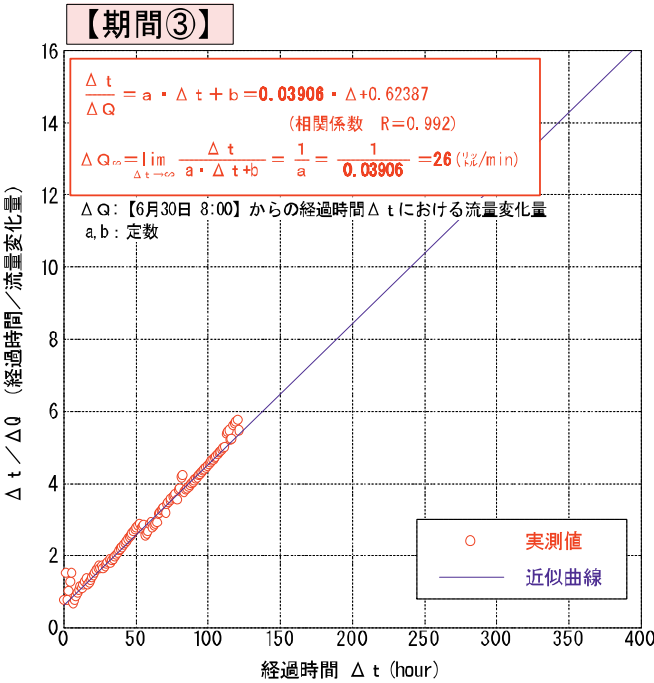
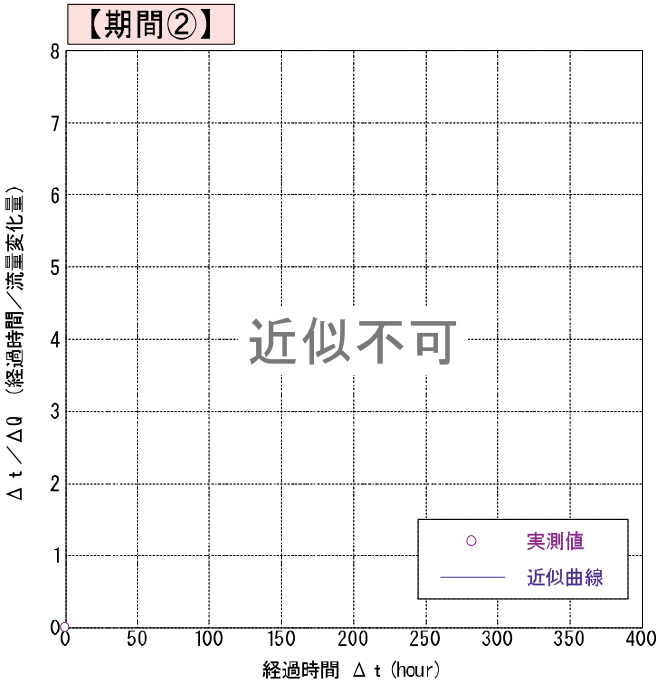
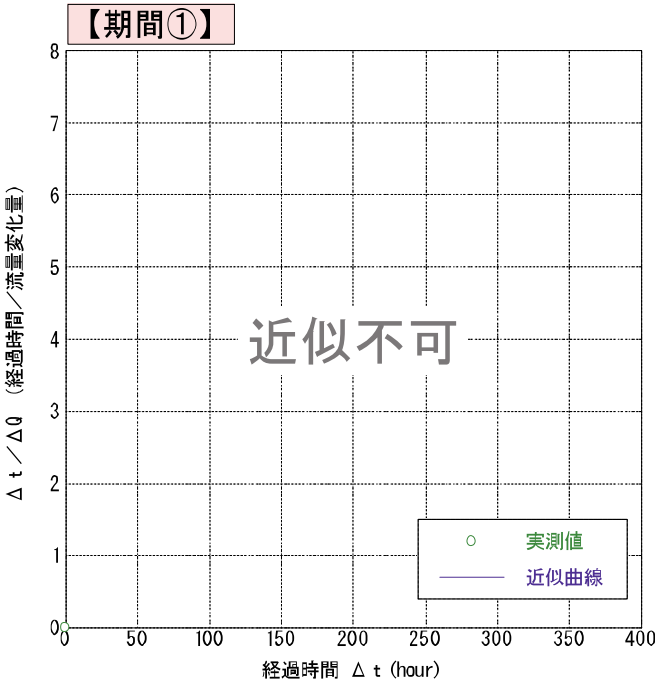
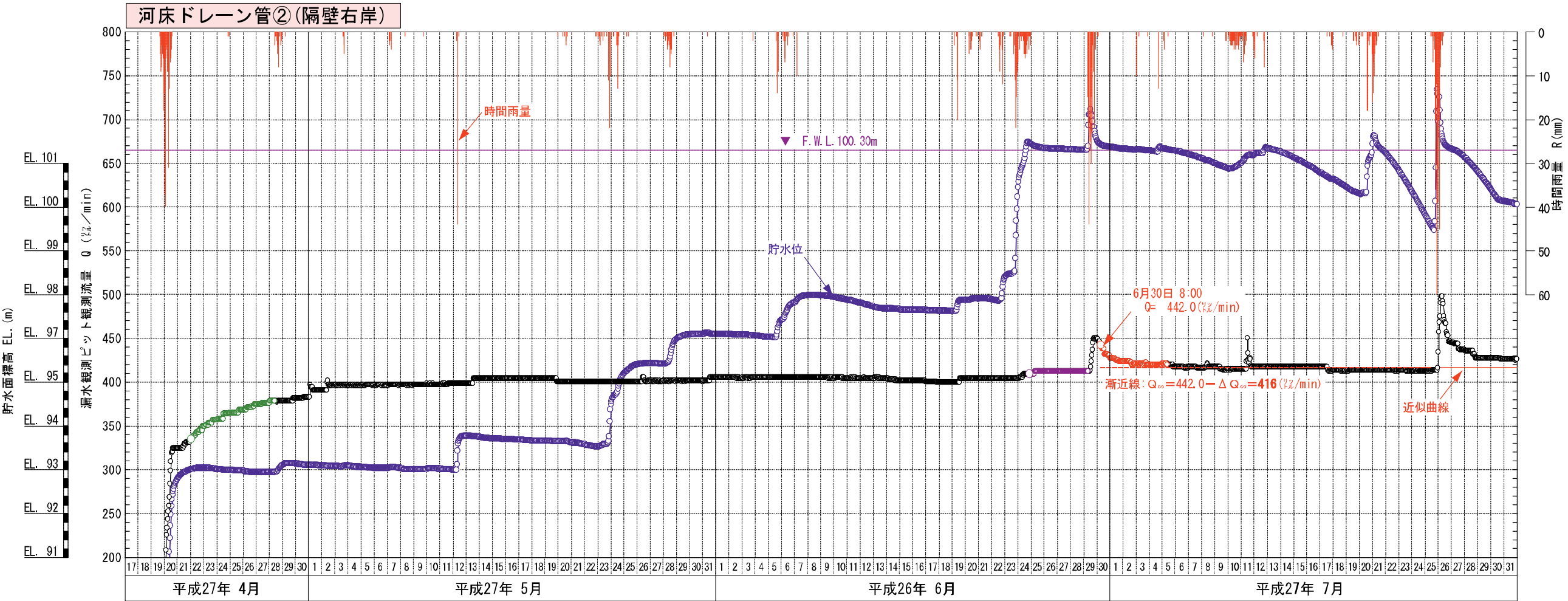


