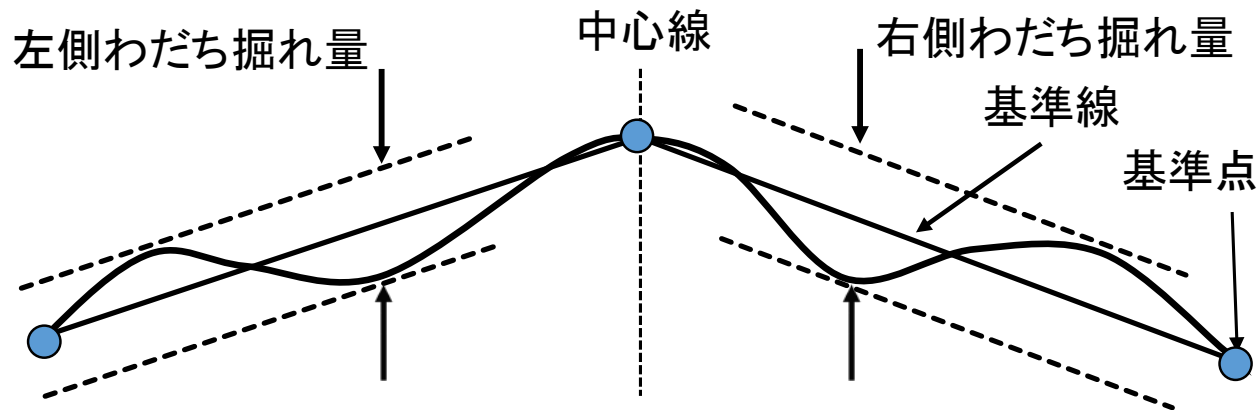


空港アスファルト舗装のわだち掘れ量 算出手法に関する検討

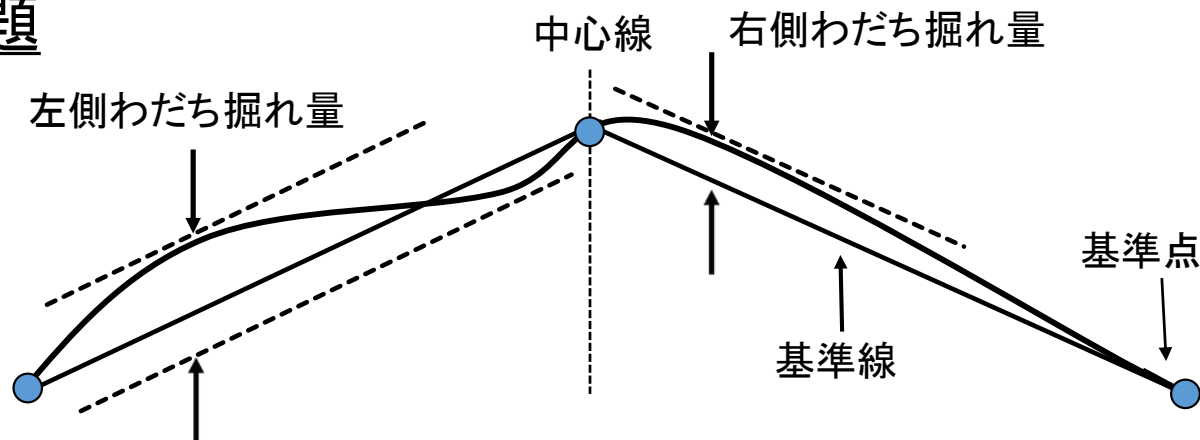
空港施設研究室

○増田達、坪川将丈、河村直哉

従来法の定義



従来法の課題



従来法では、航空機の繰返し走行による塑性変形でない凹凸をわだち掘れ量としてとらえてしまう課題があった。

研究の目的

1. 新たなわだち掘れ量算出手法を二種類検討し、その中で、**従来法の課題を解決する手法を選定**する。
2. 選定した手法の**管理目標値の閾値を設定**する。

表 従来法の管理目標値の閾値

施設	評価ランク				
	A	B1	B2	B3	C
滑走路	10未満	19未満	29未満	38未満	38以上
誘導路	17未満	30未満	44未満	57未満	57以上
エプロン	22未満	38未満	54未満	70未満	70以上

※単位はmm

A: 補修の必要なし

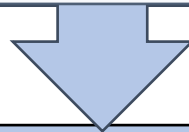
B: 近いうちの補修が望ましい(B1: 優先度 低、B2: 優先度 中、B3: 優先度 高)

