動的摩擦係数 (μ)									
速度 (km)	20	0.62	0.58	0.62	0.66	0.59	0.40	0.59	0.69
	30	0.63	0.56	0.62	0.66	0.58	0.38	0.56	0.66
	40	0.60	0.57	0.60	0.65	0.55	0.37	0.55	0.62
	50	0.59	0.55	0.59	0.63	0.54	0.35	0.51	0.61
	60	0.57	0.58	0.58	0.64	0.54	0.35	0.50	0.61
	70	0.60	0.56	0.59	0.66	0.53	0.35	0.50	0.61
	80	0.61	0.53	0.60	0.66	0.53	0.34	0.52	0.64

※滑走路指示番号の小さい方が付随する滑走路末端からの距離とする。

(2) 各地点の動的摩擦係数測定結果

DFテスターデータシート

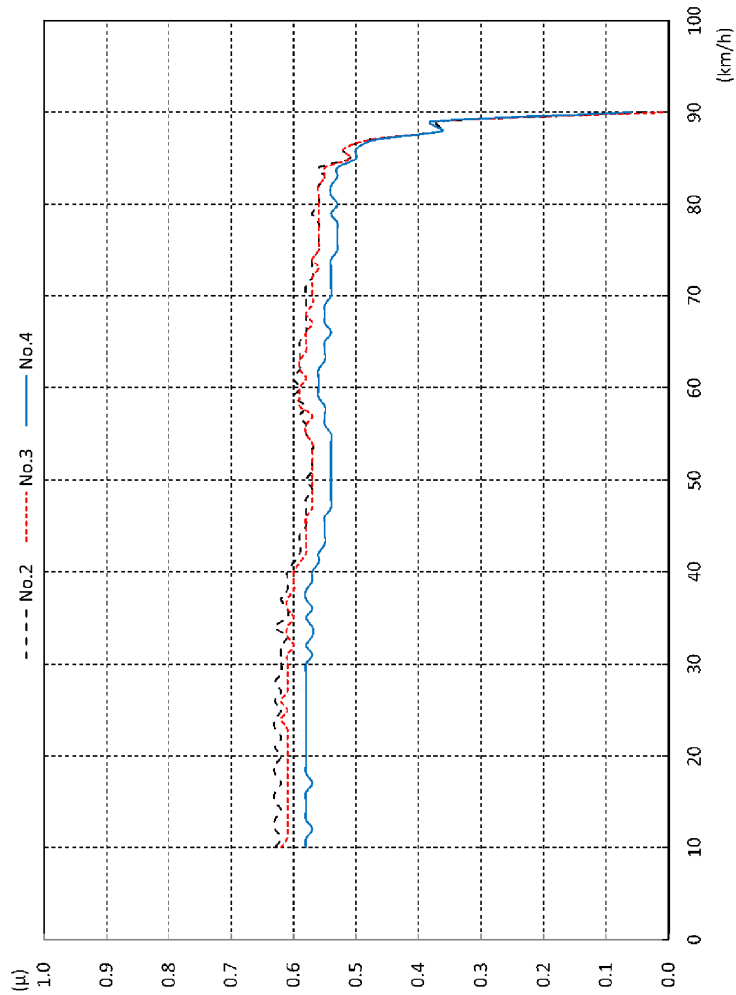
調査工事名: すべり摩擦係数測定調査

測定場所: _____ 天候: 晴れ 路面温度: 12.1 °C

測定位置: A-1 _____ 日付: _____

路面種類: _____ 担当者: _____

測定機種: _____ 移動平均: 100 個 回数: 4

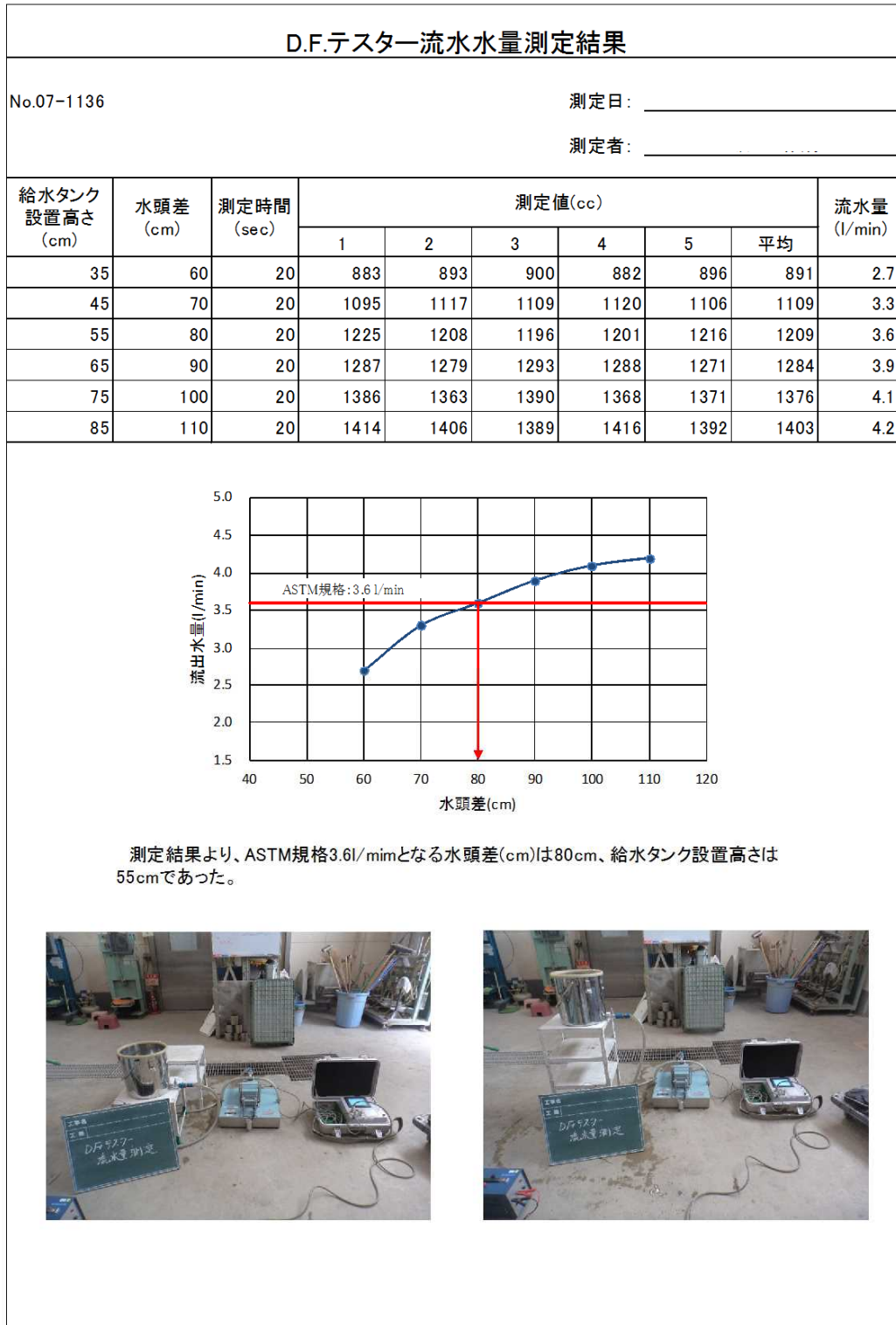