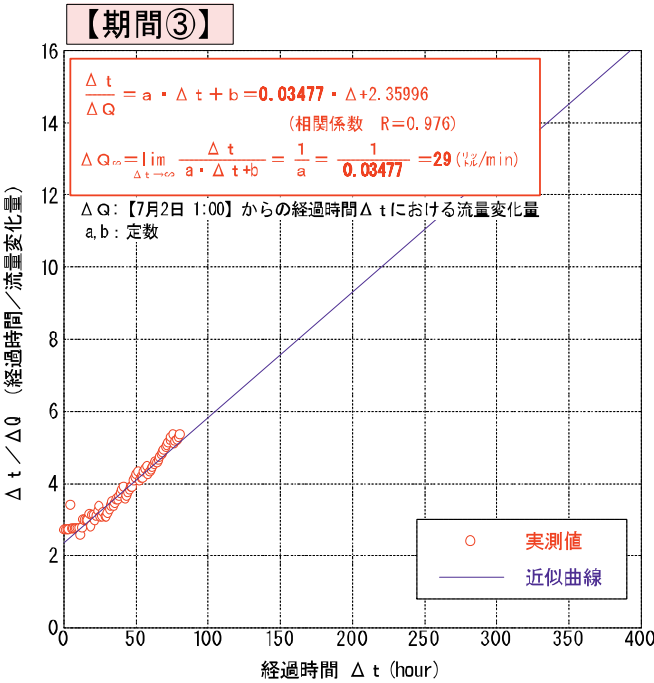
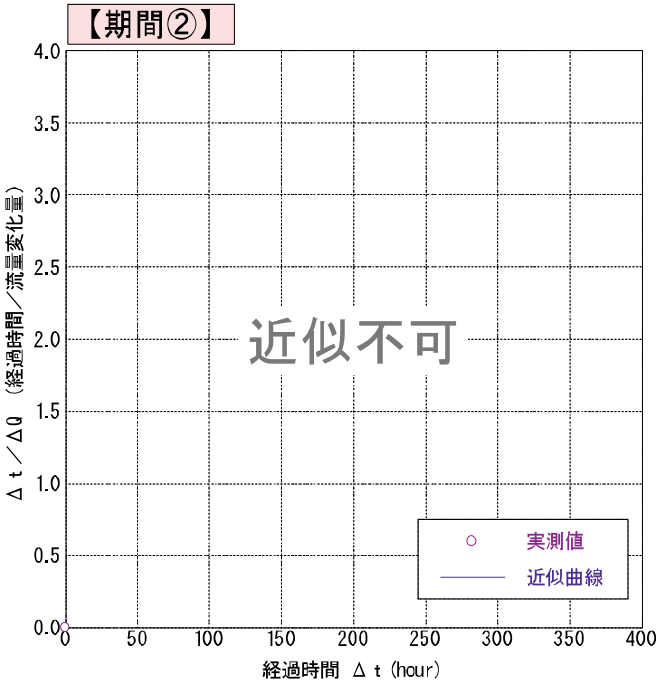
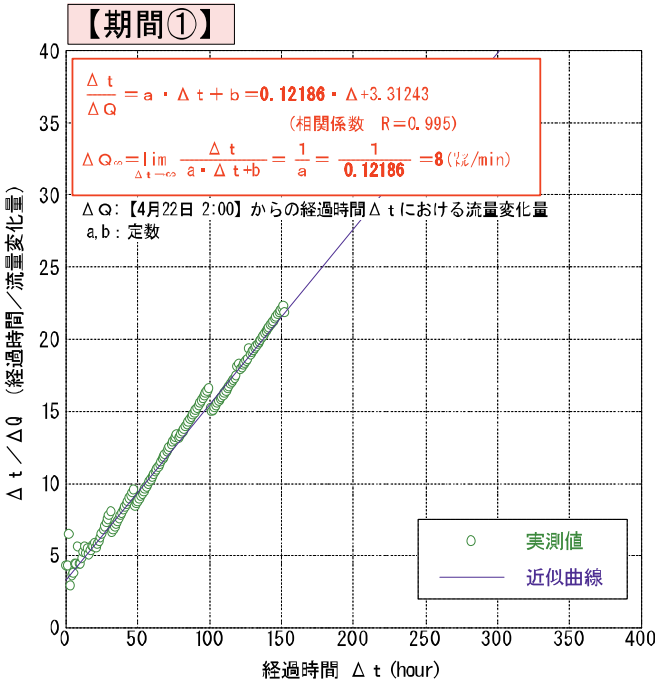
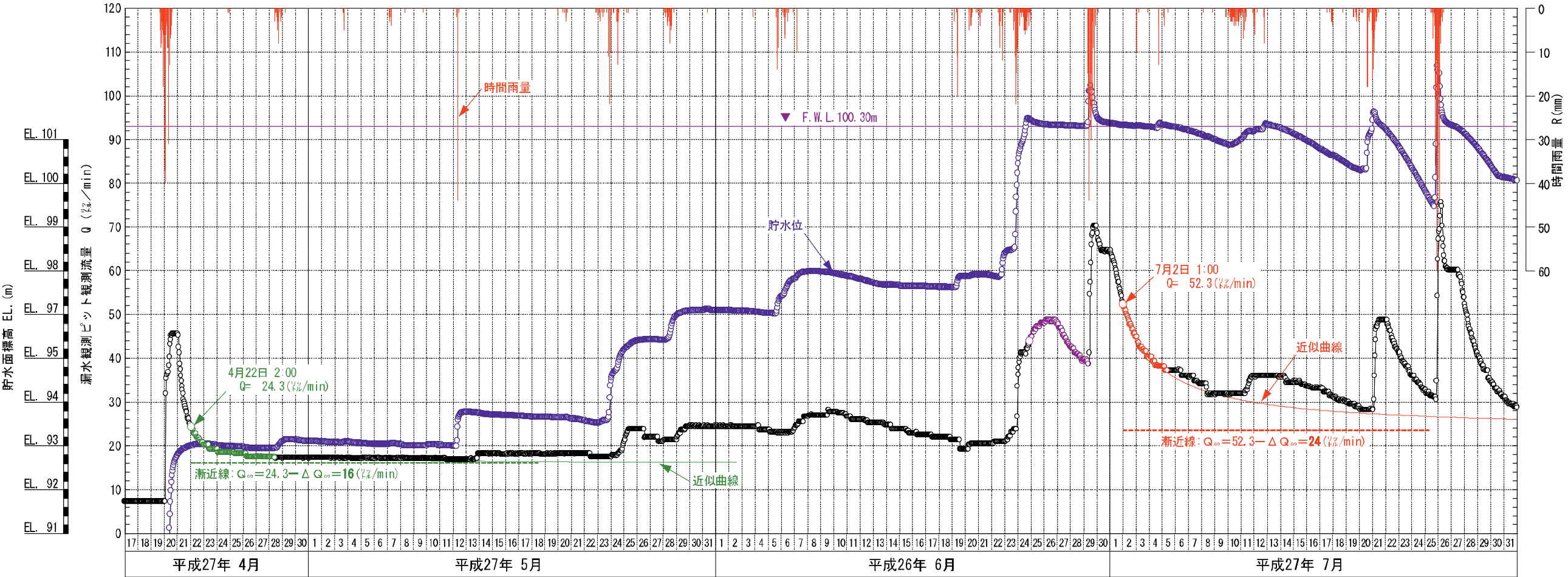
(参考) ロックフィルダムにおける浸透量管理基準の検討事例紹介

図表番号	図表名称
41	今後の管理規定(浸透流量管理基準)の検討 降雨後の浸透流量収束傾向 による貯水池浸透流量の算定(4/6)