C: できるだけ早急に補修の必要がある

1. 新たなわだち掘れ量算出手法の選定

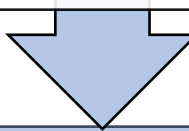
新たなわだち掘れ量算出手法の提示

逐次法と水深法の新たな二種類の手法を示す。



データ概要の提示

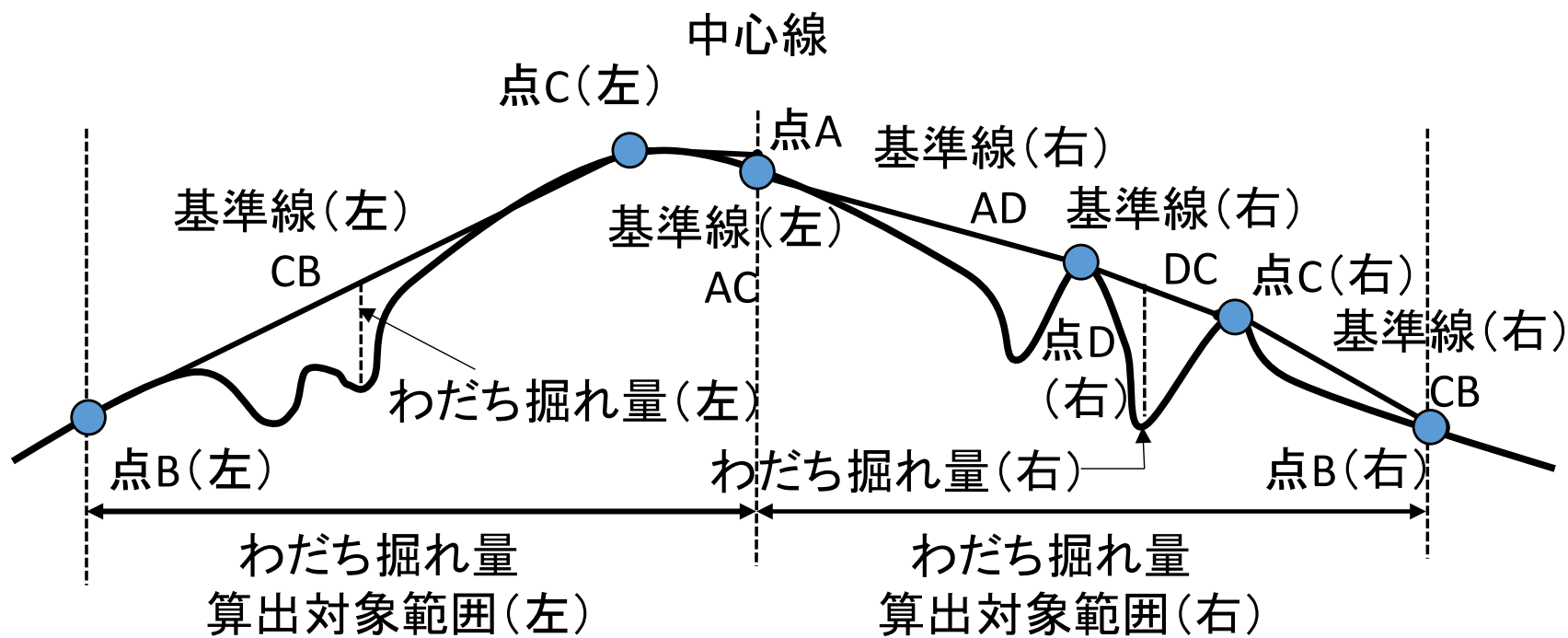
わだち掘れ量算出に利用する実測の横断プロファイルデータの概要を示す。



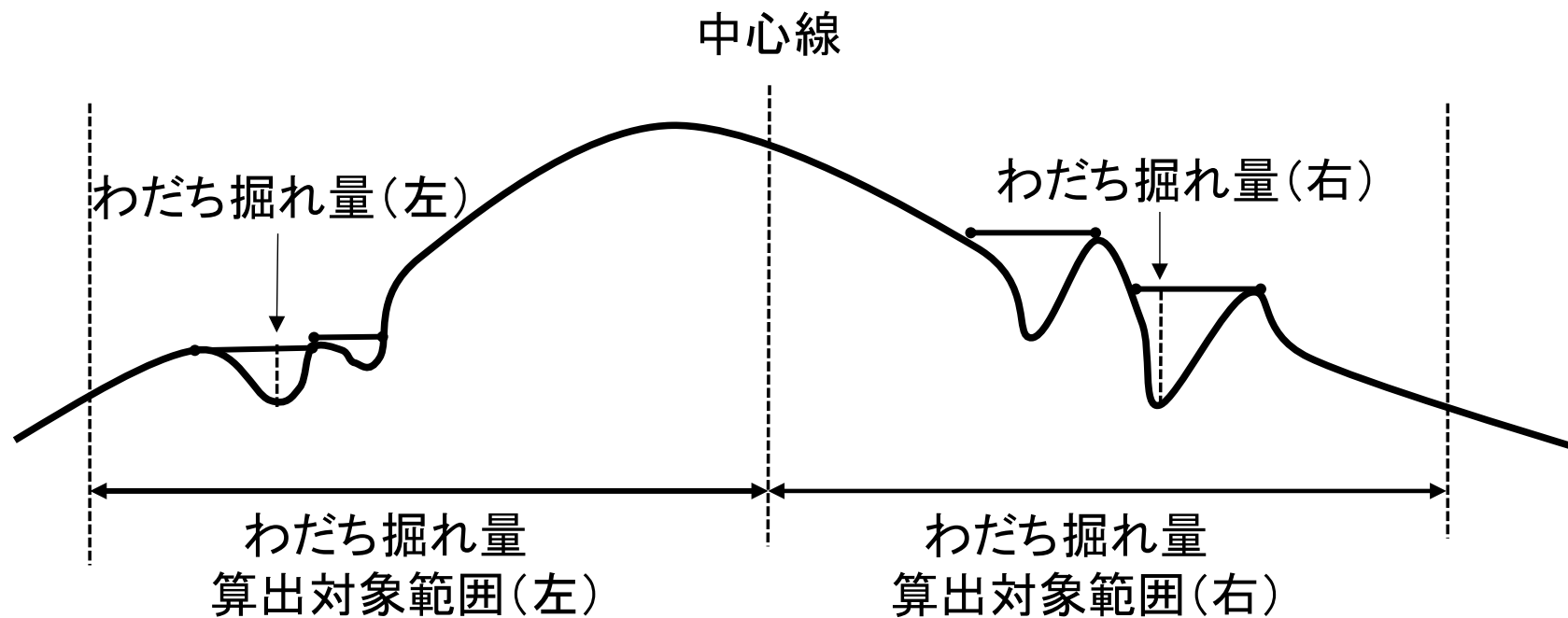
各手法によるわだち掘れ量の比較

実測の横断プロファイルデータを用いて、従来法、逐次法、水深法の全ての手法によるわだち掘れ量の比較を行い、新たなわだち掘れ量算出手法を選定する。

逐次法の定義

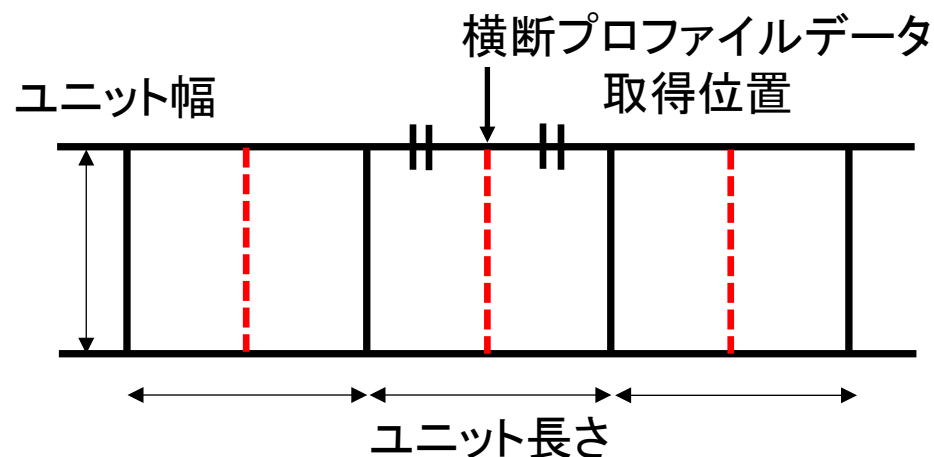


水深法の定義

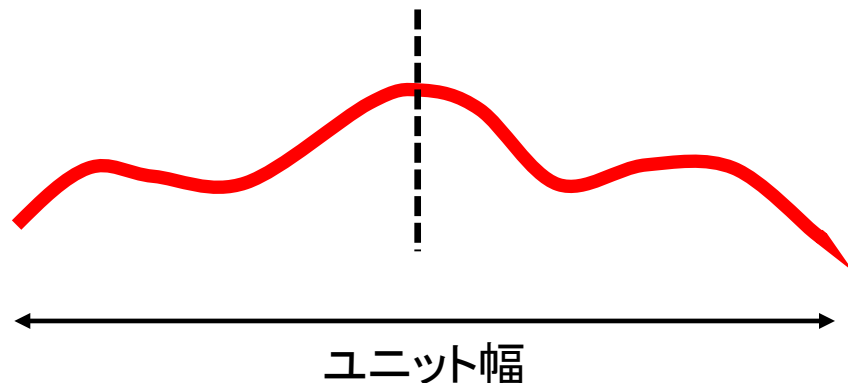


データ概要の提示

ユニット平面図



横断プロファイルデータ



横断プロファイルデータは東京航空局、大阪航空局の空港管理者より提供を受けた。

就航機材サイズ別ユニットサイズ

就航機材	調査ユニットサイズ
大型ジェット機が就航する空港	幅21m×長さ30m
中型ジェット機が就航する空港	幅14m×長さ45m
プロペラ機及び小型機のみが就航する空港	幅7m×長さ90m

