

透水性舗装の現状把握及び その各種都市環境への影響評価手法の確立

これまでの活動の成果報告

プロジェクトリーダー

： 京都大学大学院工学研究科
都市環境工学専攻 大西 有三

官：国土交通省 近畿地方整備局 近畿技術事務所
産：(社)日本道路建設業協会 関西支部

これまでの活動内容

→ 人と地球にやさしい都市を＜環境道路＞で実現する
ヒートアイランド対策、洪水対策

- 本当ですか？
 - 科学的裏づけ
 - 定量的評価
 - どうしたら再現するか

国道163車道透水性舗装モデル

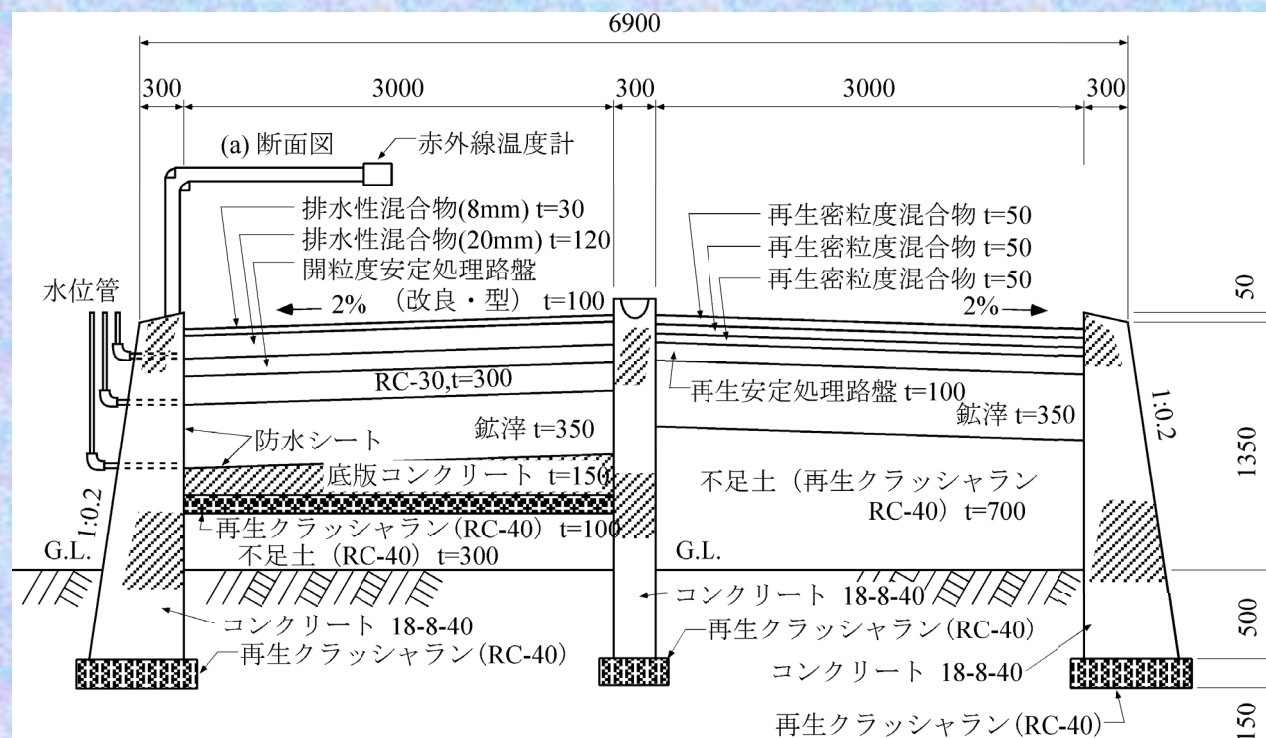
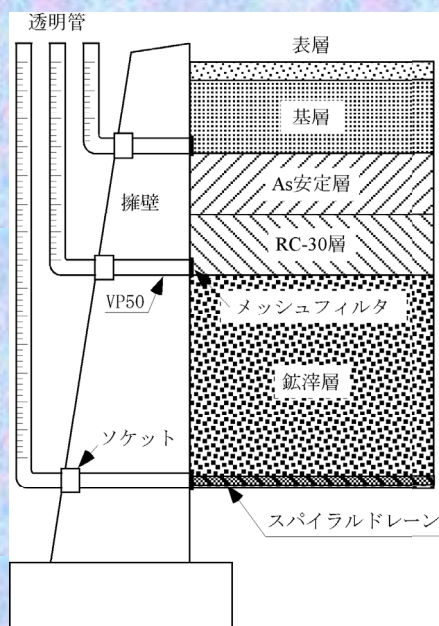
計測項目

- 表面および底部流出量・・・水収支の計測
- 舗装内水分量・・・舗装の貯留量計測
- 間隙水圧・・・舗装内の水位の計測
- 水位管・・・各層の水頭の計測
- 温度計・・・舗装温度、気温の計測

交通量 3900台/1日

設計CBR 20%

等値換算厚 $T_A=25.2\text{cm}$



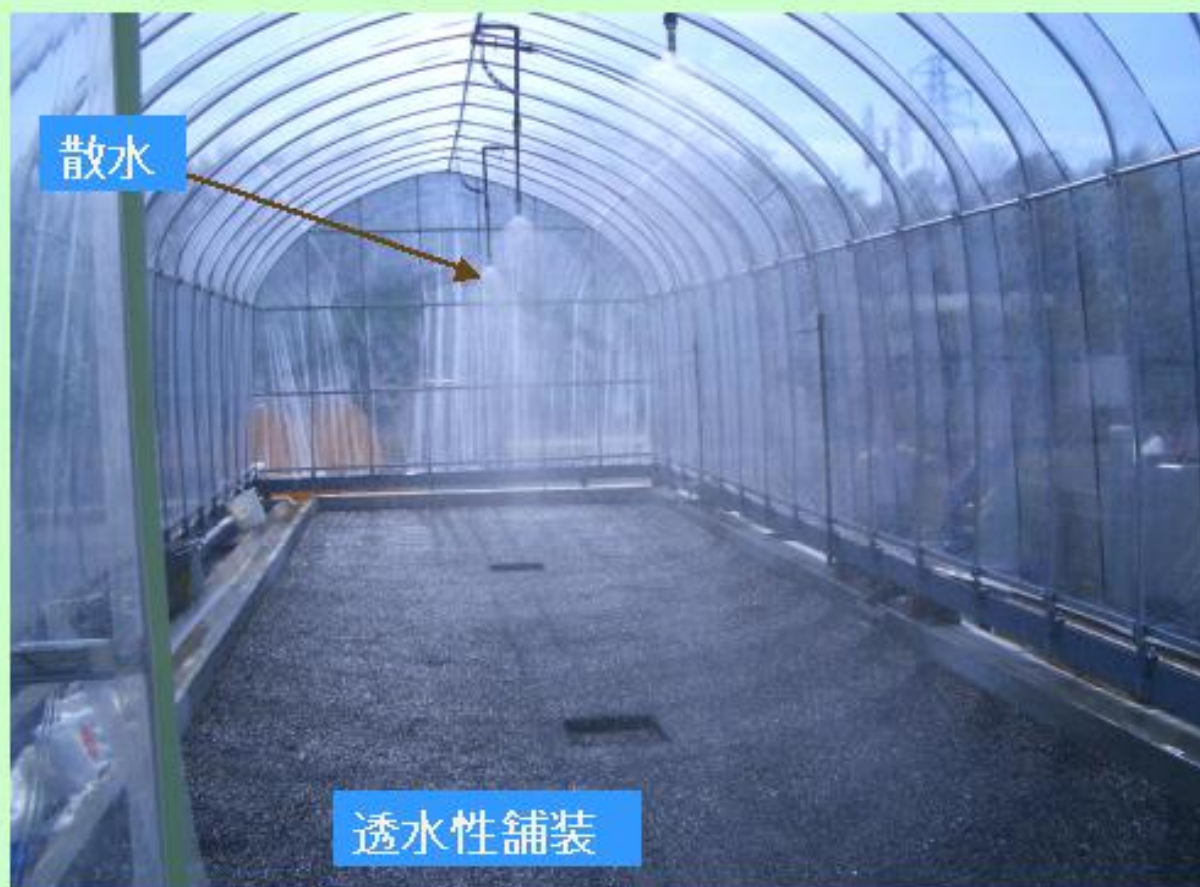
舗装の物性値

	材料	層厚[mm]	間隙率[%]	透水係数(cm/s)
表層	開粒度(最大流径 8.0mm) 高粘度改質アスコン	30	22.5	5.01×10^{-2}
中間層・基層	開粒度(最大流径 20.0mm) 高粘度改質アスコン	120 (60+60)	20.3	6.42×10^{-2}
上層路盤 (As 安定層)	開粒度アスファルト 安定処理(改質・型)	100	20.8	6.86×10^{-2}
下層路盤 (RC-30 層)	再生クラッシャーラン (RC-30)	150	26.5	1.30×10^{-3}
路床	鉋滓 (固結層)	350	5.0	9.00×10^{-5}