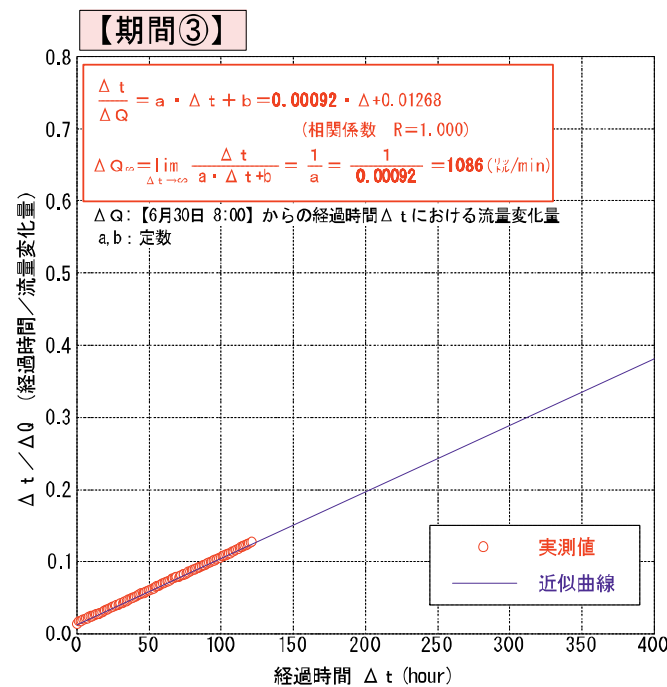
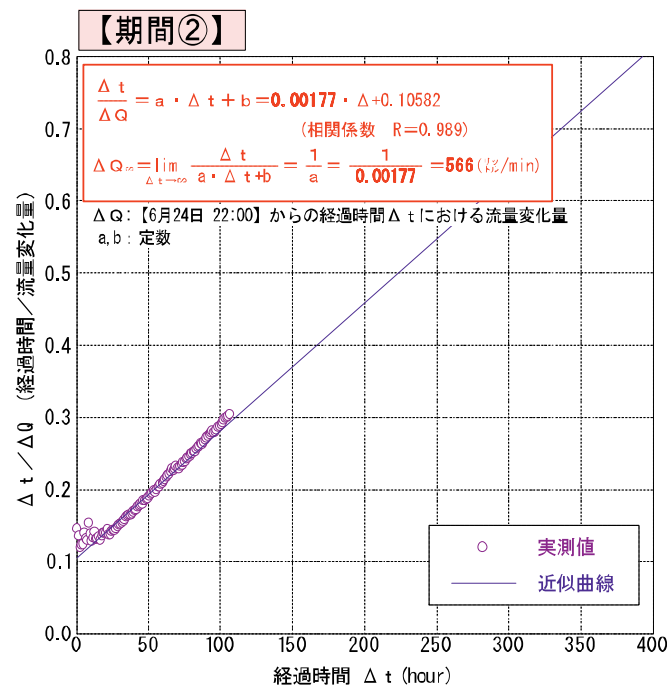
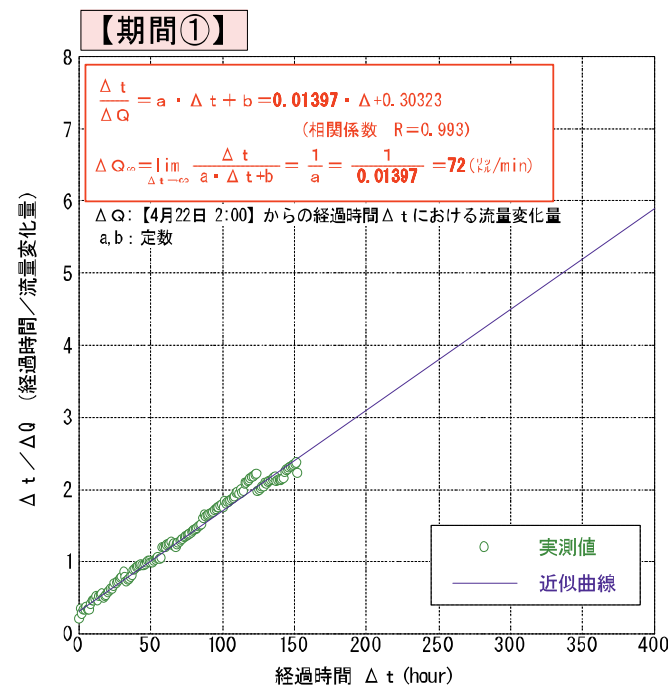
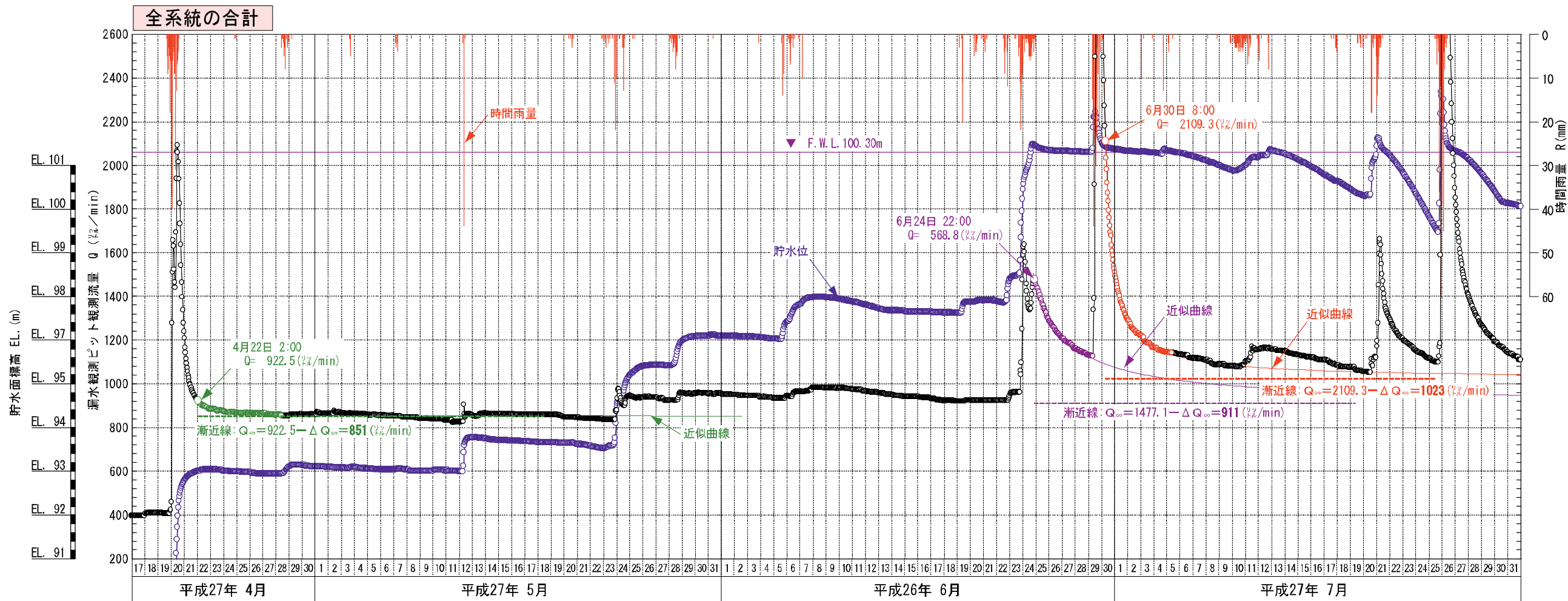
(参考) ロックフィルダムにおける浸透量管理基準の検討事例紹介

図表番号	図表名称
42	今後の管理規定(浸透流量管理基準)の検討 降雨後の浸透流量収束傾向 による貯水池浸透流量の算定(5/6)



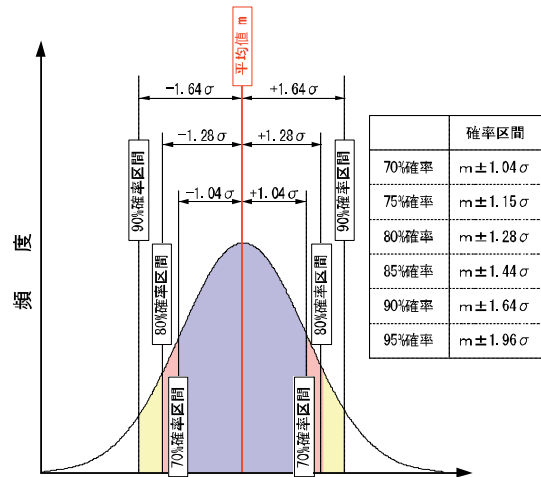
(参考) ロックフィルダムにおける浸透量管理基準の検討事例紹介

図表番号	図表名称
43	今後の管理規定(浸透流量管理基準)の検討 降雨後の浸透流量収束傾向 による貯水池浸透流量の算定(6/6)