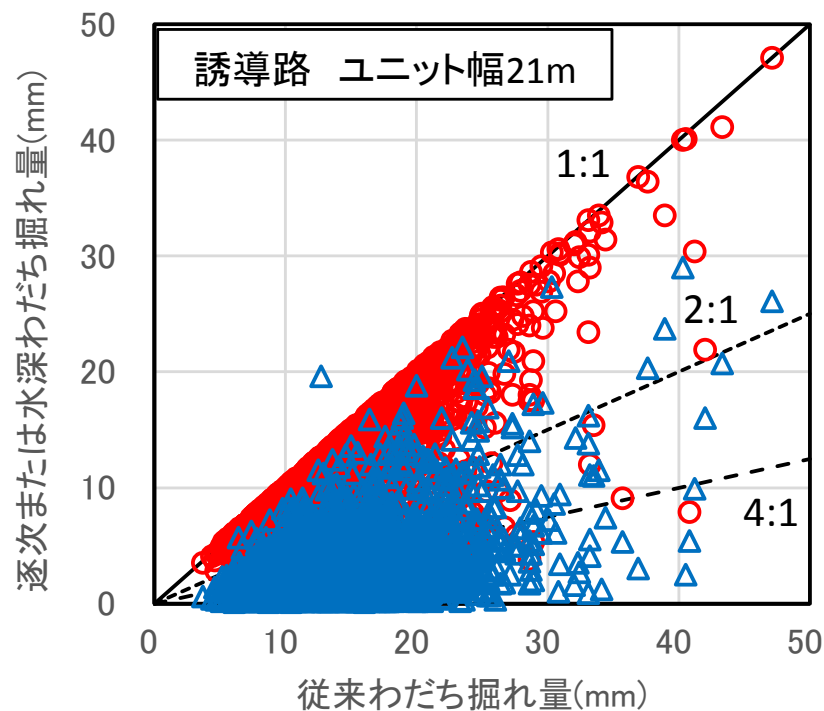
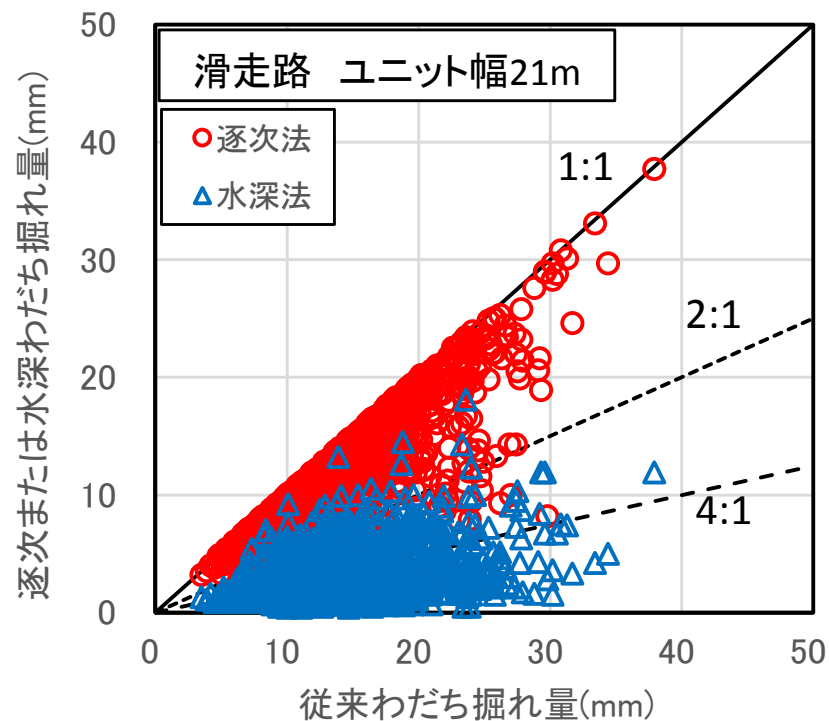
「空港舗装補修要領」(航空局)において、上表に基づき、ユニットの縦断方向中央から横断プロファイルデータを取得することとされている。

施設別・ユニット幅別ユニット数

施設	ユニット幅別ユニット数				
	7m	10m	14m	21m	計
滑走路	43		140	692	875
誘導路	36		164	991	1,191
エプロン	2	5	8	10	25
計	81	5	312	1,693	2,091