実際の透水性舗装の模型の写真

人工の雨を降らせている状態



国土交通省

近畿技術事務所内

蒸発量の計測

舗装表面に器を置いて
その中の湿度の変化をモニタリングする



$$E = \frac{Q(\beta_{OUT} - \beta_{IN})}{A}$$

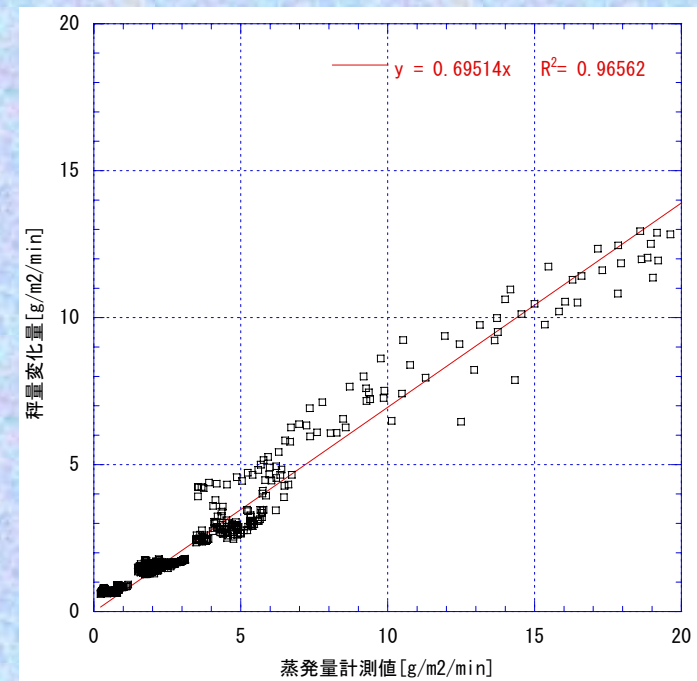
$E[g/m^2 \cdot \text{min}]$: 蒸発量

$\beta_{IN}[g/m^2 \cdot \text{min}]$: 吸気する空気の絶対湿度

$\beta_{OUT}[g/m^2 \cdot \text{min}]$: 排気する空気の絶対湿度

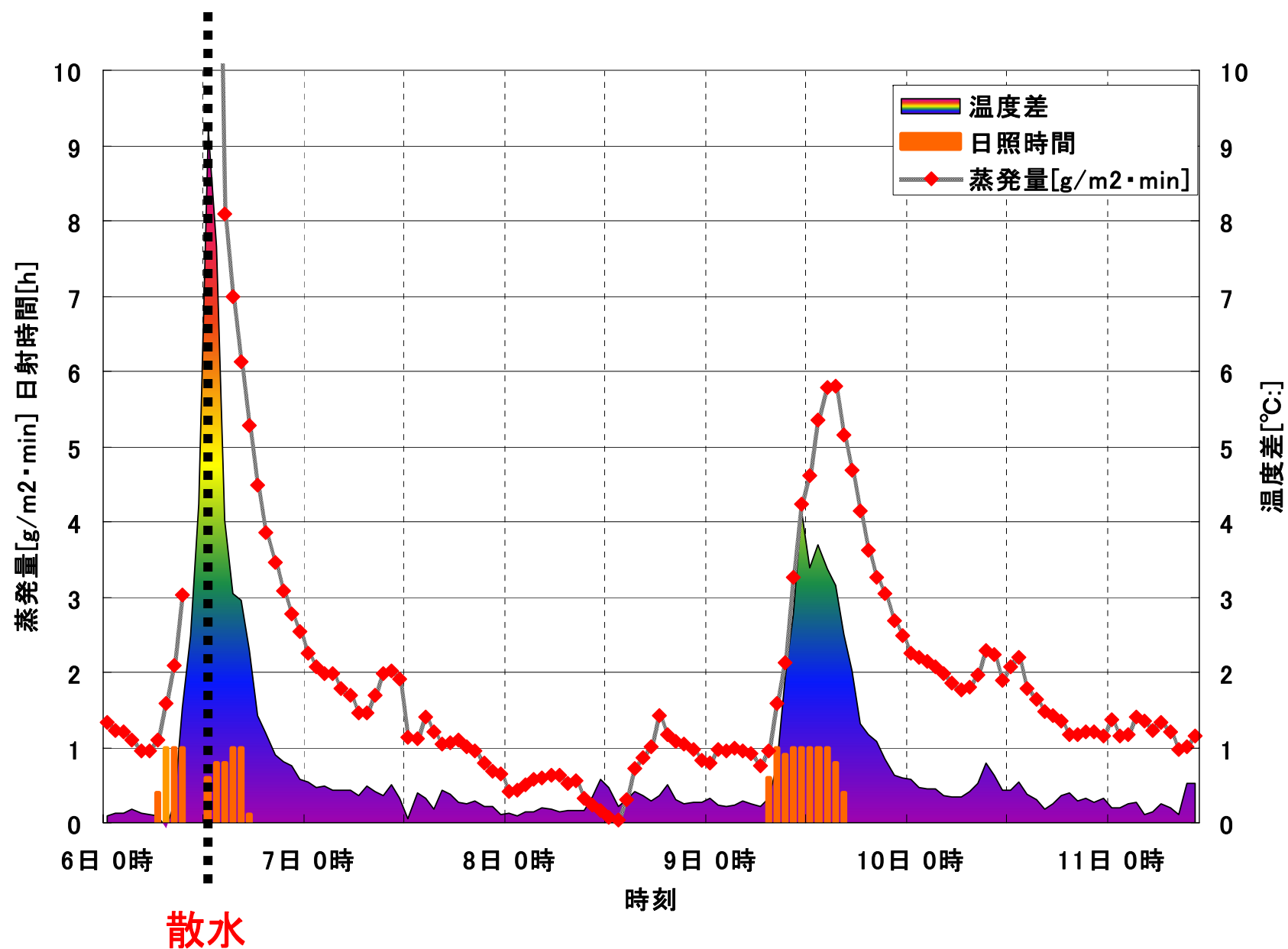
$A[m^2]$: 蒸発面の面積

$Q[m^3]$: 吸排気する空気の体積



試料の秤量変化から得られた蒸発量との比較

透水性舗装表面の温度差と蒸発量の関係



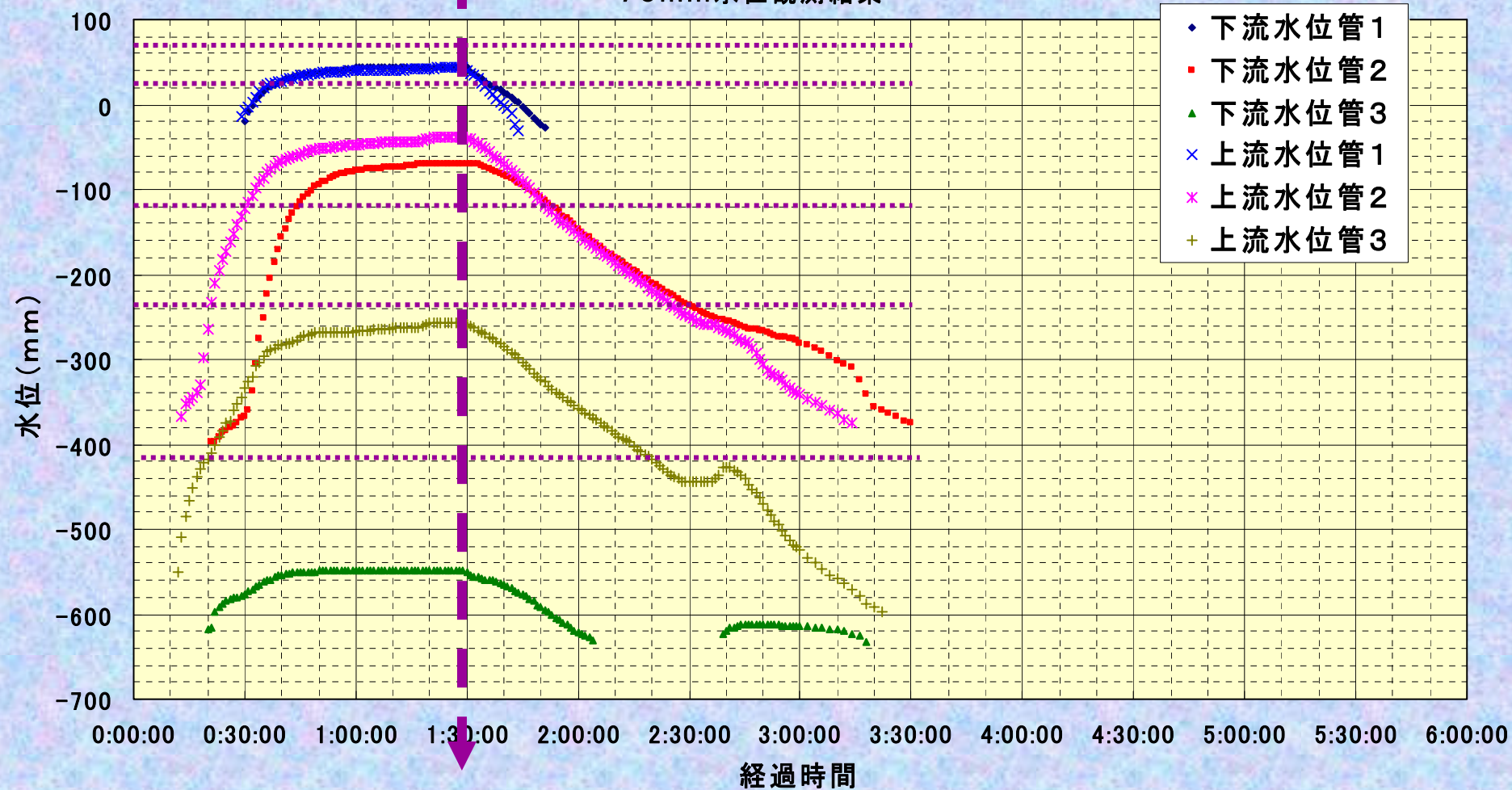
散水実験結果

降雨量

予定降雨量	散水時間	散水面積 (m ²)	散水量 (リットル)	降雨量 (mm／hr)
70mm／hr	1. 5 hr	29. 3	3,174	73. 0
50mm／hr	2. 0 hr	29. 3	2,852	48. 7
30mm／hr	3. 0 hr	29. 3	3,143	35. 8