(参考) ロックフィルダムにおける浸透量管理基準の検討事例紹介

図表番号	図表名称
44	今後の管理規定(浸透流量管理基準)の検討 浸透流量目安値(包括線)に対する 管理基準範囲(許容範囲)の検討(1/2)



先に試験湛水後(H26.10/01~H27.12/31)の浸透流量観測結果(降雨浸透流量排除)から定めた【目安値(包括線)】に対し、同観測結果の差分について、そのバラツキ程度を検討した。

【目安値(包括線)】は、貯水位を変数とする一次式(ただし貯水位レベルによって場合分けあり)によって算定されるが、その浸透流量観測結果の貯水位条件に該当する【目安値(包括線)】を算定し、以下の式により各観測結果の差分 δ を算定した。

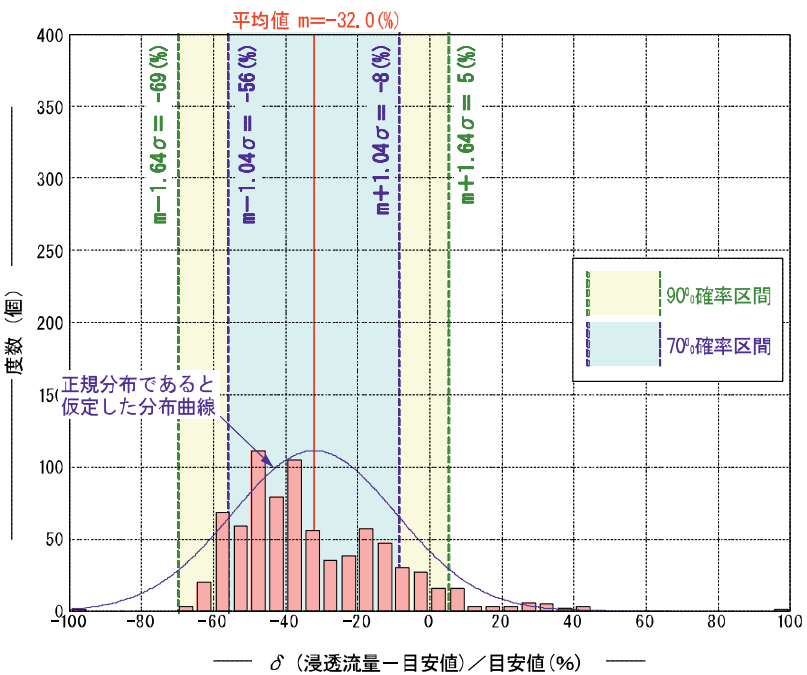
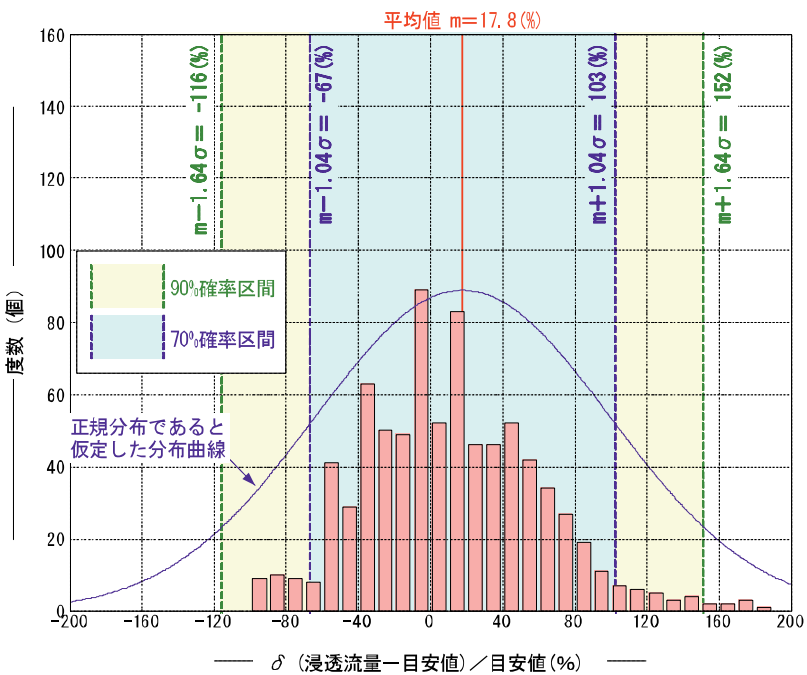
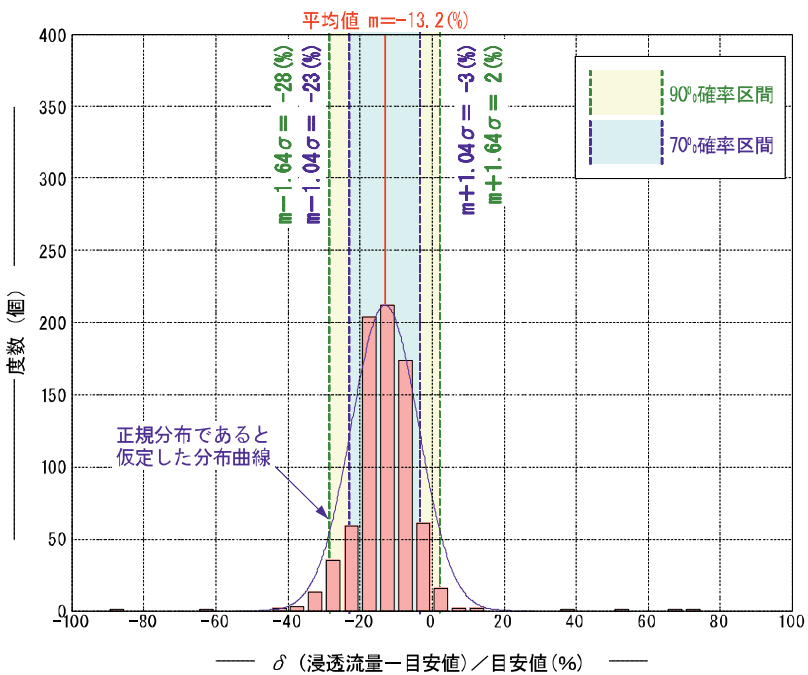
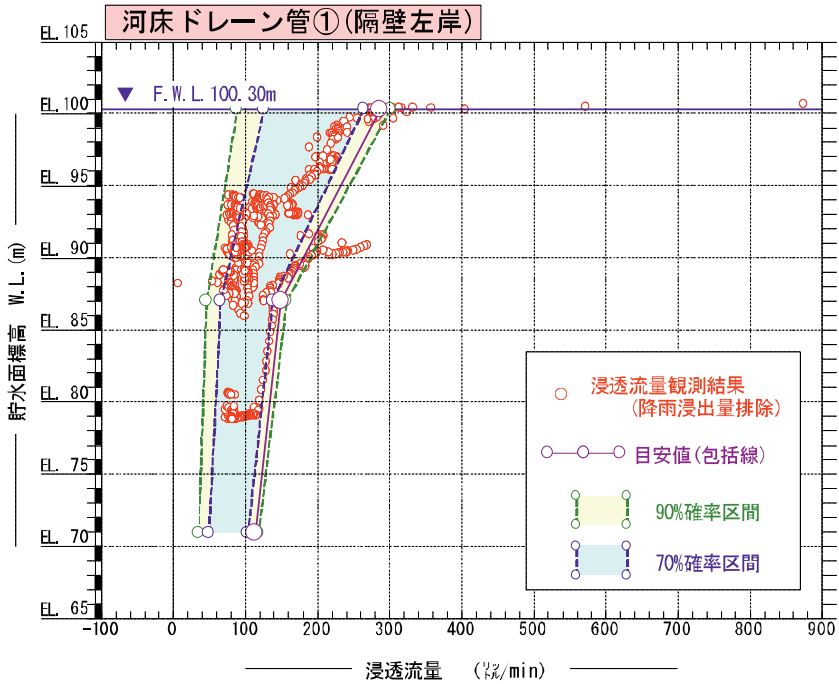
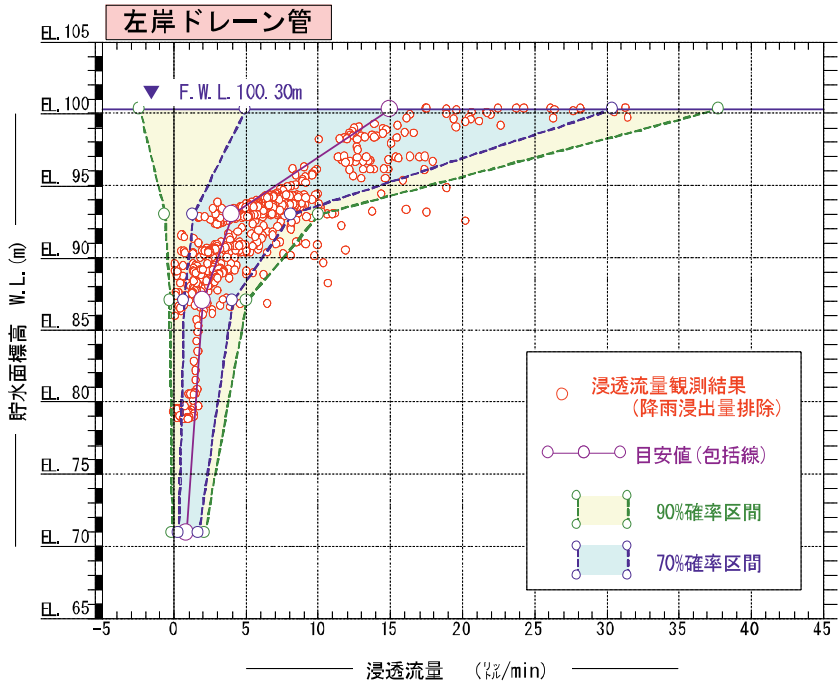
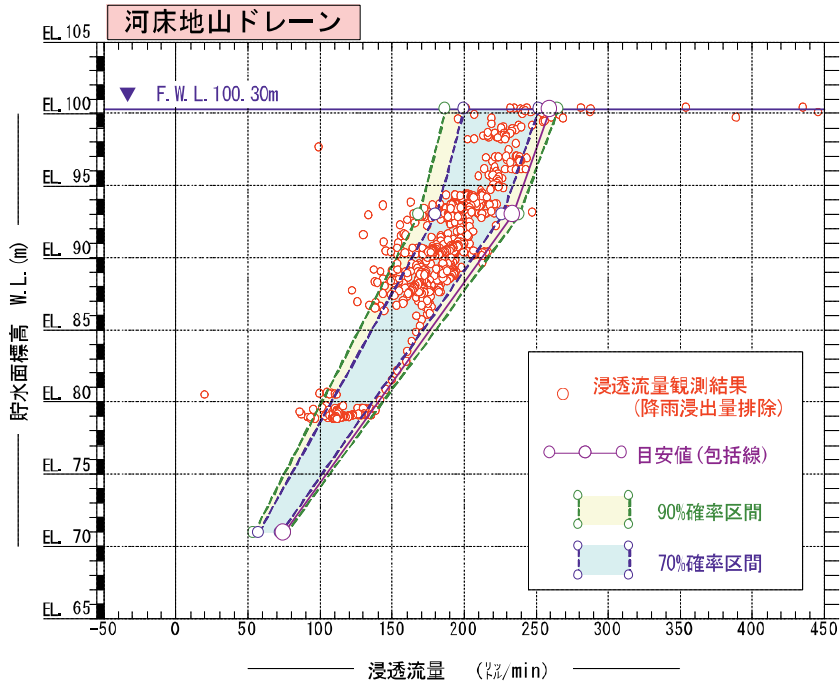
$$\delta = \frac{Q_e - Q_T}{Q_T} \times 100 (\%)$$