国内14空港の平成27年度のデータを施設別・ユニット幅別に集計した。**ユニット幅21m**のデータが**約8割**を占めている。

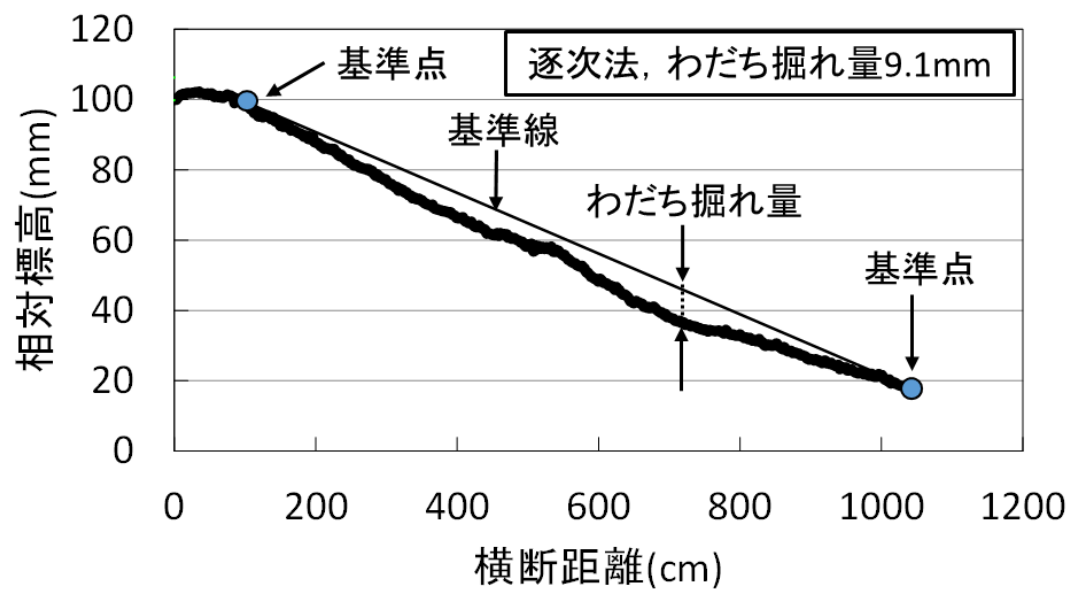
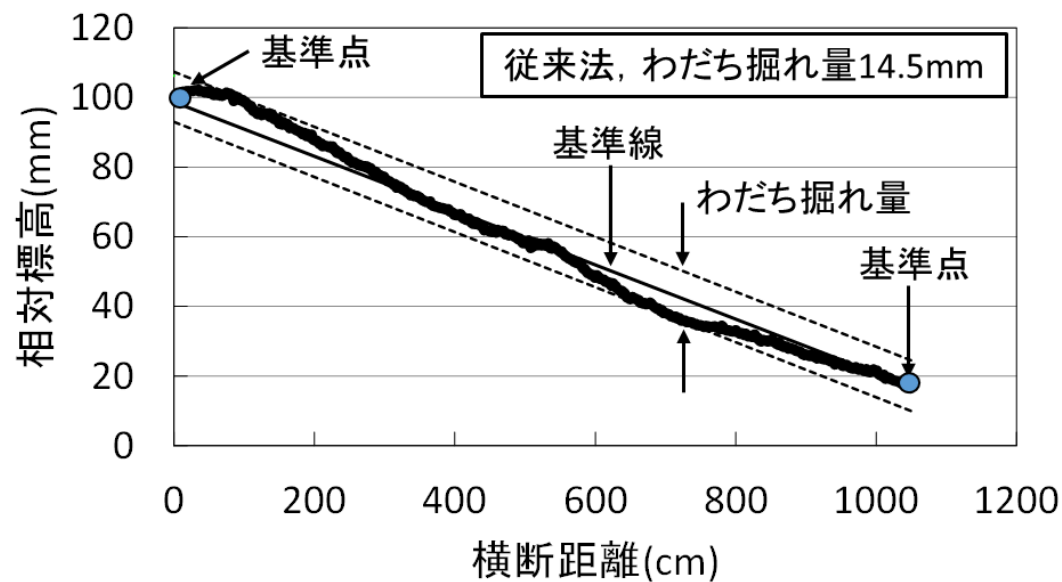
各手法によるわだち掘れ量の比較



逐次わだち掘れ量は従来わだち掘れ量の約1.0倍～0.5倍、
水深わだち掘れ量は従来わだち掘れ量の約0.5倍以下に
データが集中している。

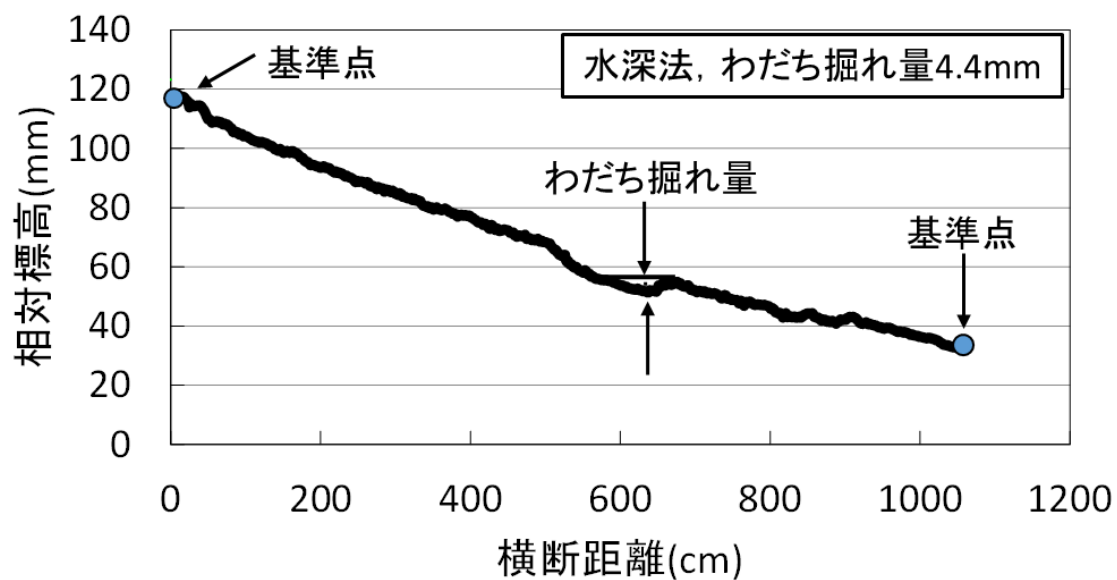
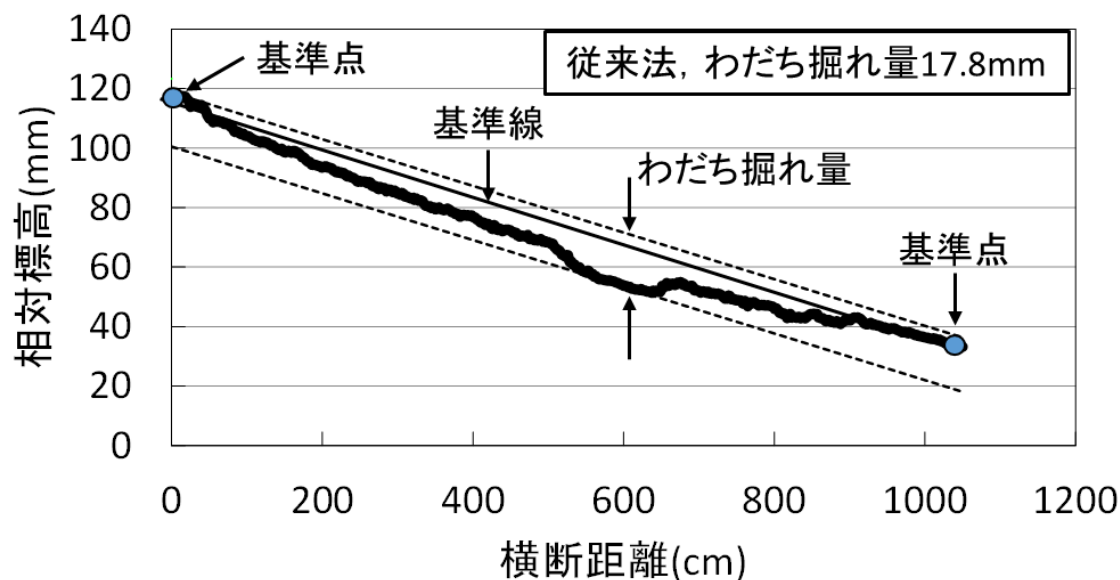
各手法によるわだち掘れ量の比較