DF代表値	No.1	No.2	No.3	No.4	平均
10 km/h	-	0.63	0.62	0.58	0.61
15 km/h	-	0.63	0.61	0.58	0.61
20 km/h	-	0.62	0.61	0.58	0.60
25 km/h	-	0.62	0.61	0.58	0.60
30 km/h	-	0.62	0.61	0.58	0.60
35 km/h	-	0.61	0.60	0.58	0.60
40 km/h	-	0.61	0.60	0.57	0.59
45 km/h	-	0.58	0.58	0.55	0.57
50 km/h	-	0.58	0.57	0.54	0.56
55 km/h	-	0.58	0.58	0.54	0.57
60 km/h	-	0.59	0.59	0.56	0.58
65 km/h	-	0.59	0.58	0.55	0.57
70 km/h	-	0.58	0.57	0.54	0.56
75 km/h	-	0.56	0.56	0.53	0.55
80 km/h	-	0.56	0.56	0.53	0.55

備考
測定は4回行い、2回目から4回目までの3回の測定値の平均をもって動的摩擦係数とした。

4.2 管理資料例

(1) 流水水量の設定例



(2) 写真管理例



キャリブレーション状況



水頭差現地確認



測定状況



路面温度等確認



ゴム付着の状況



グルーピングの状況 (角欠け・湾曲等)