Q_e : 浸透流量観測結果(降雨浸透流量排除)
 Q_T : 貯水位によって算定した目安値(包括線)

すなわち、その貯水位条件における目安値(包括線)に対し、観測値の超過分はどの程度の割合なのか、もしくは、どの程度割合の不足分なのかについて、試験湛水実施期間中に得られた観測結果それぞれについて算定した。

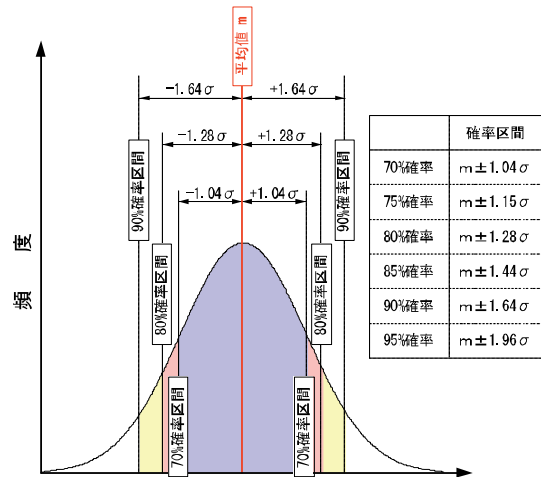
本図中の下段のヒストグラムは、各観測結果の δ のバラツキ程度を表したものである。

平均値 m 、および標準偏差 σ から【90%確率区間】、および【70%確率区間】を算定し、同ヒストグラム中に示した。また、上段の貯水位～浸透流量の相関図中にも、これら各確率区間で算定される流量の範囲を着色して示した。



(参考) ロックフィルダムにおける浸透量管理基準の検討事例紹介

図表番号	図表名称
45	今後の管理規定(浸透流量管理基準)の検討 浸透流量目安値(包括線)に対する 管理基準範囲(許容範囲)の検討(2/2)



先に試験湛水後(H26.10/01~H27.12/31)の浸透流量観測結果(降雨浸透流量排除)から定めた【目安値(包括線)】に対し、同観測結果の差分について、そのバラツキ程度を検討した。

【目安値(包括線)】は、貯水位を変数とする一次式(ただし貯水位レベルによって場合分けあり)によって算定されるが、その浸透流量観測結果の貯水位条件に該当する【目安値(包括線)】を算定し、以下の式により各観測結果の差分 δ を算定した。