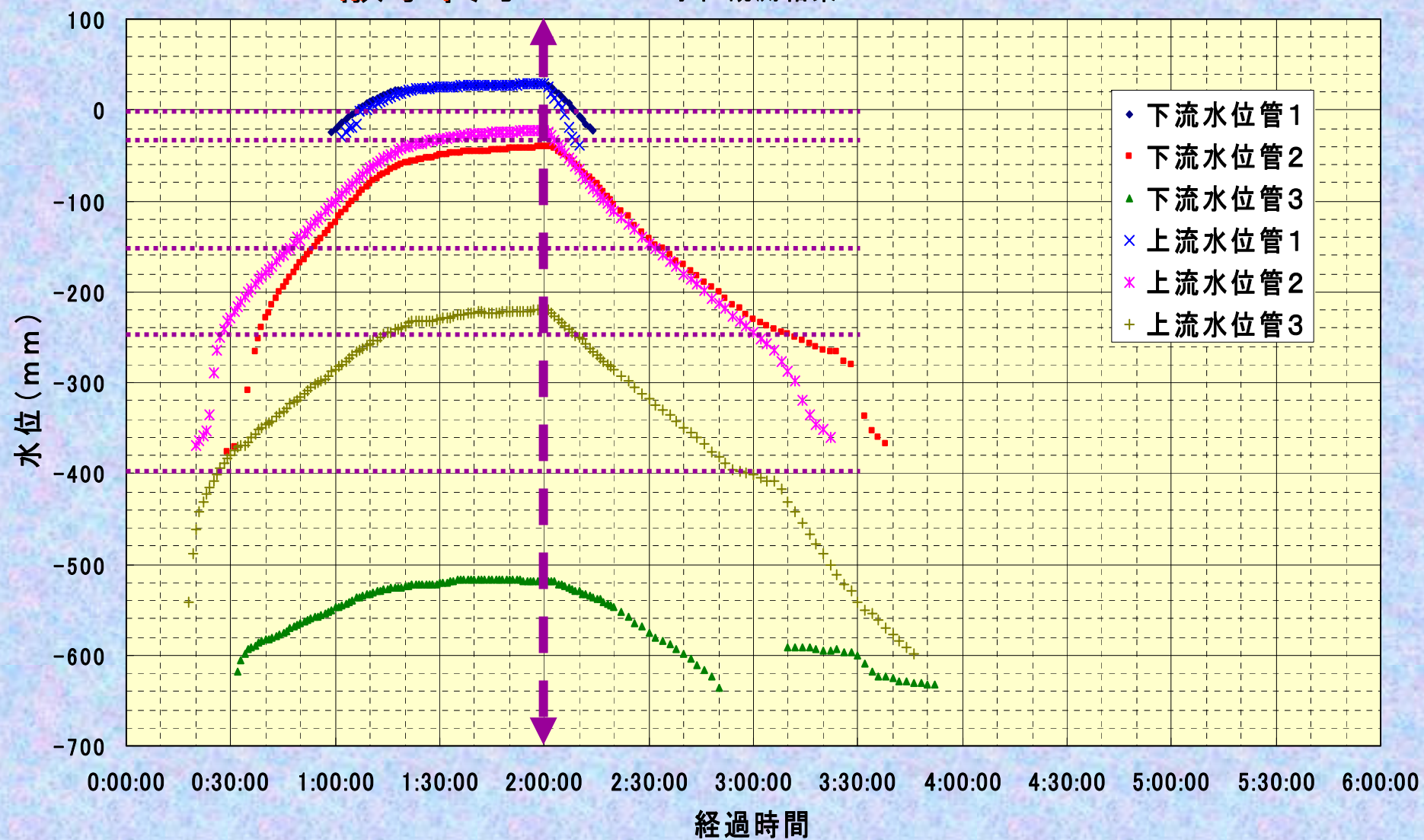
散水終了

70mm水位觀測結果



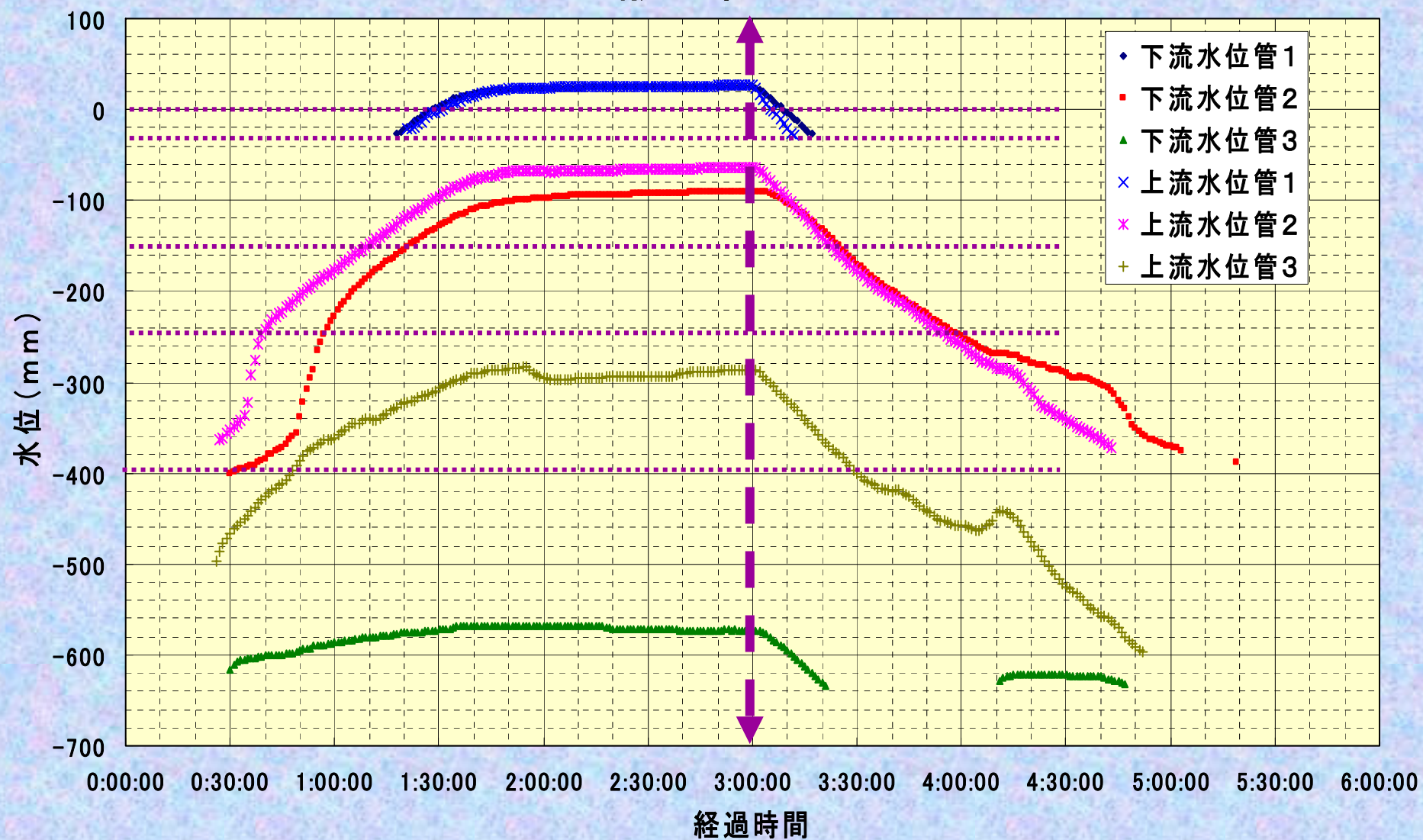
散水終了

50mm水位觀測結果



30mm水位觀測結果

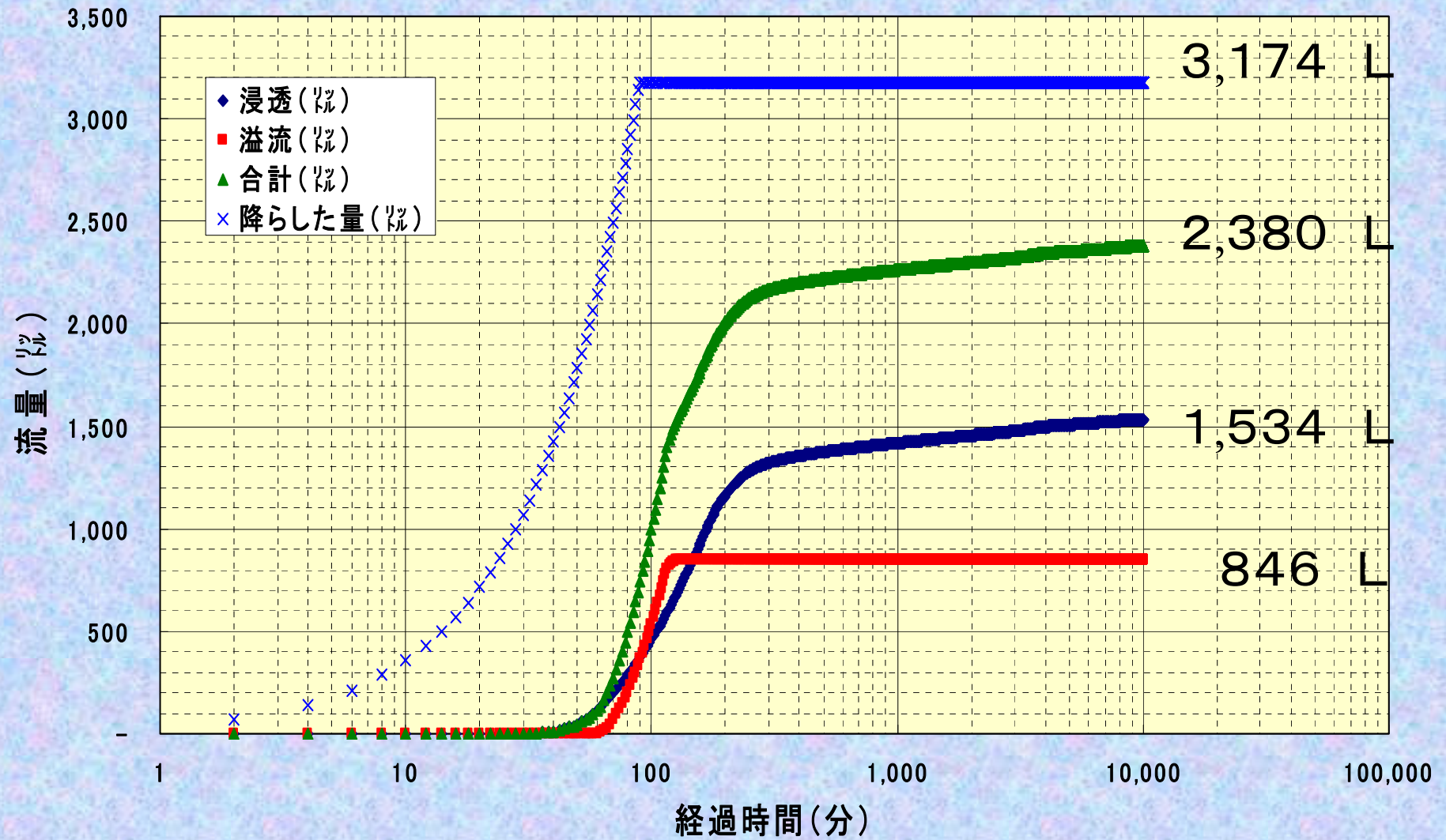
散水終了



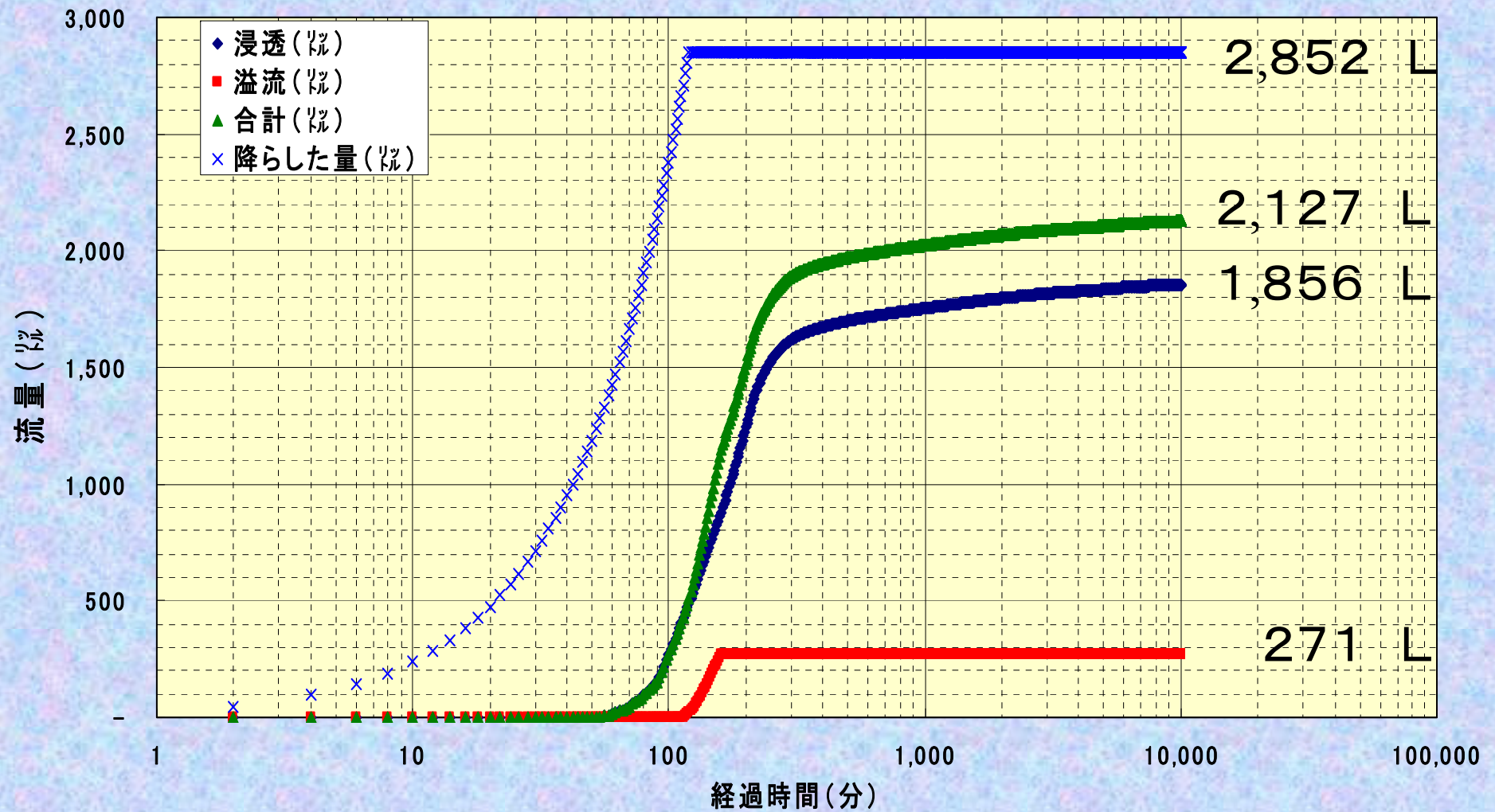
水位観測結果

- 降雨強度により水位の高さが変動する
- 水位管で観測できる時間は降雨強度が大きいほど早くなる
- 累積降雨量2, 500Lを超えると水位は安定する傾向にある
- 路床（鉋さい層）の水位管3において、上流と下流で、水位の差が大きい
- 散水終了後の水位の低下の勾配はあまり差がない
- 水位管3の水位の変動は大きい
- 散水終了後の水位管3の測定において、一度上昇する

水の収支(70mm)



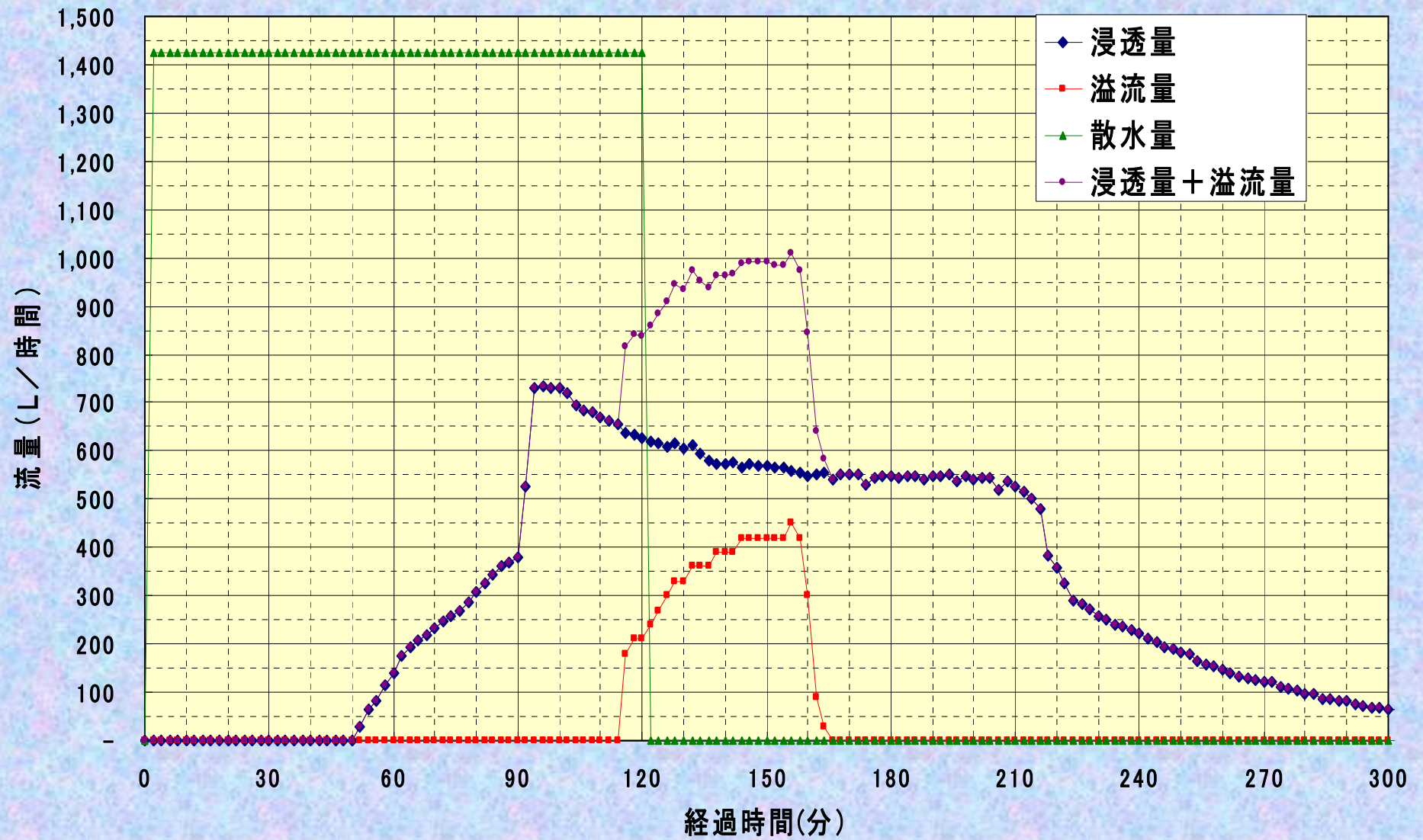
水の収支 (50mm)