従来法と逐次法の比較



各手法によるわだち掘れ量の比較

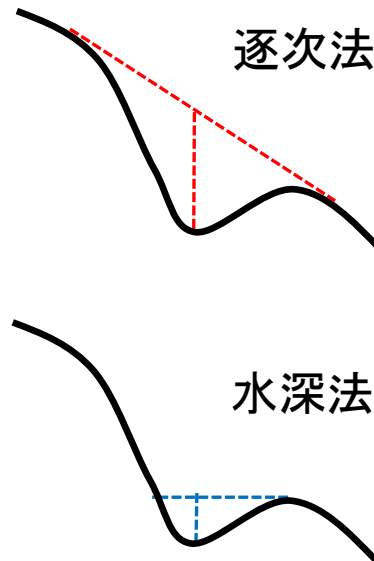
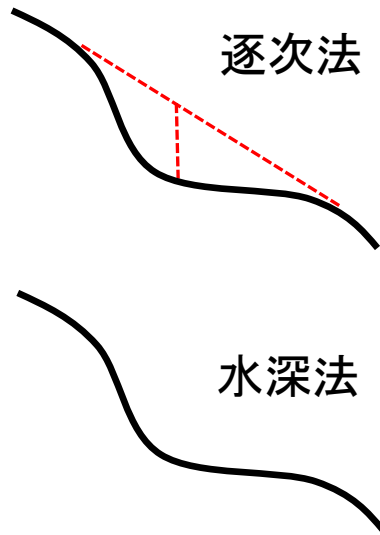
従来法と水深法の比較