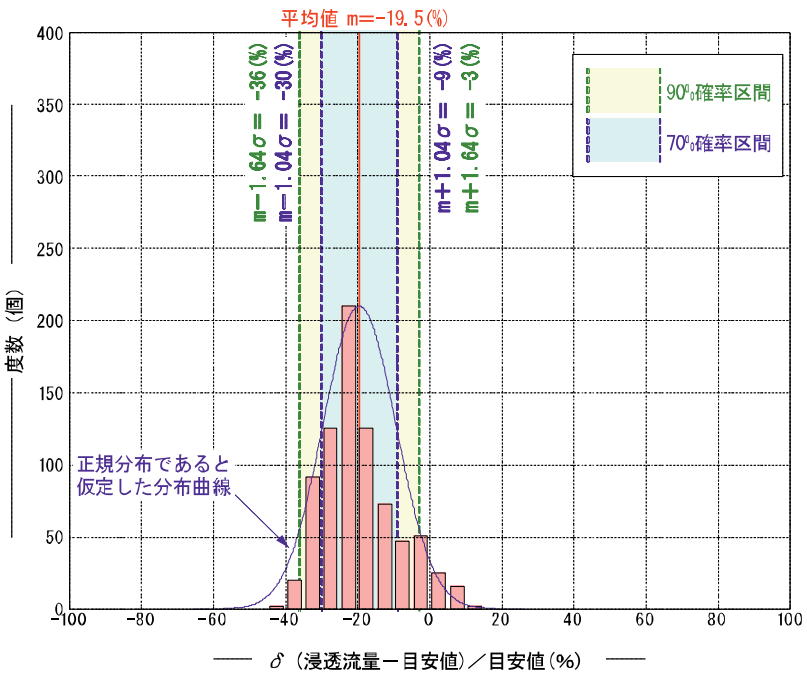
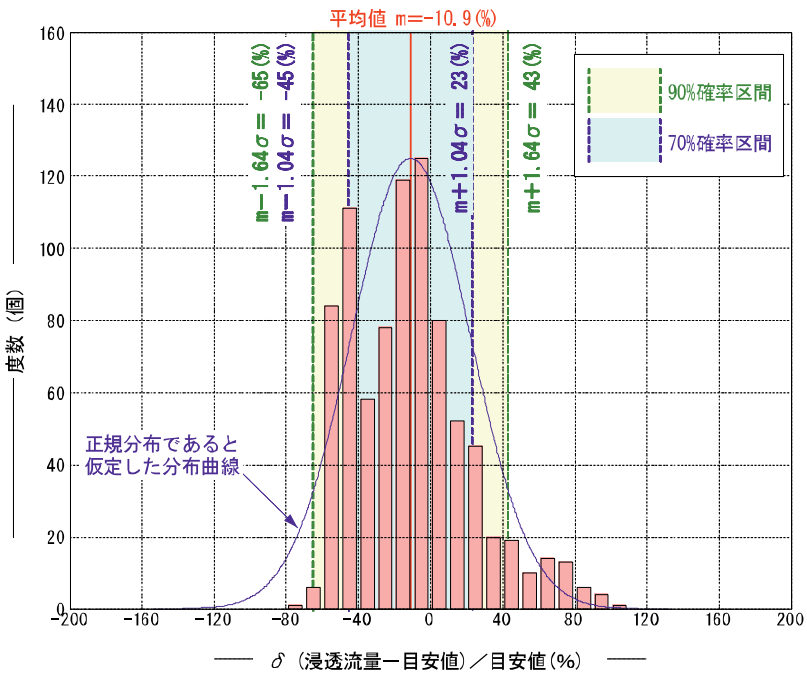
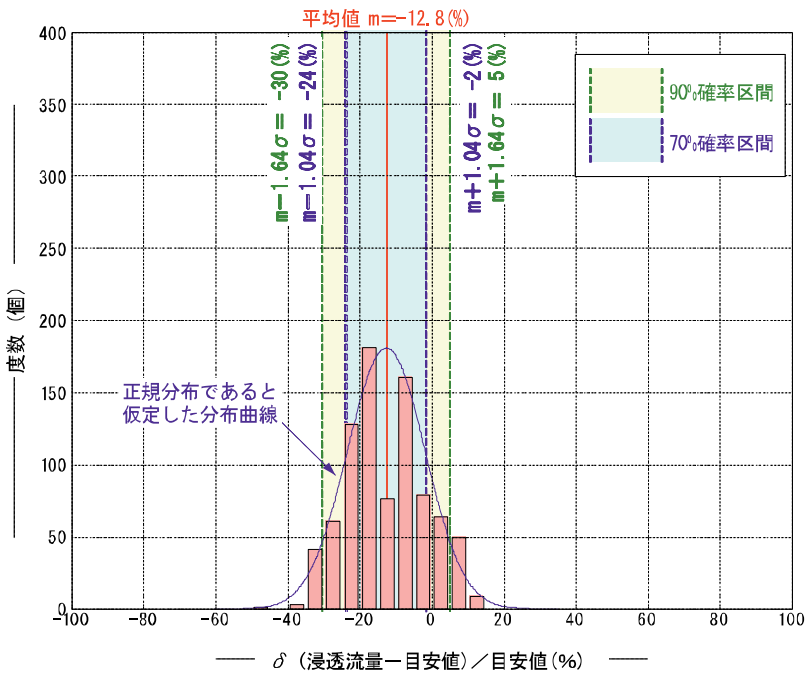
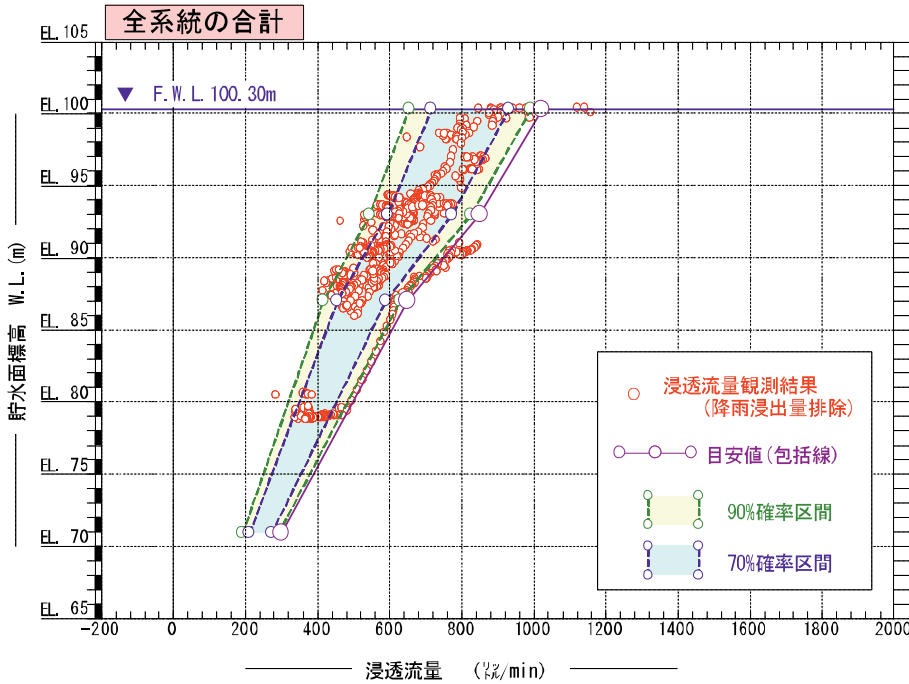
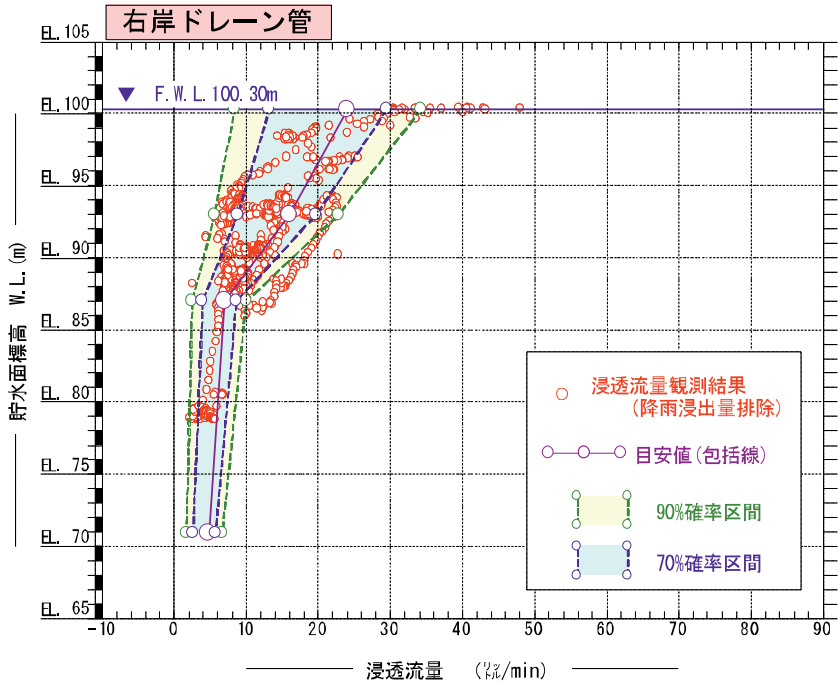
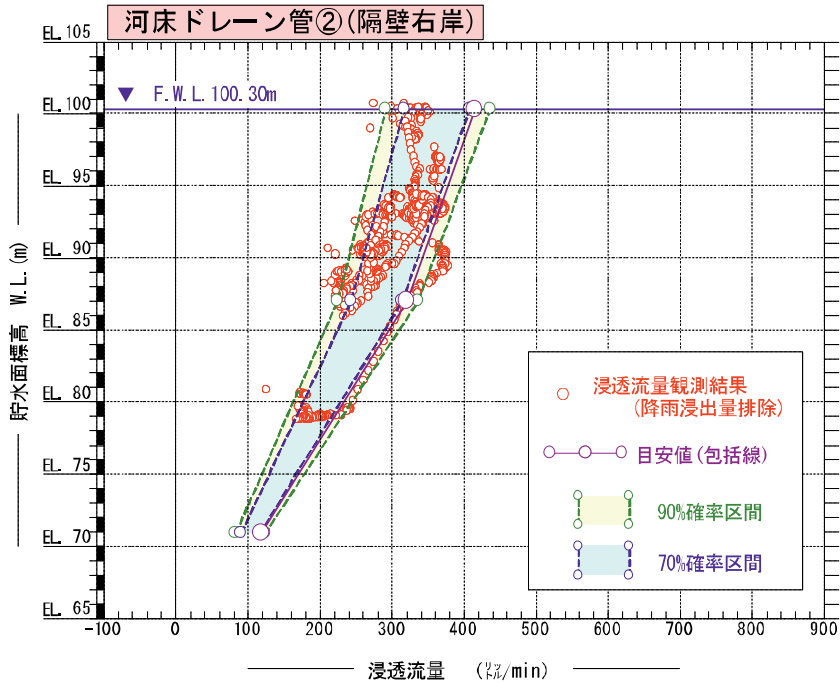
$$\delta = \frac{Q_e - Q_T}{Q_T} \times 100 (\%)$$