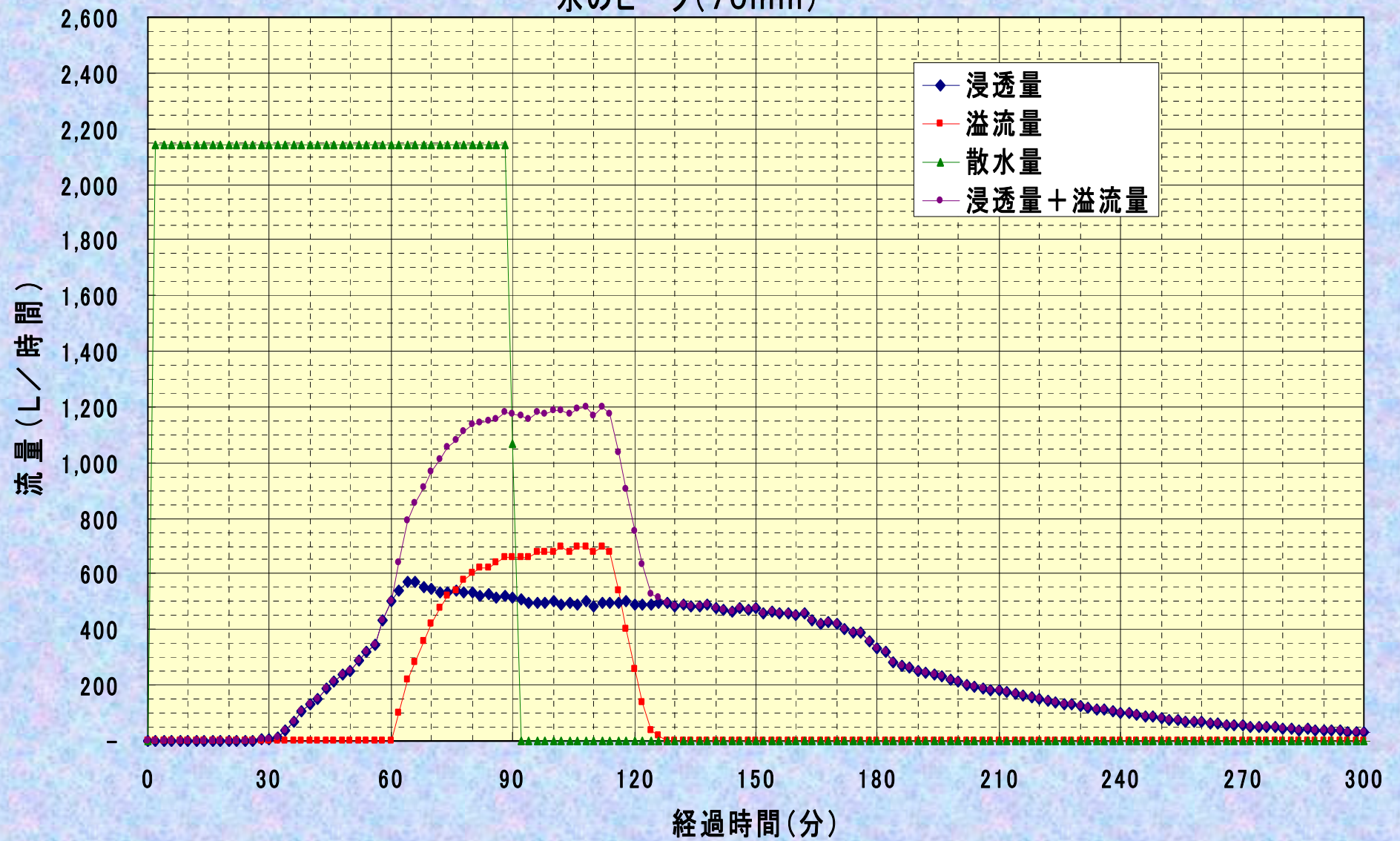
水の収支

- 降雨量(50mm/h)
- 散水量 2, 852L
- 流出分 表面越流 271L ,
底面流出 1, 856L 計2, 127L
- モデル内貯留分 計588L程度(95. 2%)
- 降雨量(70mm/h)
- 散水量 3, 174L
- 流出分 表面越流 846L ,
底面流出 1, 534L 計2, 480L
- モデル内貯留分 計588L程度(96. 7%)

水のピーク(50mm)

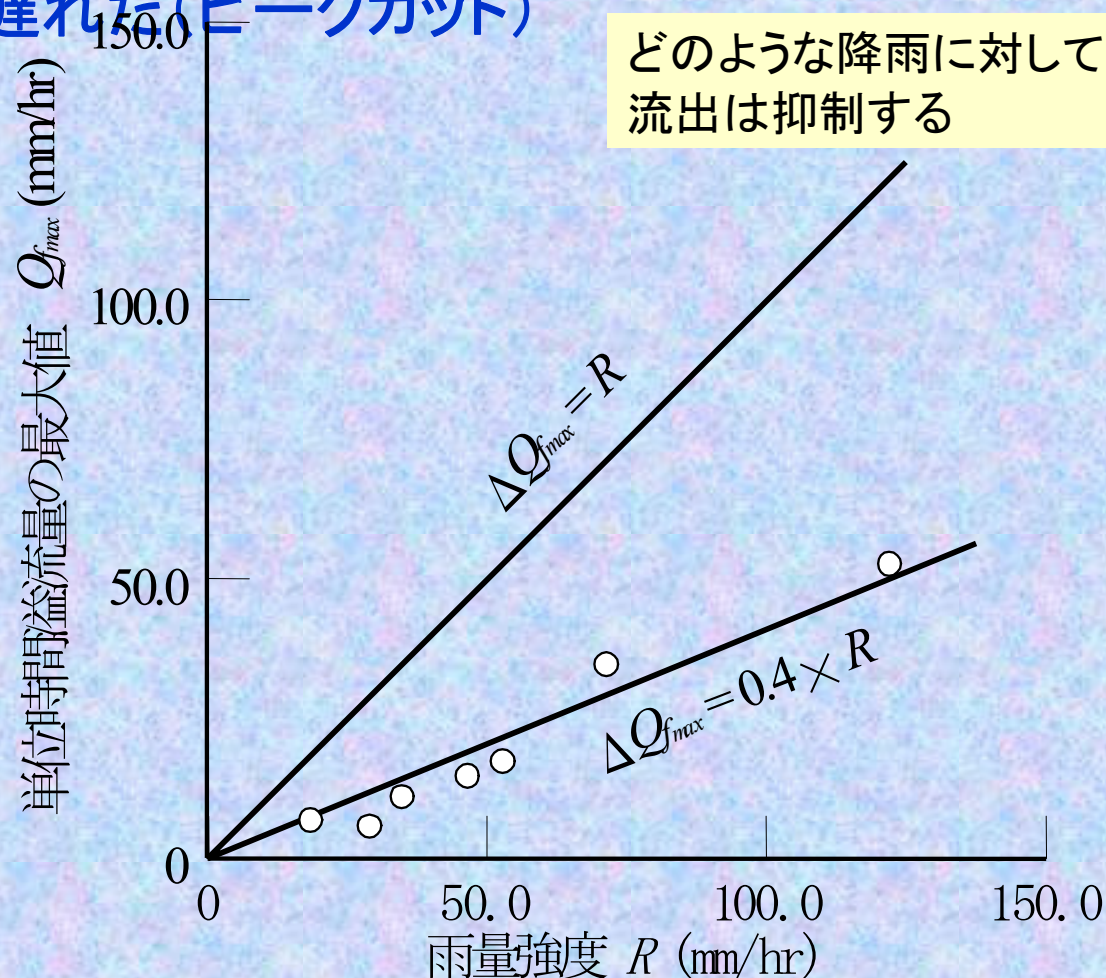


水のピーク(70mm)



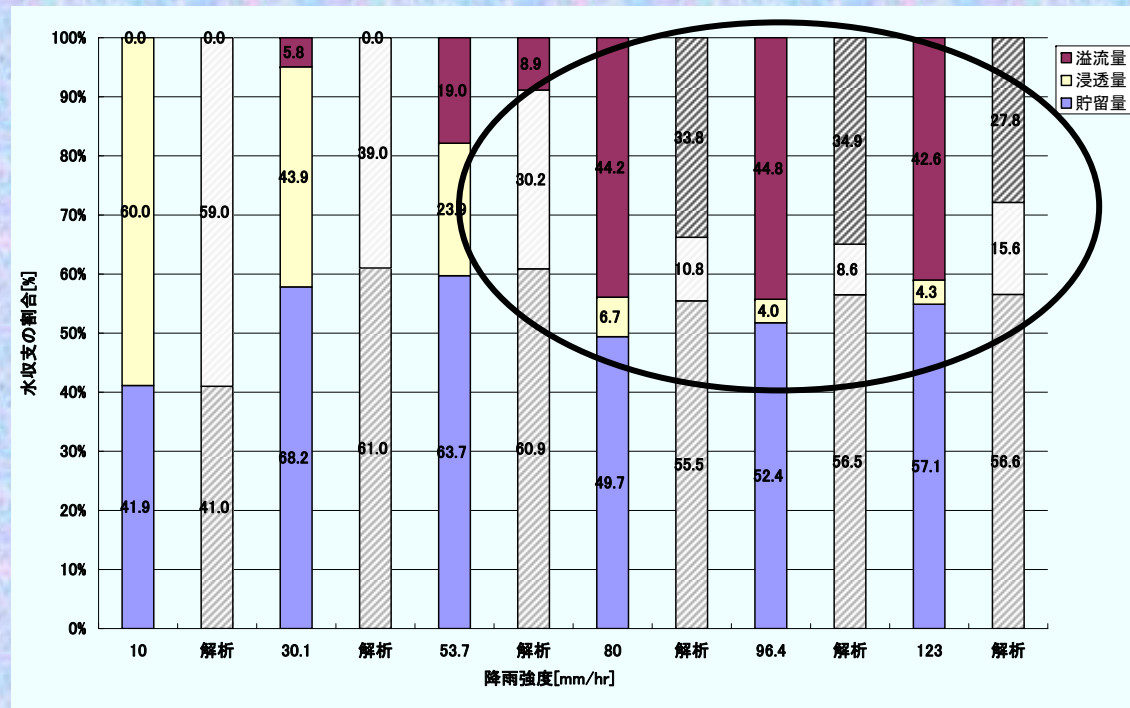
洪水抑制機能

- 底面からの浸透開始時間は、50mmで約50分、70mmで約30分遅れた(流出遅延時間)
- 表面からの溢流開始時間は、50mmで約115分、70mmで約60分遅れた(ピークカット)



実験と計算 水収支の比較

$$\text{散水量} = \text{貯留量} + \text{溢流量} + \text{路床への浸透量}$$



散水終了時の水収支

降雨強度が弱い場合、実験結果と計算結果はよく一致した。しかし降雨強度が強い場合、実験から得られた水収支は溢流量が多いことから。既存の方法では水収支を適格に表現できないことが考えられる。