各手法によるわだち掘れ量の比較

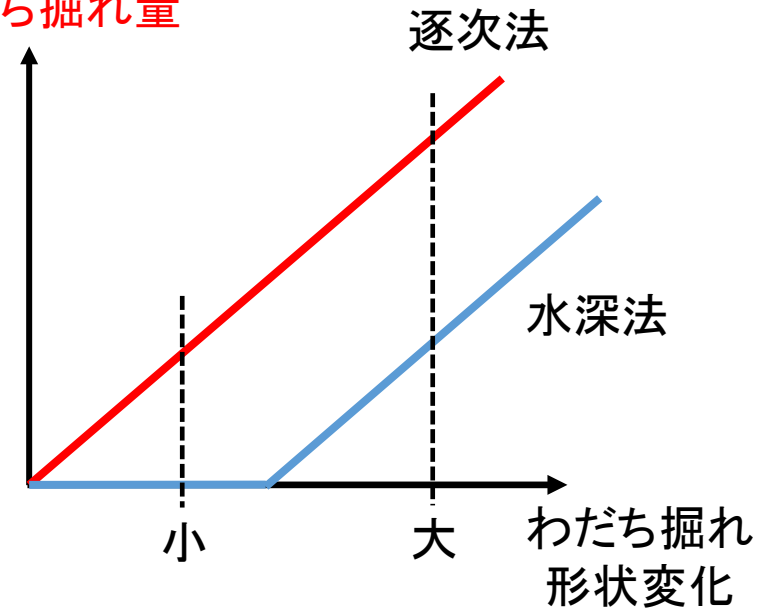
わだち掘れ形状変化 小

わだち掘れ形状変化 大



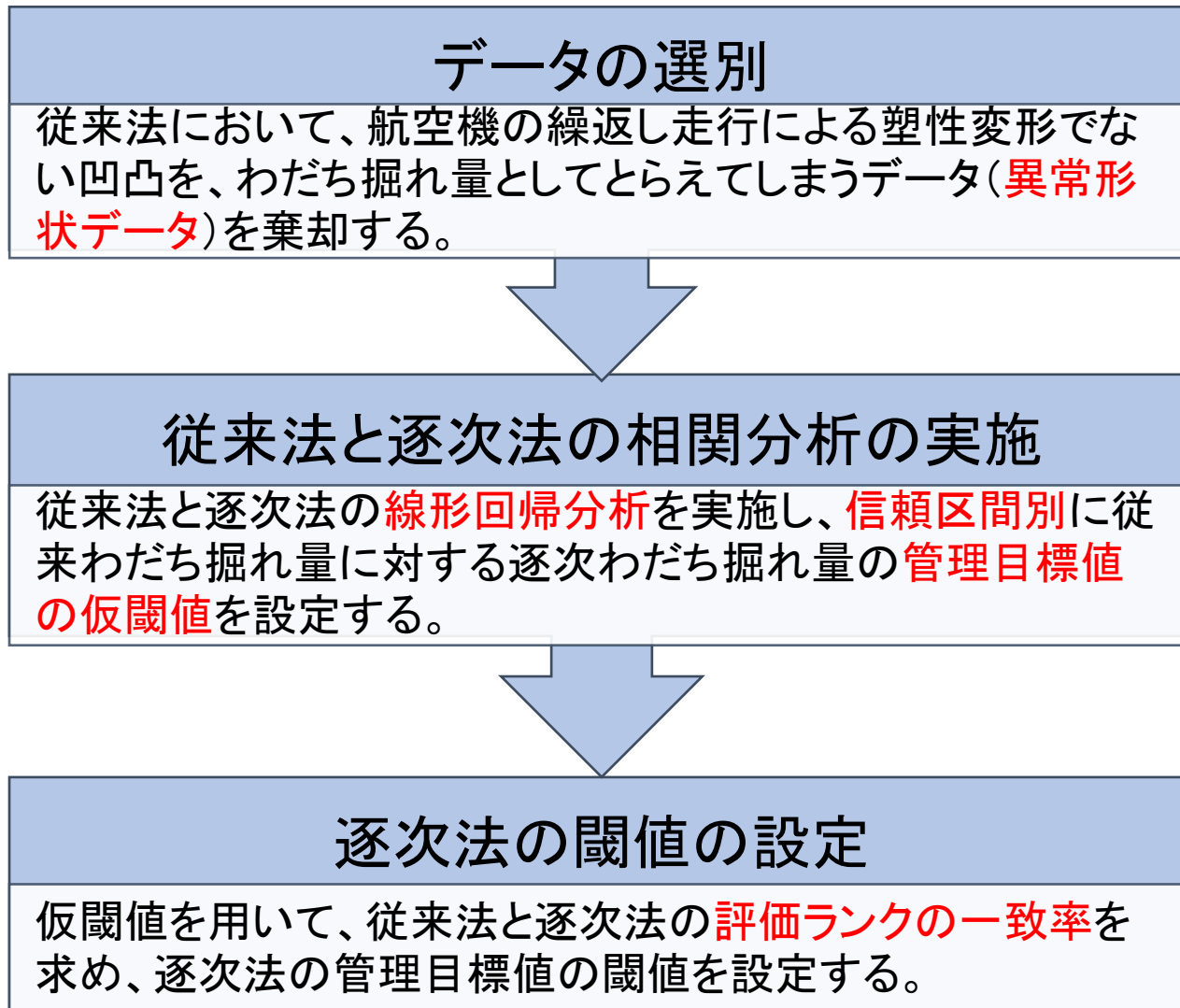
※わだち掘れ量算出
出来ず

わだち掘れ量



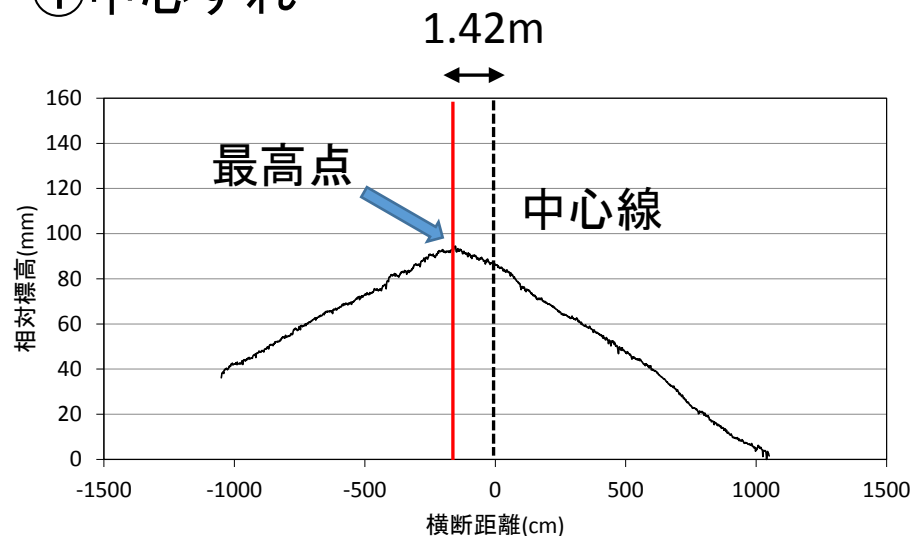
水深法は、路面勾配の影響を受け、わだち掘れ量を算出できていないデータが存在する。逐次法は算出結果、手法の特徴をみても妥当な手法と判断できるため、新たなわだち掘れ量算出手法として逐次法を選定する。

2. 逐次法の閾値の設定(滑走路、誘導路)