Q_e : 浸透流量観測結果(降雨浸透流量排除)
 Q_T : 貯水位によって算定した目安値(包括線)

すなわち、その貯水位条件における目安値(包括線)に対し、観測値の超過分はどの程度の割合なのか、もしくは、どの程度割合の不足分なのかについて、試験湛水実施期間中に得られた観測結果それぞれについて算定した。

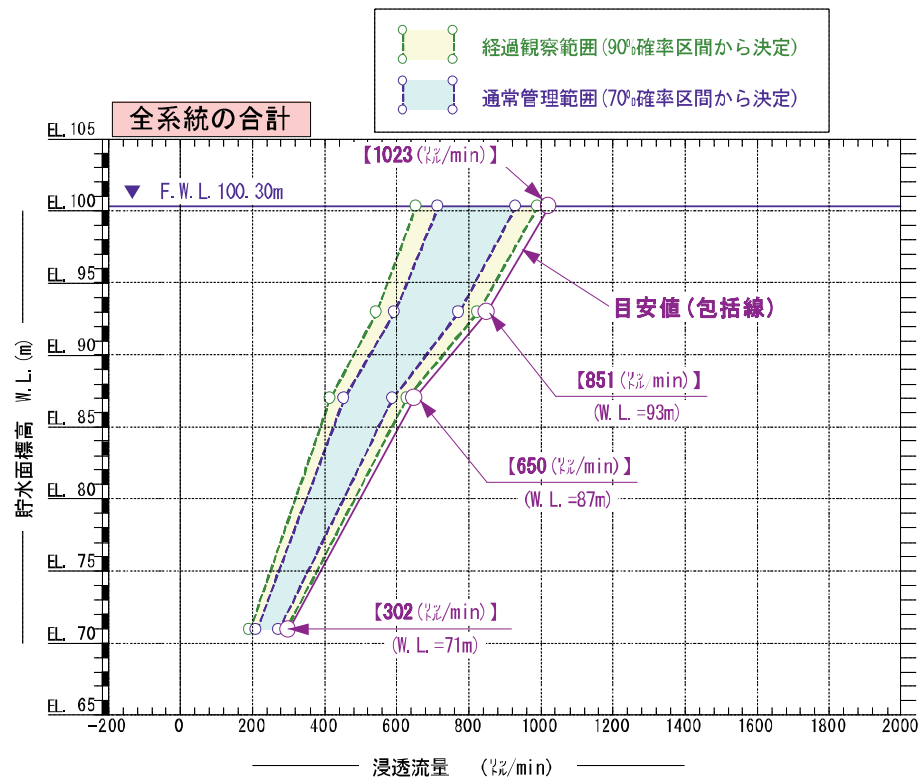
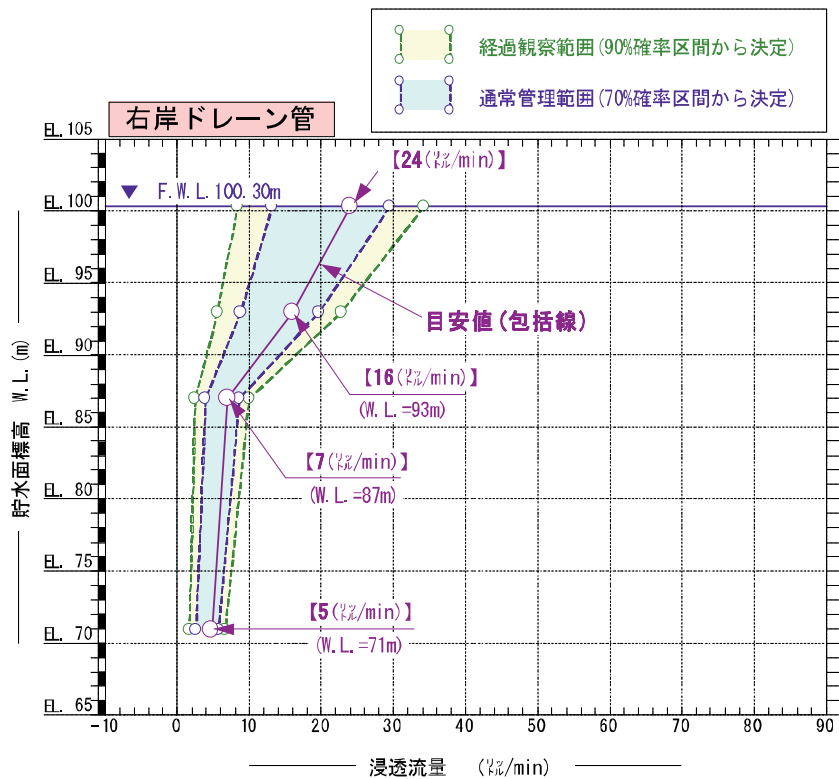
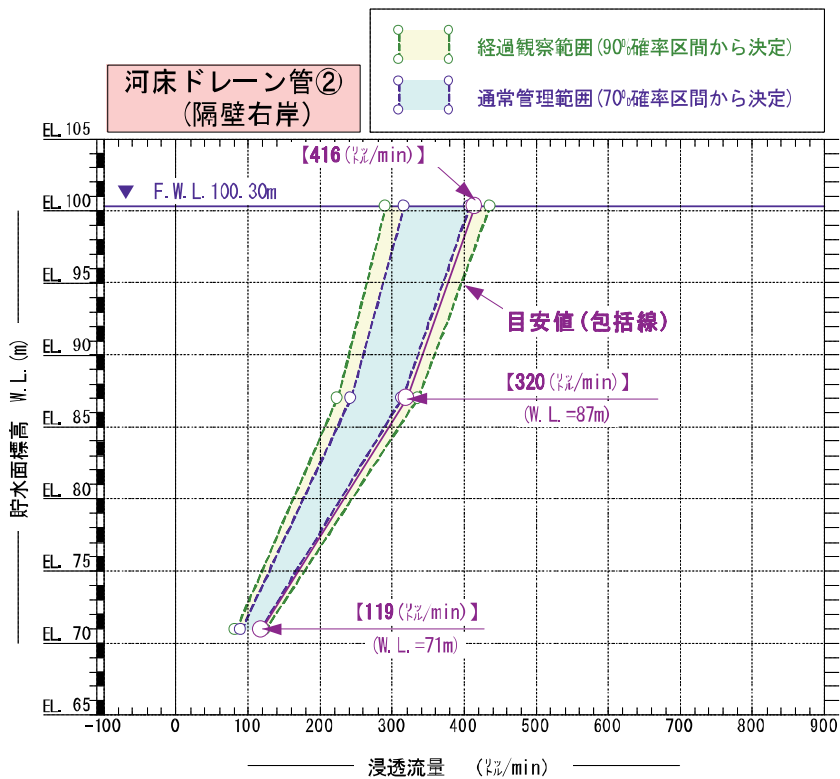