透水性舗装におけるキーワード

- ・ 蒸発 — 条件鋭敏性
舗装内の水の動き
- ・ 水収支 — 不飽和特性



車道としての実用化
： 国道24号線での11年間の調査結果

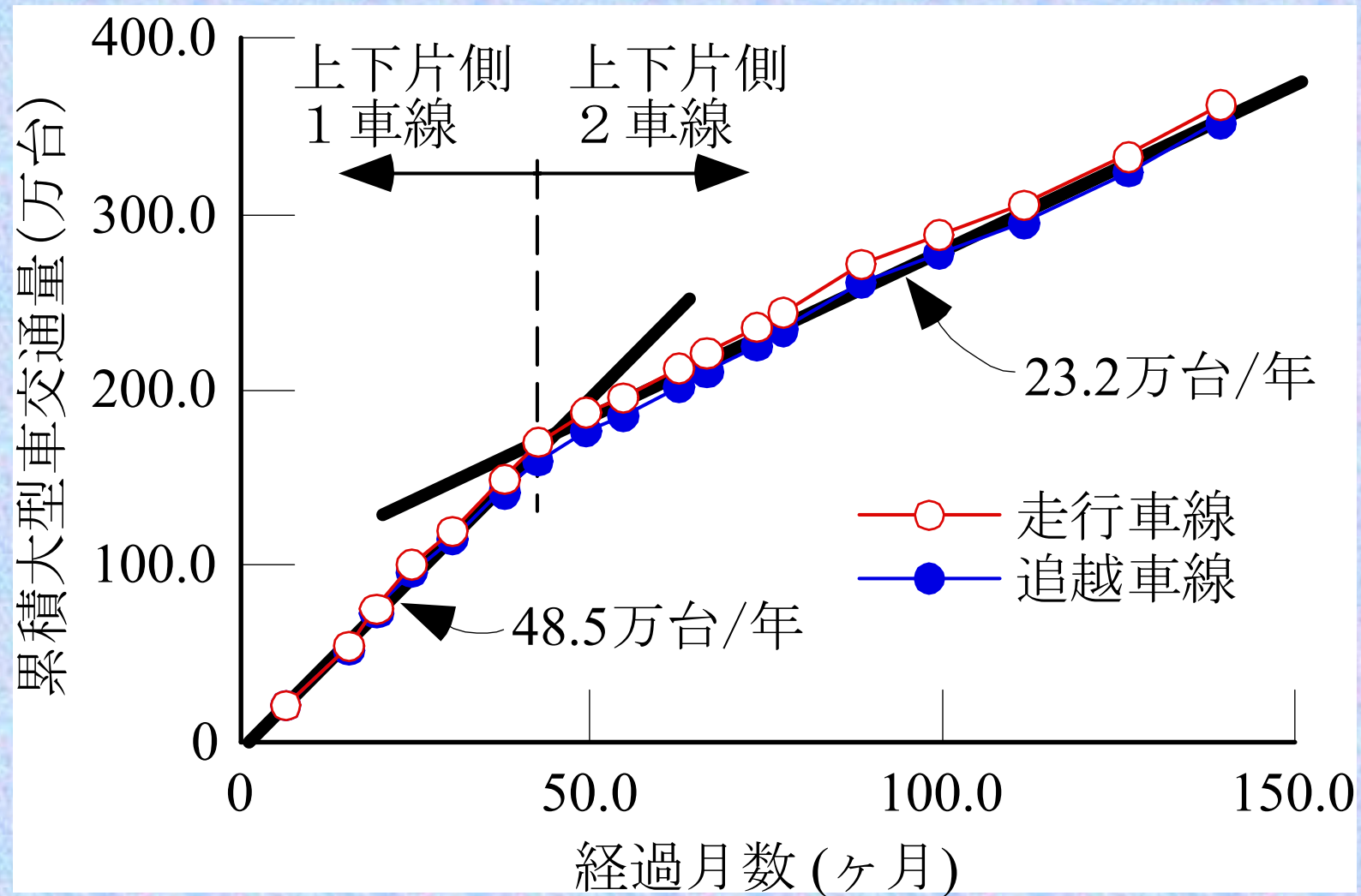


CL	走行車線	標準舗装 第1工区	透水性舗装 第2工区	透水性舗装 第3工区	透水性舗装 第4工区	透水性舗装 第5工区	透水性舗装 第6工区	透水性舗装 第7工区	
	追越車線							至奈良 (上り)	
KP126.085 ● KP126.060					● KP125.910	中央分離帯		KP125.735	
CL	追越車線								
	走行車線	至和歌山 (下り)							
		← 50.0m →	← 50.0m →	← 50.0m →	← 50.0m →	← 50.0m →	← 50.0m →	← 50.0m →	
深さ z (mm)	0	表層 (密粒度)	表層 (透水性13)	表層 (透水性13)	表層 (透水性13)	表層 (透水性13)	表層 (透水性13)	表層 (透水性13)	
	100.0	中間層 (粗粒度)	中間層 (透水性20)	中間層 (透水性20)	中間層 (透水性20)	中間層 (透水性20)	中間層 (透水性20)	中間層 (透水性20)	
		基層 (粗粒度)	基層 (透水性20)	基層 (透水性20)	基層 (透水性20)	基層 (透水性20)	基層 (透水性20)	基層 (透水性20)	
	200.0	上層路盤 (AS処理)	上層路盤 (透水安定)	上層路盤 (透水安定)	上層路盤 (透水安定)	上層路盤 (透水安定)	上層路盤 (透水安定)	上層路盤 (透水安定)	
		下層路盤 (粒調碎石)	下層路盤 (切込碎石)	下層路盤 (切込碎石)	下層路盤 (切込碎石)	下層路盤 (AS再生碎石)	下層路盤 (AS再生碎石)	下層路盤 (AS再生碎石)	
	400.0	下層路盤 (粒調碎石)							
	500.0	路床	路床	路床 ジオテキスタイル	遮断層 保水層砂	遮断層 保水層砂	路床 ジオテキスタイル	路床	
	600.0	施工年月日：平成5年7月 設計CBR=12.0%			路床	路床			
	700.0								

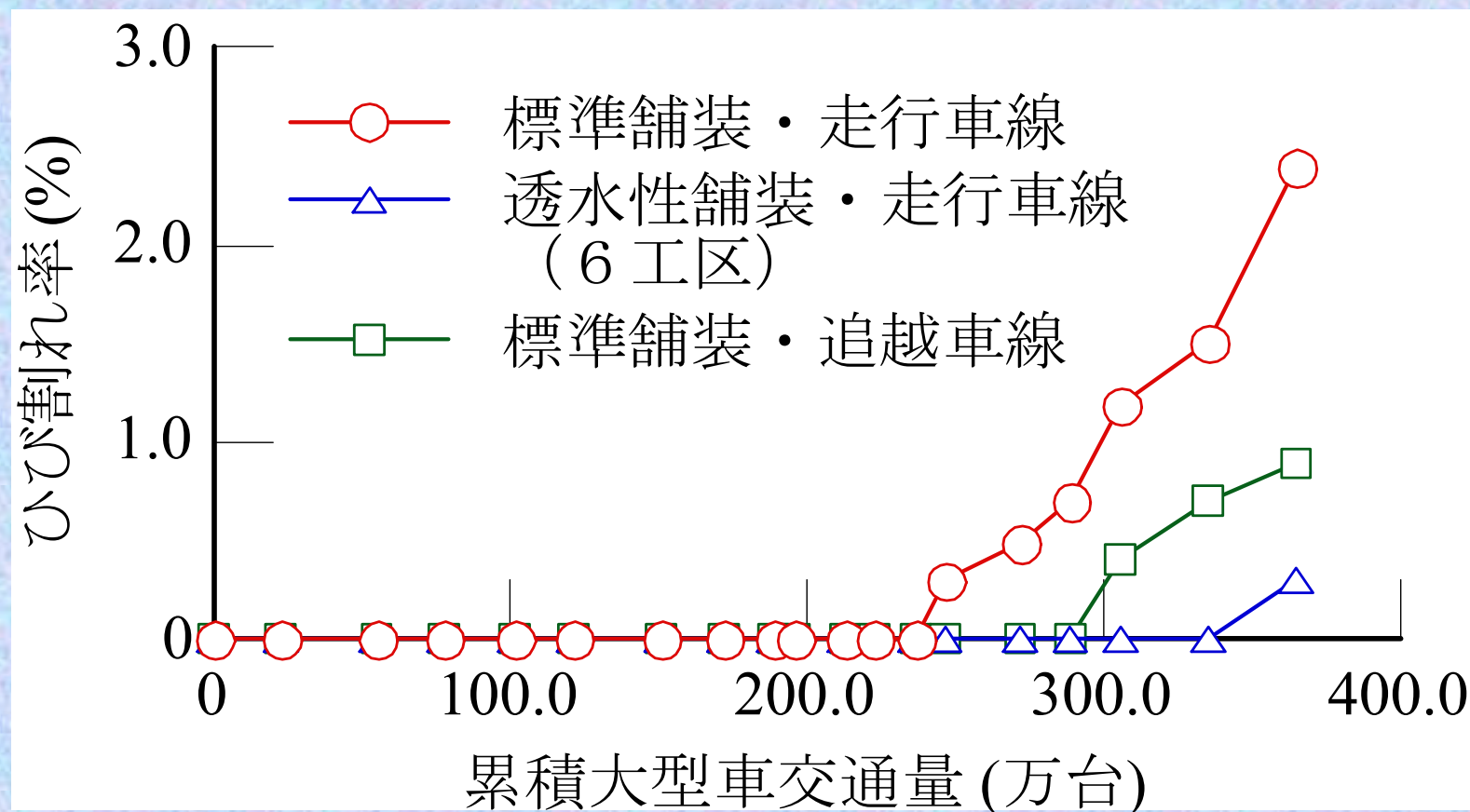
調査項目

調査および 試験項目		規 格	数 量	摘 要
路面調査 関係	ひびわれ	スケッチによる方法	2520m ²	全工区
	平坦性	3 mプロファイルメータ	1400m	車線毎 2 測線 (OWP・IWP)／工区
	わだち掘れ	横断プロファイルメータ	28点	4 定点／工区
	たわみ量	FWD	28点	4 定点／工区
		ベンケルマ ンビーム		
	すべり抵抗	DFテスター	56点	8 定点(OWP・ BWP)／工区
	現場透水量	舗装試験法 便覧	48点	8 定点(OWP・ BWP)／工区
	騒音		2 ヶ所	2 定点／1，4 工区
室内試験	試料採取	舗装試験法 便覧	14本	2 定点／工区
	密度	かさ密度	56点	2 定点・4 層／工区
	室内透水量	室内定水位	48点	2 定点・4 層／工区 (標準工区は除く)