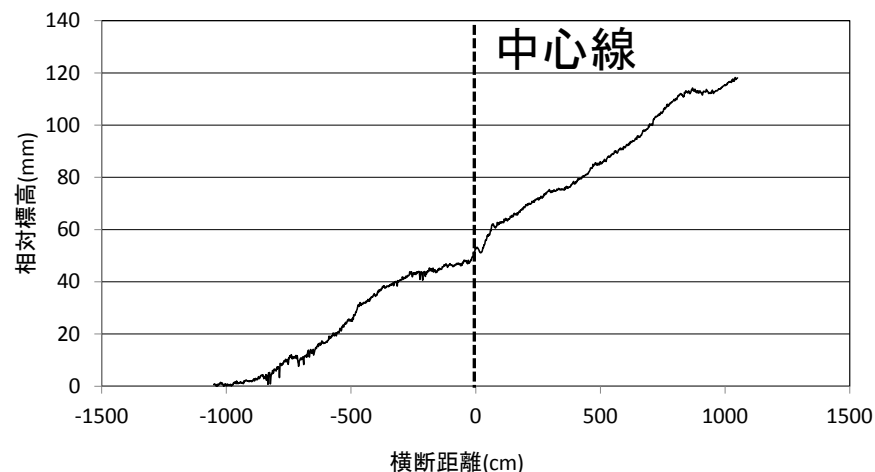
異常形状データの定義

① 中心ずれ



路面の最高点が中心線より1m以上ずれている形状。

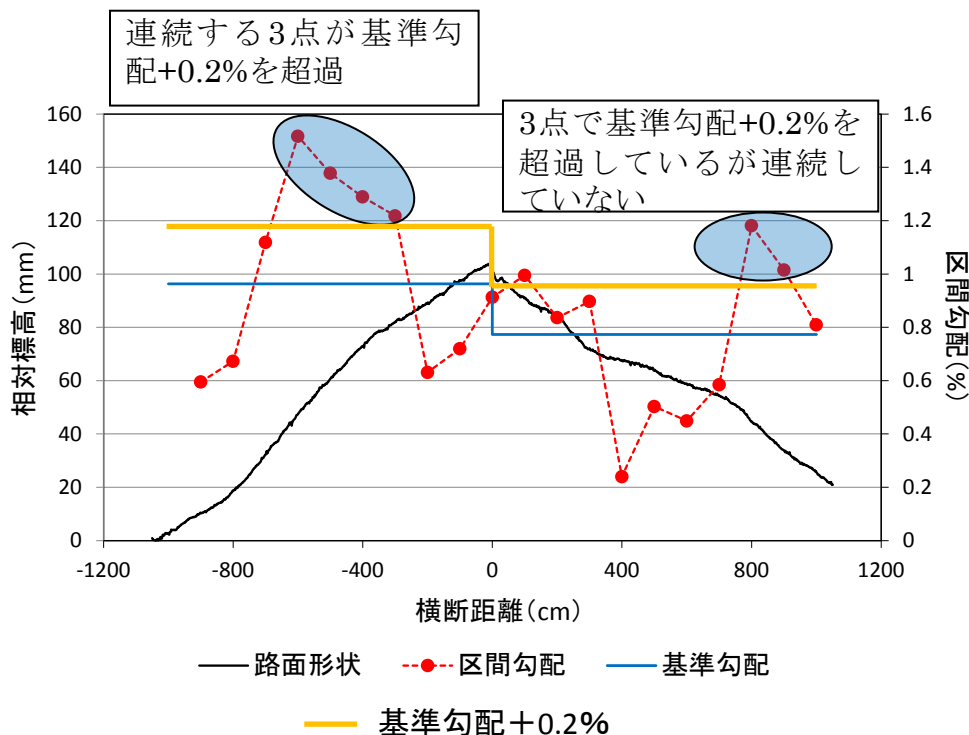
② 片勾配



左右の路面勾配の正負が同一である形状。

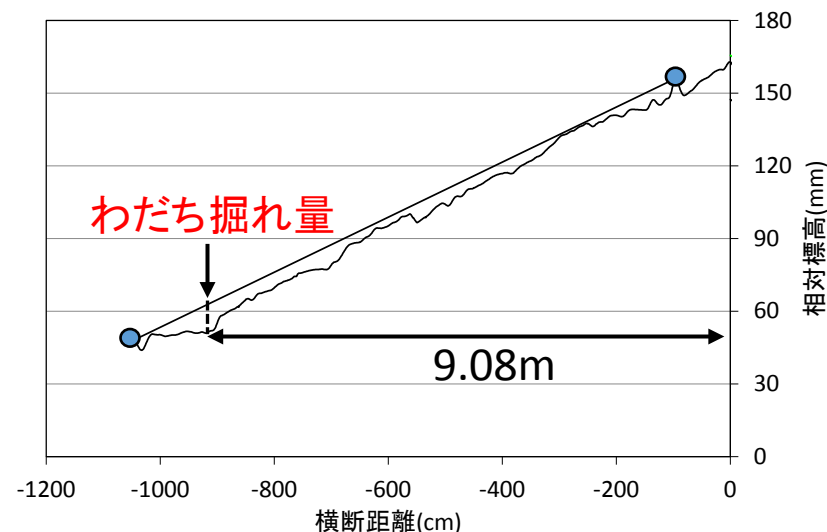
異常形状データの定義

③区間勾配急変動



1m間隔の区間勾配が基準線の勾配より0.2%以上大きい点が三点以上連続している形状。

④逐次わだち掘れ量発生位置最大就航機主脚車輪走行範囲外



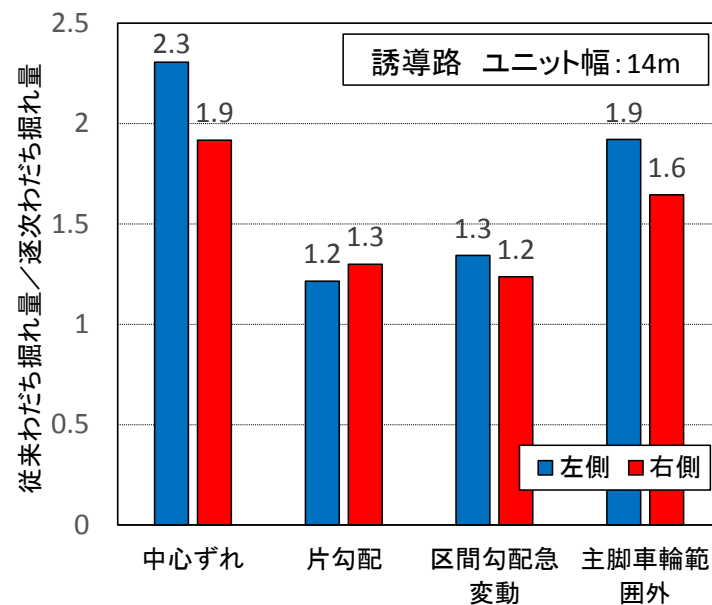
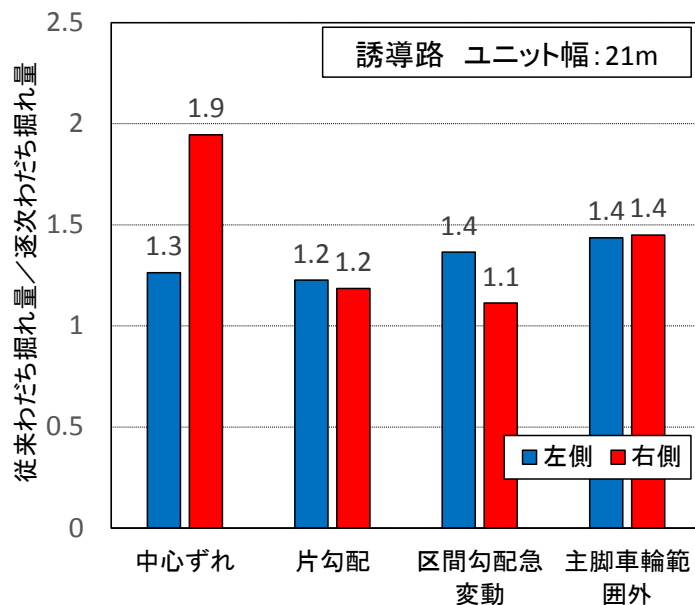
航空機コード	中心線からの主脚車輪走行位置
E	7.0m
D	6.0m
C	5.0m

逐次わだち掘れ量の発生位置が就航する最大航空機の主脚走行範囲外にある形状。

異常形状データの棄却方針

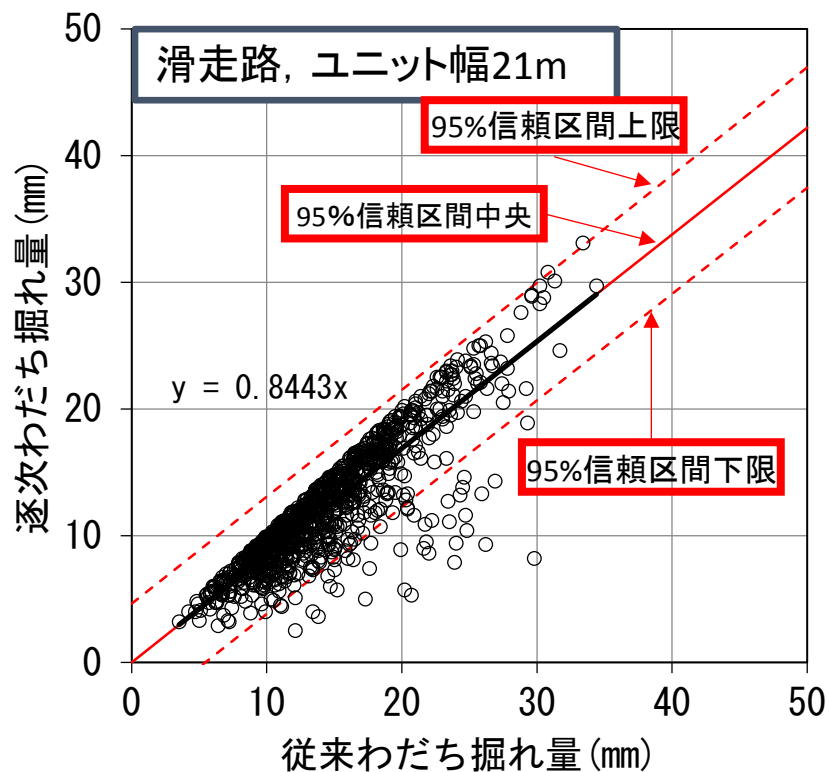
従来わだち掘れ量を、逐次わだち掘れ量で除した際、値が大きいデータは、相関分析に支障をきたすため**棄却**する。

異常形状データの棄却検討結果



中心ずれと**主脚車輪範囲外**のデータは従来わだち掘れ量と逐次わだち掘れ量の比が大きいことから棄却することとした。

従来法と逐次法の相関分析の実施(滑走路)



従来法の閾値	逐次法の仮閾値		
	下限	中央	上限
A 10mm	4	8	10
B1 19mm	11	15	19
B2 29mm	19	23	28
B3 38mm	25	30	35

※単位はmm

従来わだち掘れ量の閾値に対する**信頼区間別**の逐次わだち掘れ量から仮閾値を設定した。

ユニット幅別に相関分析を実施し、仮閾値はユニット幅毎の数値の平均値をとっている。

逐次法の閾値の設定(滑走路)

評価ランカー一致率

滑走路		逐次法－95%下限				
		A 4mm	B1 11mm	B2 19mm	B3 25mm	C －
従来法	A 10mm	13%	87%	0%	0%	0%
	B1 19mm	1%	45%	54%	0%	0%
	B2 29mm	0%	7%	42%	48%	3%
	B3 38mm	0%	8%	8%	15%	69%
	C －	0%	0%	0%	0%	0%

滑走路		逐次法－中央				
		A 8mm	B1 15mm	B2 23mm	B3 30mm	C －
従来法	A 10mm	76%	24%	0%	0%	0%
	B1 19mm	12%	74%	15%	0%	0%
	B2 29mm	2%	19%	67%	13%	0%
	B3 38mm	0%	8%	15%	54%	23%
	C －	0%	0%	0%	0%	0%

滑走路		逐次法－95%上限				
		A 10mm	B1 19mm	B2 28mm	B3 35mm	C －
従来法	A 10mm	100%	0%	0%	0%	0%
	B1 19mm	32%	68%	0%	0%	0%
	B2 29mm	6%	43%	51%	0%	0%
	B3 38mm	8%	8%	15%	69%	0%
	C －	0%	0%	0%	0%	0%

信頼区間－中央において、従来法と逐次法の評価ランカー一致率が高いため、信頼区間－中央の仮閾値を逐次方の閾値として採用することとした。

逐次法の閾値の設定(滑走路、誘導路)

閾値の設定結果(滑走路、誘導路)

施設		A	B1	B2	B3	C
滑走路	現行	10未満	19未満	29未満	38未満	38以上
	改訂案	8未満	15未満	23未満	30未満	30以上
誘導路	現行	17未満	30未満	44未満	57未満	57以上
	改訂案	14未満	24未満	36未満	46未満	46以上

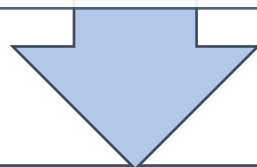
※単位はmm

滑走路、誘導路ともに、現行の閾値に対して、改訂案の閾値は**約8割**の値をとることとなった。

2. 逐次法の閾値の設定(エプロン)

従来法と逐次法の相関分析の実施

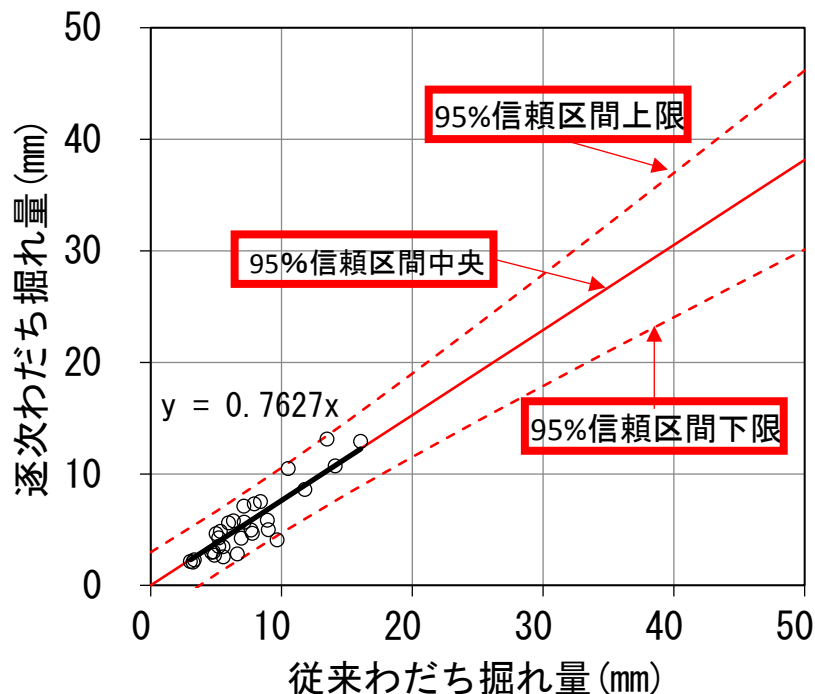
従来法と逐次法の線形回帰分析を実施し、信頼区間別に従来わだち掘れ量に対する逐次わだち掘れ量の管理目標値の仮閾値を設定する。



逐次法の閾値の設定

仮閾値を用いて、従来法と逐次法の評価ランクを比較し、逐次法の閾値を設定する。

従来法と逐次法の相関分析の実施(エプロン)



従来法の閾値	逐次法の仮閾値		
	下限	中央	上限
A 22mm	13	17	21
B1 38mm	23	29	35
B2 54mm	33	41	50
B3 70mm	42	53	65

※単位はmm

従来わだち掘れ量の閾値に対する信頼区間別の逐次わだち掘れ量から仮閾値を設定した。

エプロンはデータ数が少ないことから、**異常形状データの棄却及びユニット幅別の集計を行っていない。**

逐次法の閾値の設定(エプロン)

閾値の設定結果(エプロン)

施設		A	B1	B2	B3	C
エプロン	現行	22未満	38未満	54未満	70未満	70以上
	改訂案	17未満	29未満	41未満	53未満	53以上

※単位はmm

信頼区間別の仮閾値により、従来法と逐次法でランク評価の比較を行った。エプロンのわだち掘れ量は小さく、信頼区間別の仮閾値で差異が見られなかったため、**信頼区間－中央**の値を採用した。

現行の閾値に対して、改訂案の閾値は**約8割**の値をとることとなった。アスファルト舗装のエプロンは限られること。現行と改訂案の比も滑走路、誘導路と大きく異ならないことから、実用上は問題ないと思われる。

1. 新たなわだち掘れ量算出手法として逐次法、水深法を検討し、従来法と比較を行った結果、**逐次法**を適切な手法として選定した。
2. 逐次法の**管理目標値の閾値**を、下記のとおり決定し、平成29年4月、「空港舗装補修要領」(航空局)に反映した。

表 逐次法の管理目標値の閾値

施設	A	B1	B2	B3	C
滑走路	8未満	15未満	23未満	30未満	30以上
誘導路	14未満	24未満	36未満	46未満	46以上
エプロン	17未満	29未満	41未満	53未満	53以上

※単位はmm

A:補修の必要なし

B:近いうちの補修が望ましい(B1:優先度 低、B2:優先度 中、B3:優先度 高)

C:できるだけ早急に補修の必要がある