累計大型車交通量



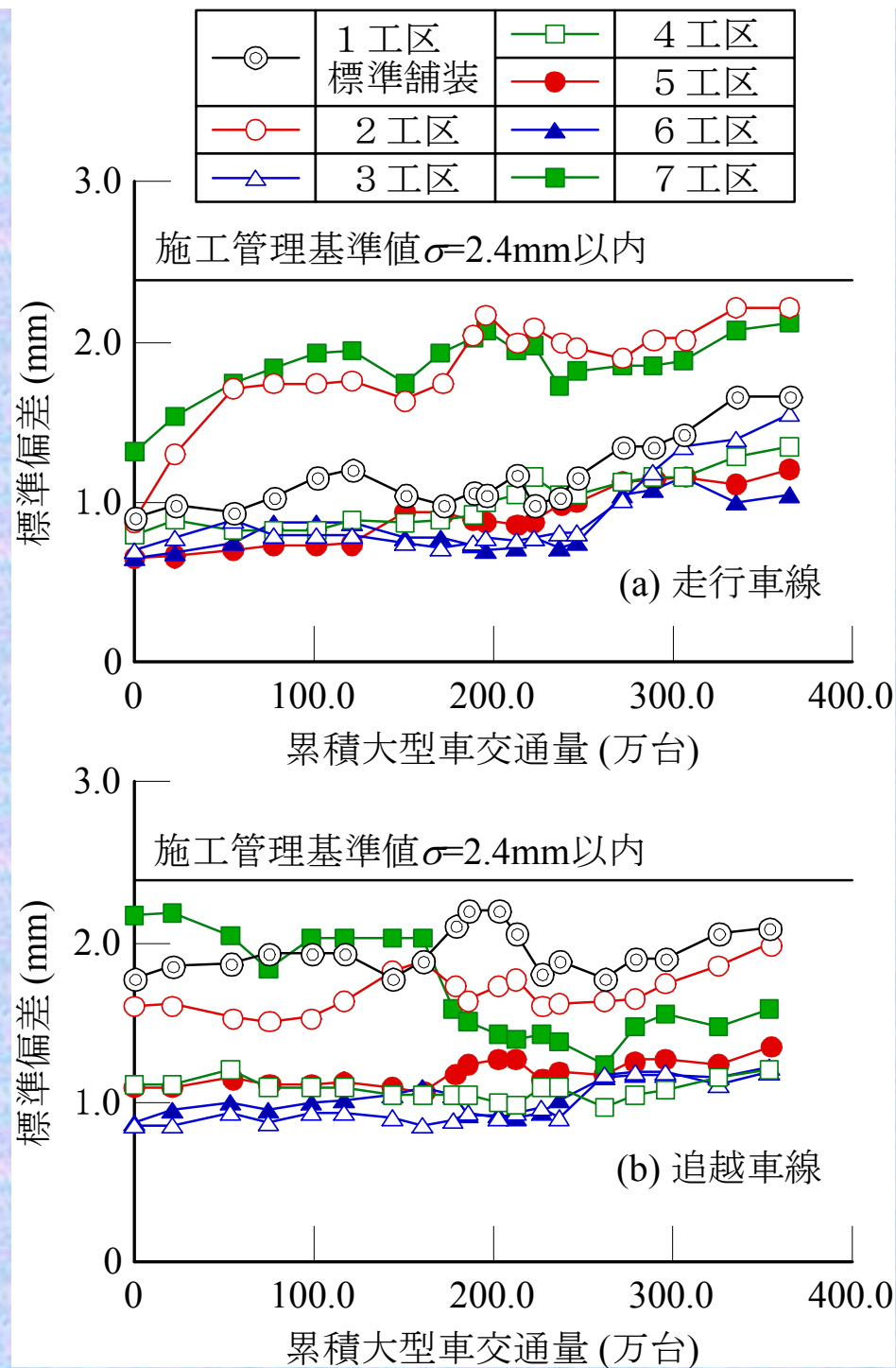
ひび割れ率



道路維持修繕要綱：

補修要否の判断目標値30.0～40.0% 以下

平坦性の 経年変化



路床と平坦性の増分の関係

ジオテキスタイル無し

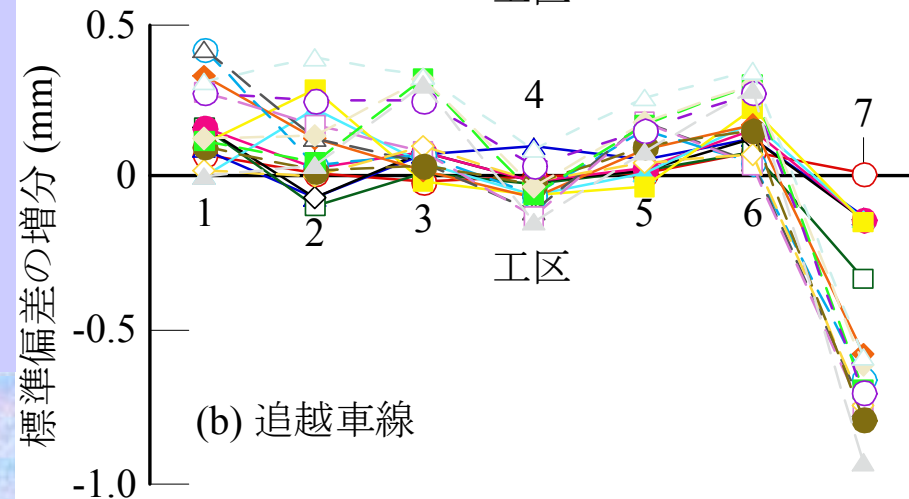
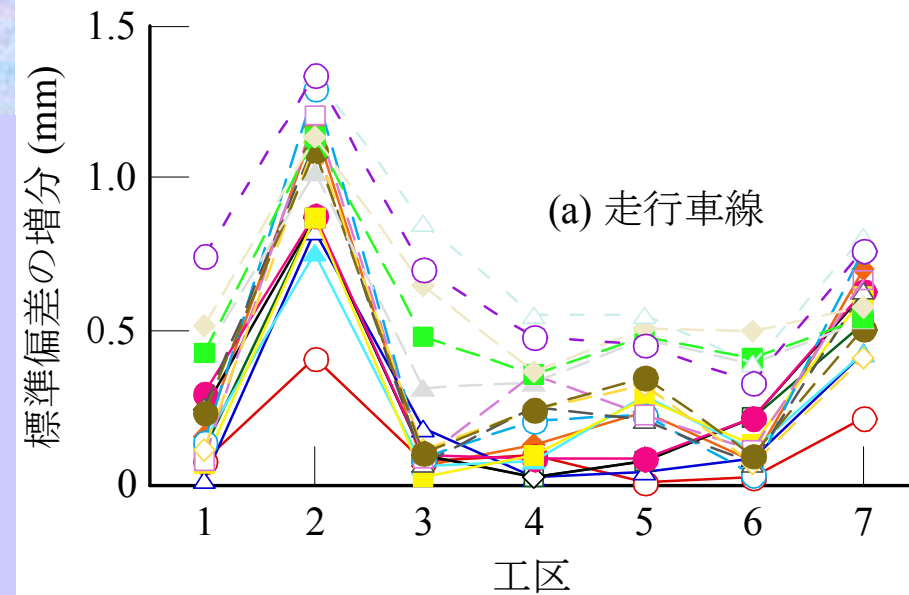
2工区（無）－3工区（有）

7工区（無）－6工区（有）

密粒舗装

1工区

	経過月数		経過月数		経過月数
○	6ヶ月	■	42ヶ月	●	77ヶ月
△	15ヶ月	◆	49ヶ月	▲	88ヶ月
□	19ヶ月	○	54ヶ月	■	99ヶ月
◇	24ヶ月	△	62ヶ月	◆	111ヶ月
●	30ヶ月	□	66ヶ月	○	126ヶ月
▲	37ヶ月	◇	73ヶ月	△	139ヶ月



下層路盤と平坦性の増分の関係

切り込み砕石

2, 3, 4工区

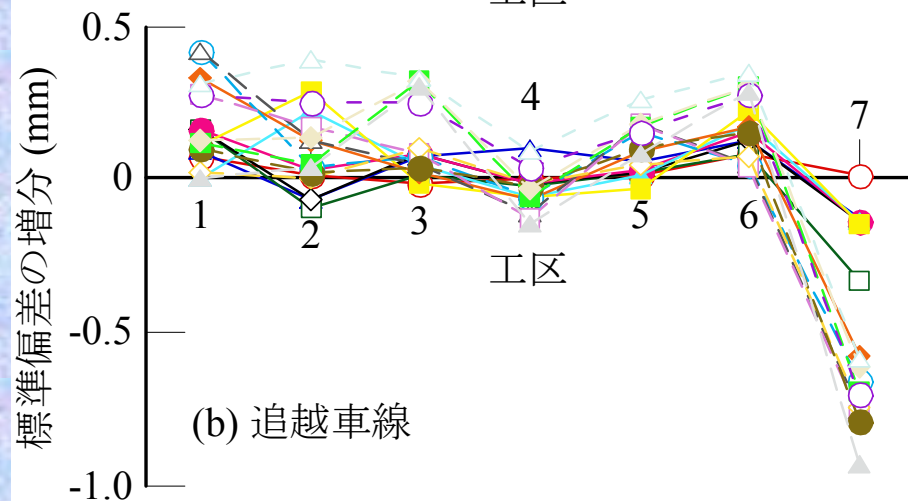
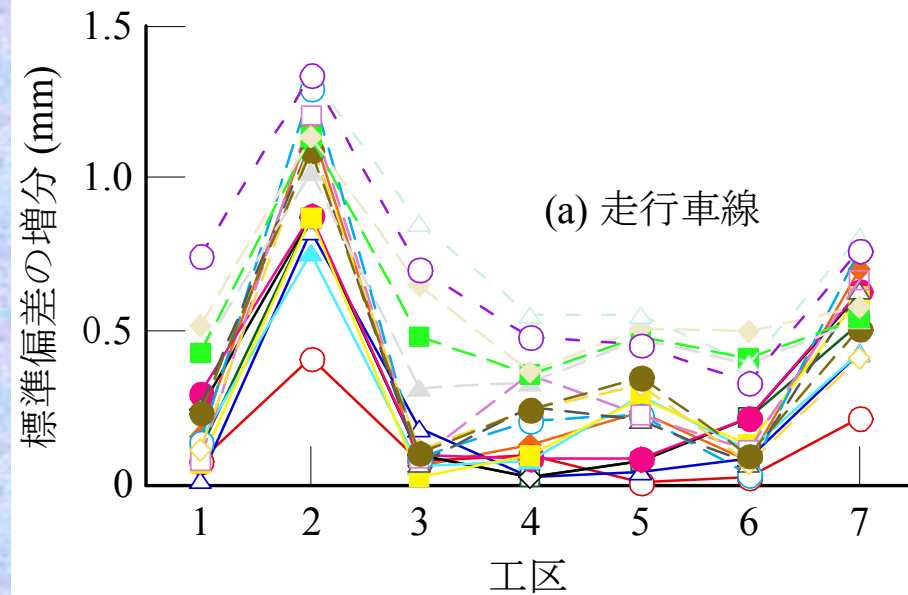
As再生砕石

5, 6, 7工区

密粒舗装

1工区

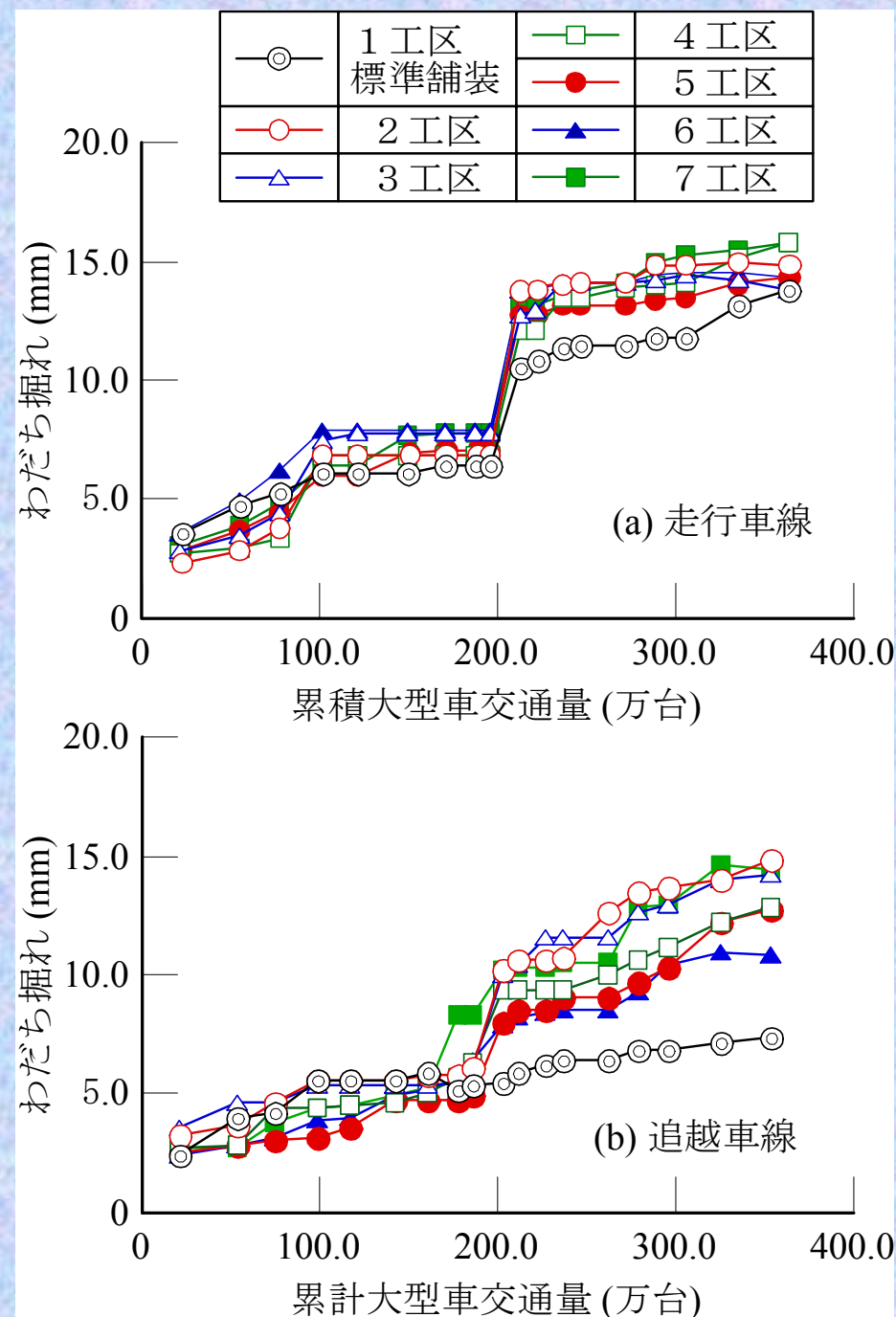
	経過月数		経過月数		経過月数
—○—	6ヶ月	—■—	42ヶ月	—●—	77ヶ月
—△—	15ヶ月	—◇—	49ヶ月	—▲—	88ヶ月
—□—	19ヶ月	—○—	54ヶ月	—■—	99ヶ月
—◇—	24ヶ月	—△—	62ヶ月	—◆—	111ヶ月
—●—	30ヶ月	—□—	66ヶ月	—○—	126ヶ月
—▲—	37ヶ月	—◇—	73ヶ月	—△—	139ヶ月



わだち掘れの経時変化

道路維持修繕要綱:

補修要否の判断目標値
30.0~40.0mm以内



FWDたわみ量

切り込み砕石

2, 3, 4工区

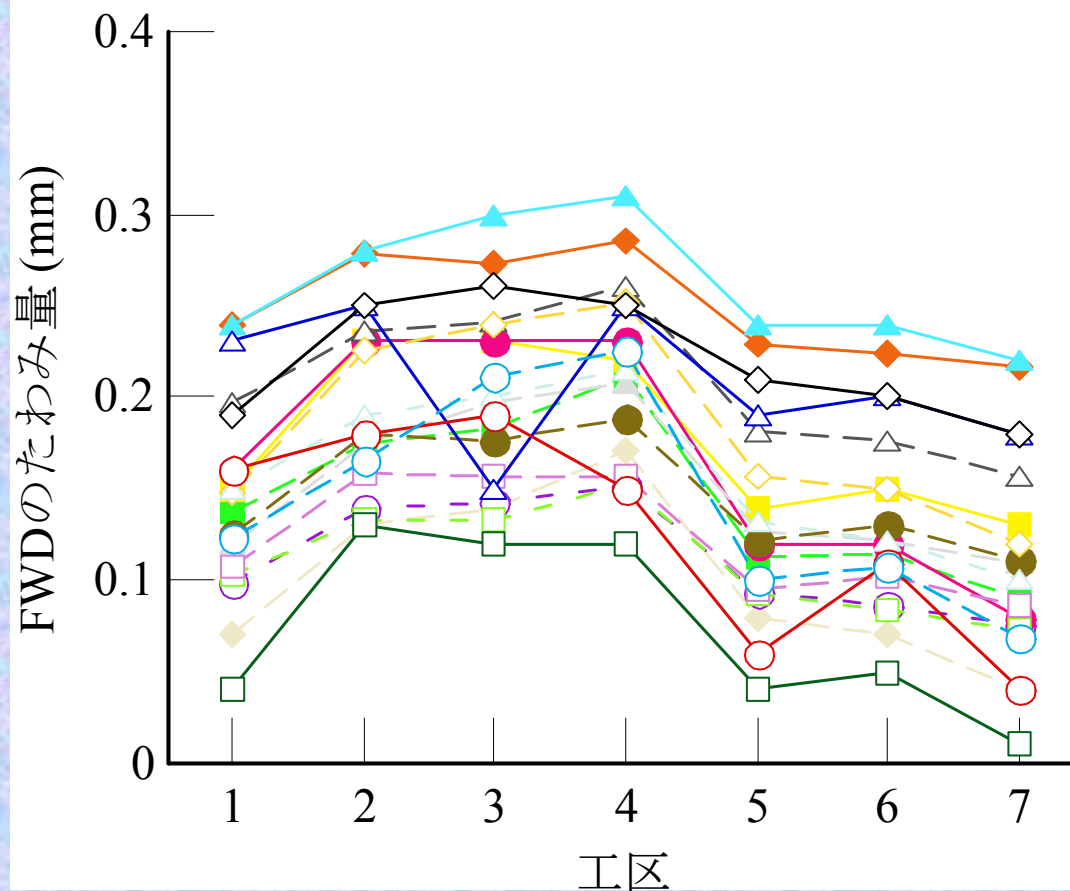
As再生砕石

5, 6, 7工区

密粒舗装

1工区

	経過月数		経過月数		経過月数
—○—	施工直後	—◇—	42ヶ月	—■—	88ヶ月
—△—	6ヶ月	—○—	49ヶ月	—◇—	99ヶ月
—□—	15ヶ月	—△—	54ヶ月	—○—	111ヶ月
—◇—	19ヶ月	—□—	62ヶ月	—△—	126ヶ月
—●—	24ヶ月	—◇—	66ヶ月	—□—	139ヶ月
—▲—	30ヶ月	—●—	73ヶ月		
—■—	37ヶ月	—▲—	77ヶ月		



等価換算厚の変化

切り込み碎石

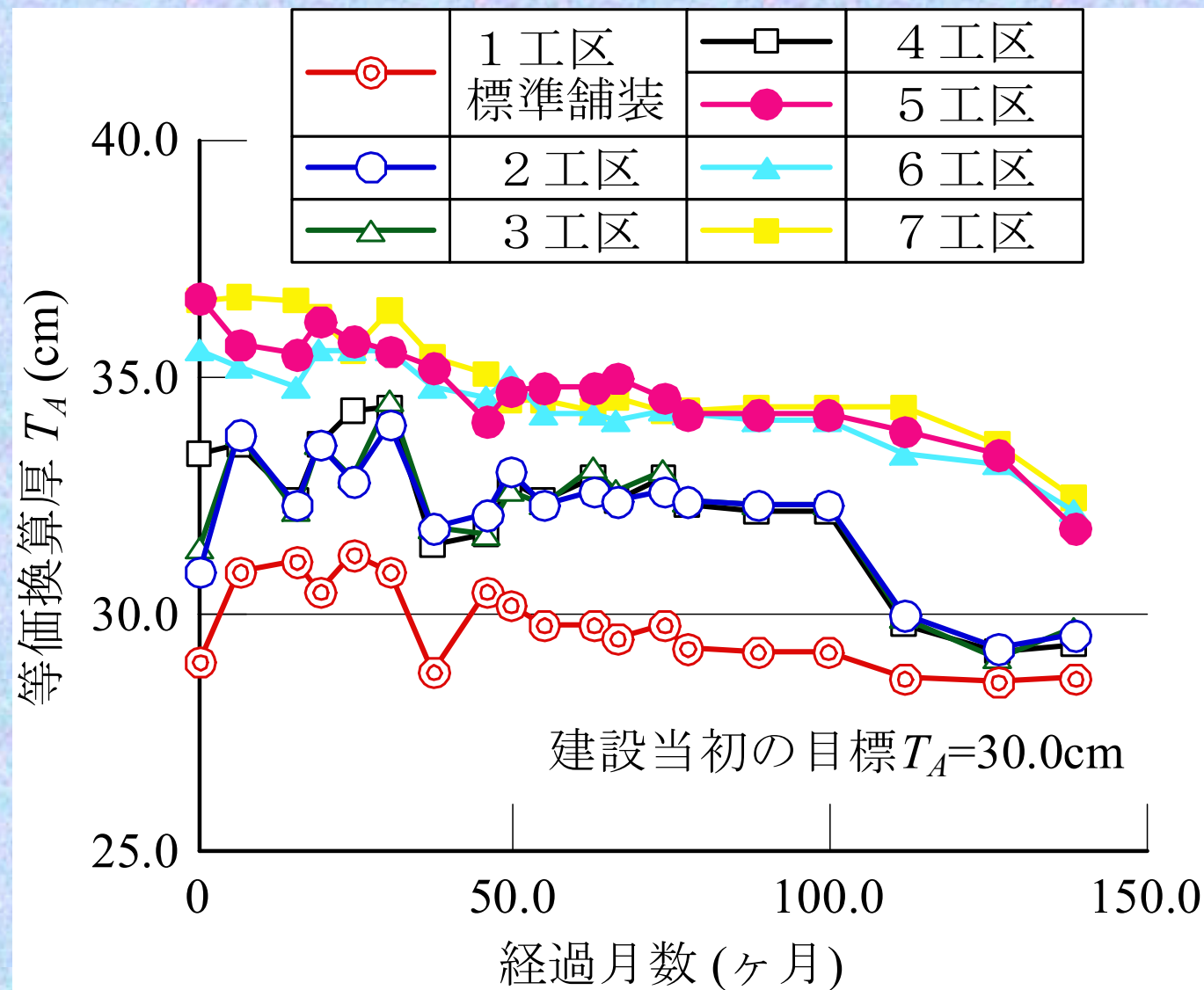
2, 3, 4工区

As再生碎石

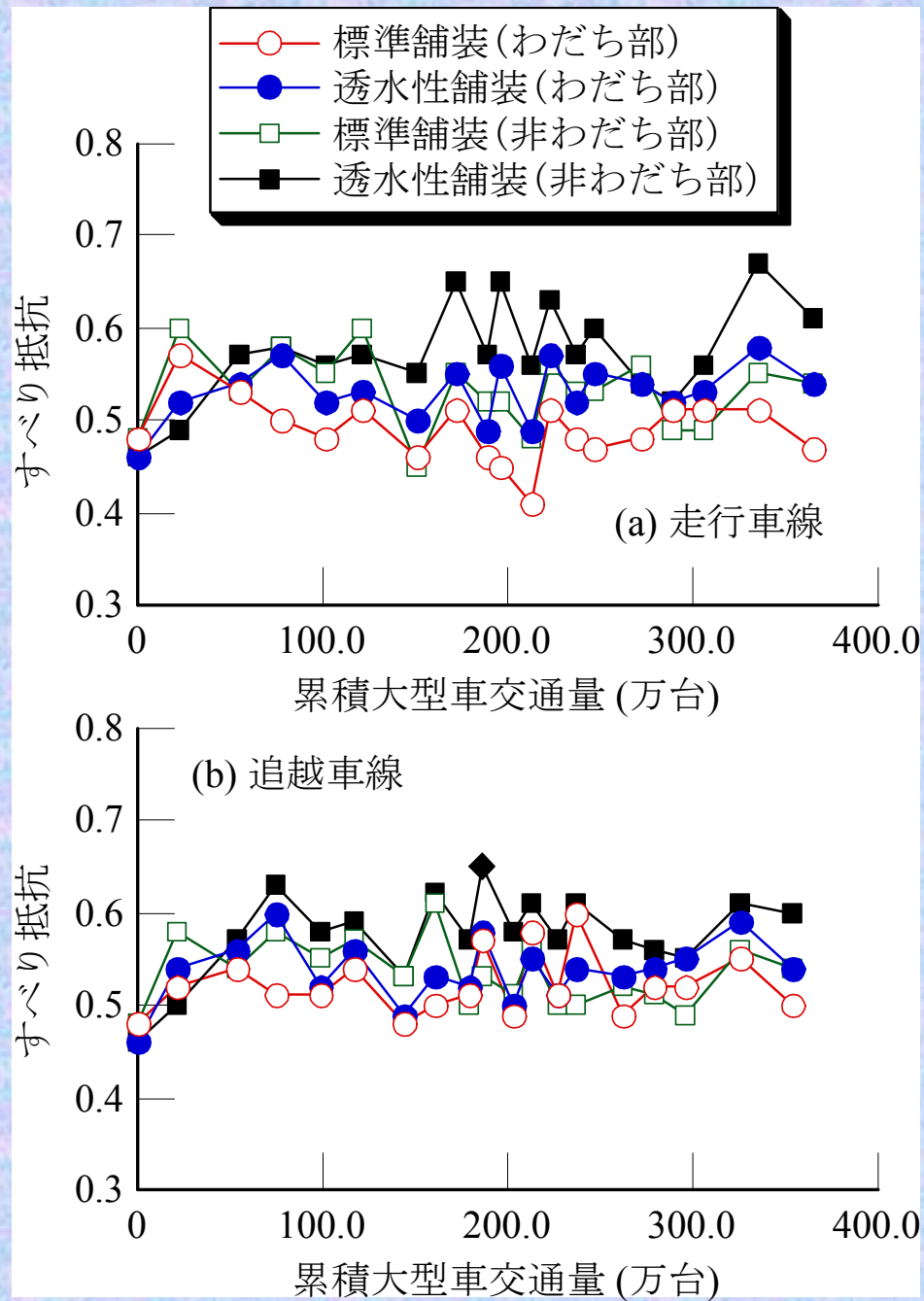
5, 6, 7工区

密粒舗装

1工区

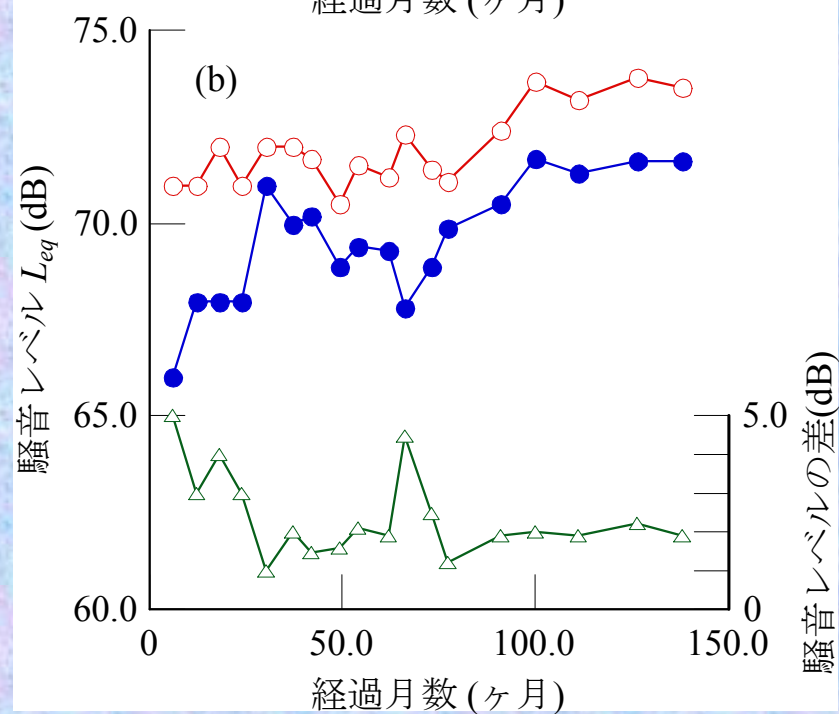
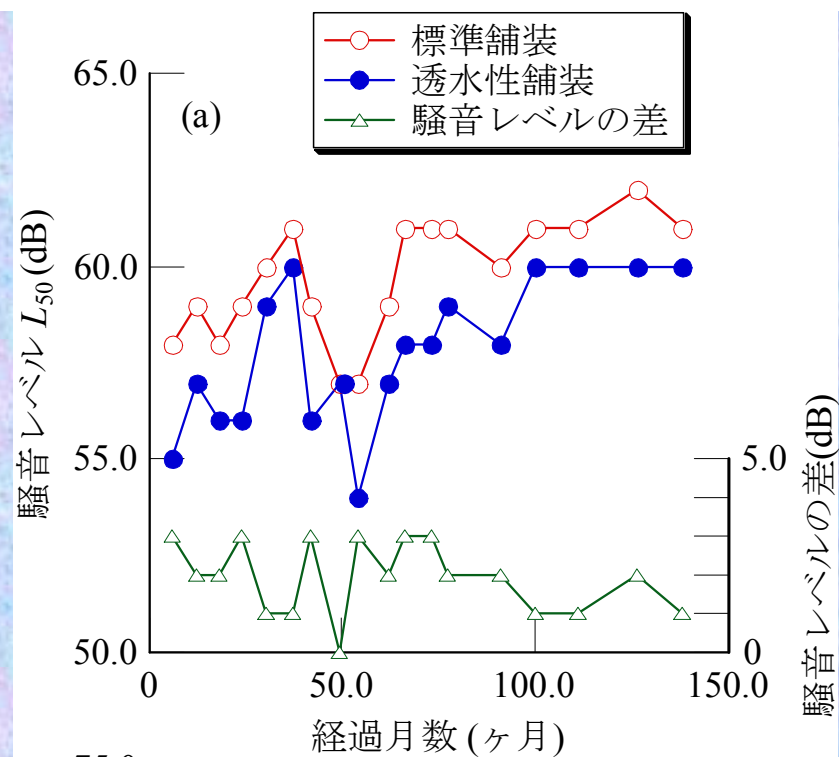


すべり抵抗 (60km/hr)



騒音レベルの 経年変化

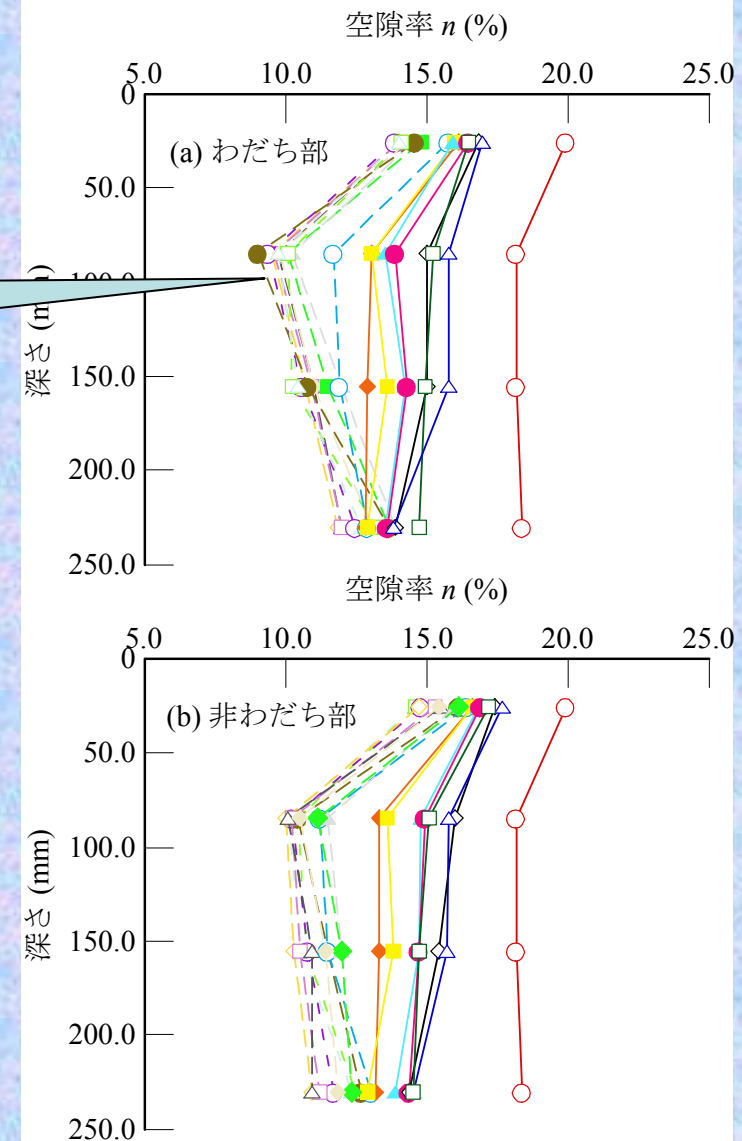
・大型車約10%



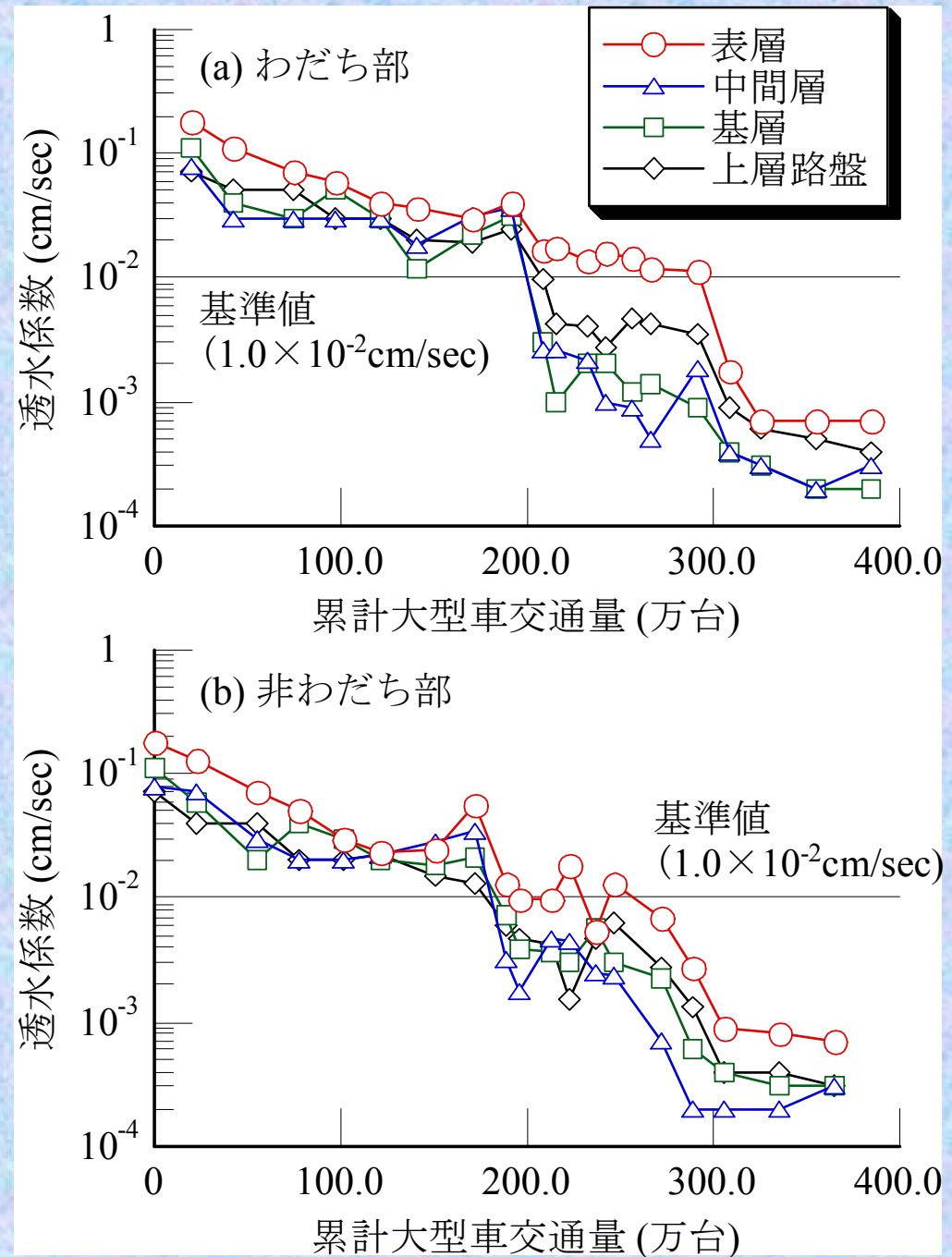
空隙率変化

この辺りが
目詰まりしていく

経過月数	経過月数	経過月数
—○— 施工直後	—◇— 42ヶ月	—■— 88ヶ月
—△— 6ヶ月	—○— 49ヶ月	—◇— 99ヶ月
—□— 15ヶ月	—△— 54ヶ月	—○— 111ヶ月
—◇— 19ヶ月	—□— 62ヶ月	—△— 126ヶ月
—●— 24ヶ月	—◇— 66ヶ月	—□— 139ヶ月
—▲— 30ヶ月	—●— 73ヶ月	
—■— 37ヶ月	—▲— 77ヶ月	



大型車交通量 と透水係数の関係

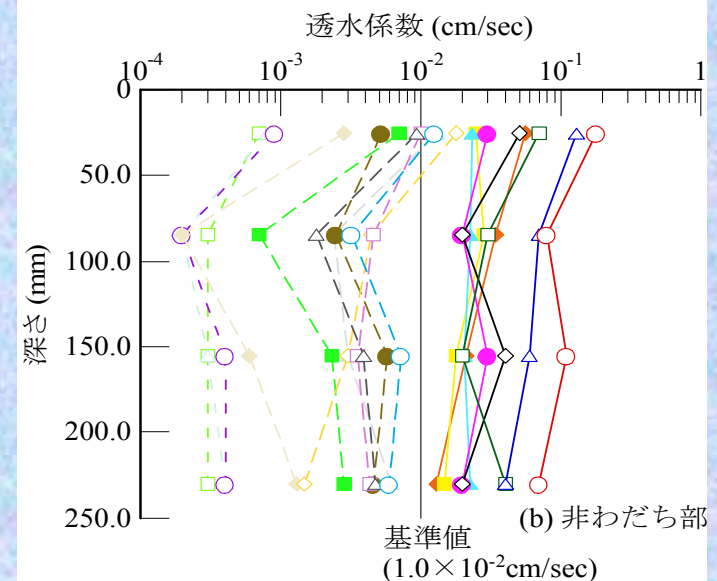
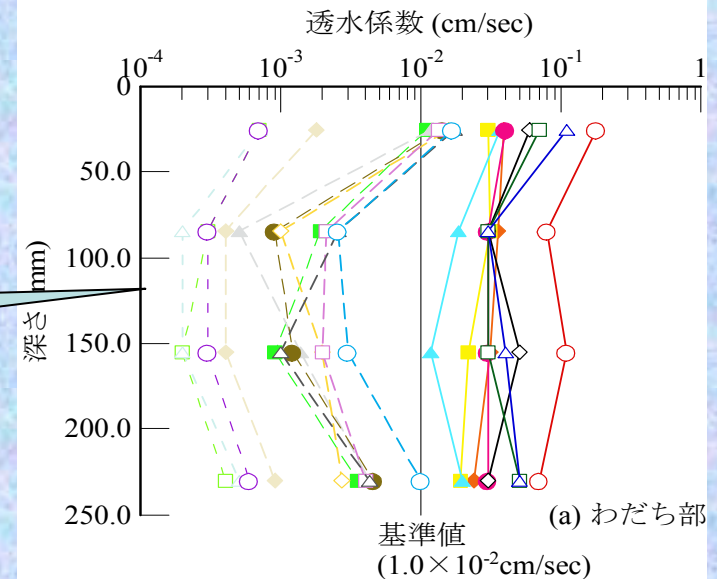


透水係数の変化

この辺りが
目詰まりしていく

2重水面の可能性？

経過月数	経過月数	経過月数
—○— 施工直後	—●— 42ヶ月	—■— 88ヶ月
—△— 6ヶ月	—○— 49ヶ月	—◇— 99ヶ月
—□— 15ヶ月	—△— 54ヶ月	—○— 111ヶ月
—◇— 19ヶ月	—□— 62ヶ月	—△— 126ヶ月
—●— 24ヶ月	—◇— 66ヶ月	—□— 139ヶ月
—▲— 30ヶ月	—●— 73ヶ月	
—■— 37ヶ月	—▲— 77ヶ月	



- **京都議定書の発効**: 国をあげての地球温暖化対策元年.
1990年の時点より6%減らすことが目標.
この数年の間にも国内のCO2排出量は増える一方で,
02年比だと14%減らす必要がある.
- **2003年: 特定都市河川浸水被害対策法**
雨水貯留浸透施設による流域水害対策計画の策定義務



ますます透水性舗装が注目される背景となっていく.

本プロジェクトの成果をとりまとめたCD-Rを参照してください.
これまでの活動の成果をまとめております.

問い合わせ先:

京都大学大学院 工学研究科 都市環境工学専攻

大西研究室 京大のHPで連絡先をご確認ください