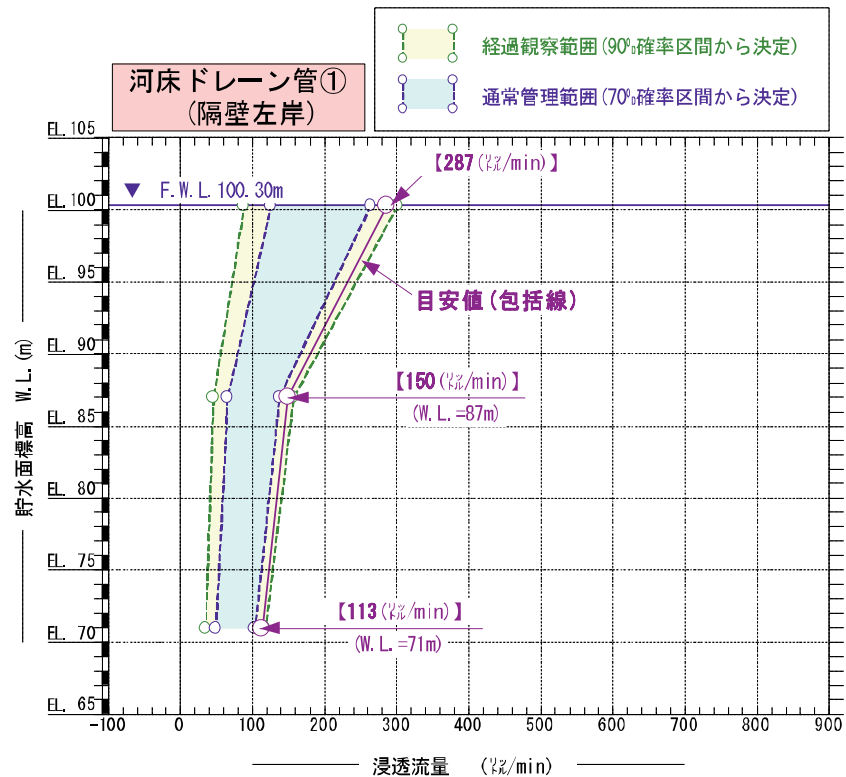
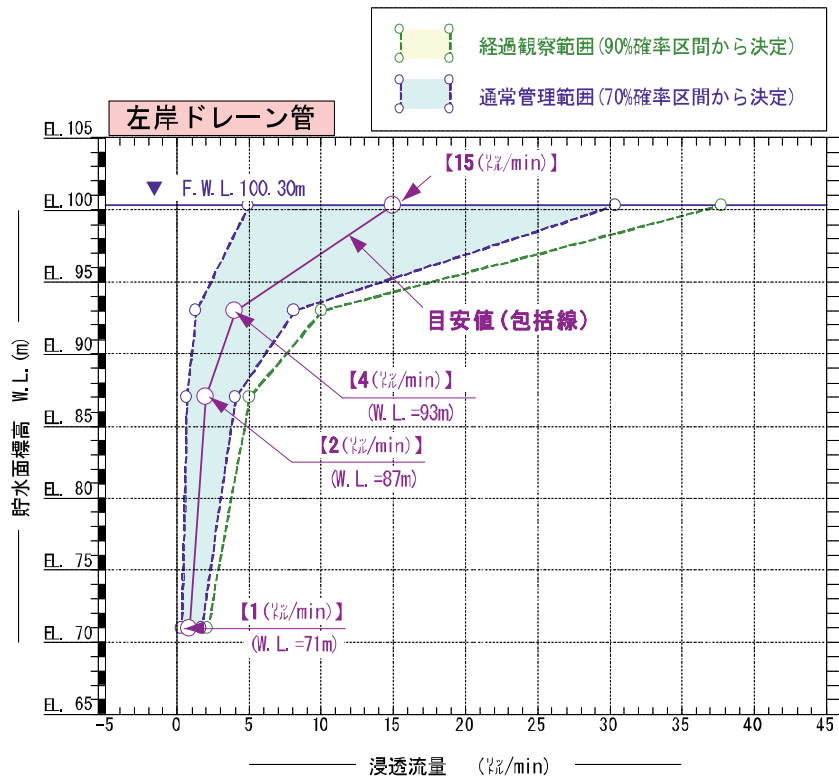
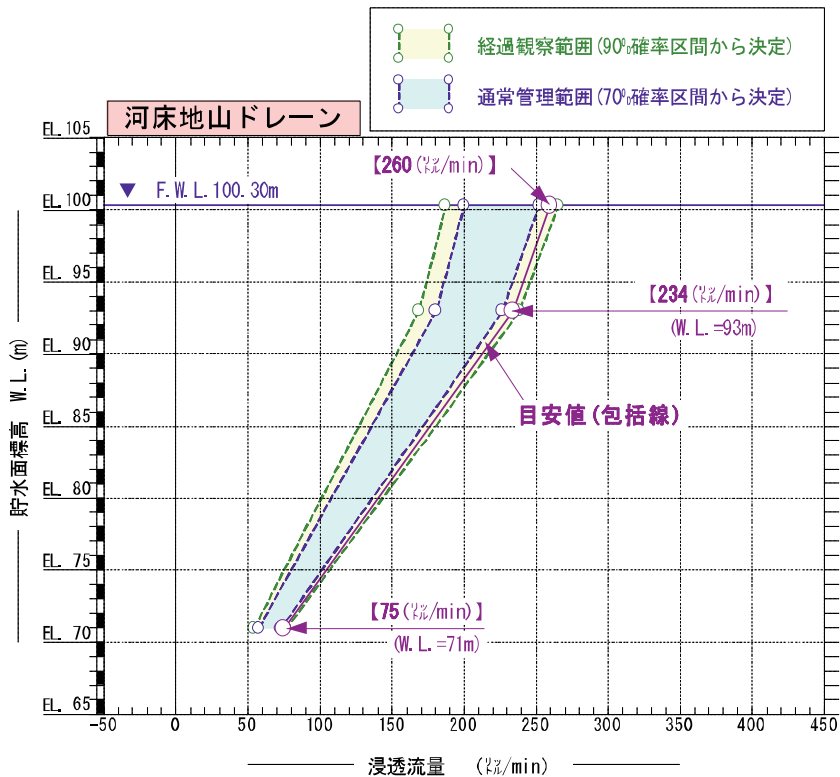
本図中の下段のヒストグラムは、各観測結果の δ のバラツキ程度を表したものである。

平均値 m 、および標準偏差 σ から【90%確率区間】、および【70%確率区間】を算定し、同ヒストグラム中に示した。また、上段の貯水位～浸透流量の相関図中にも、これら各確率区間で算定される流量の範囲を着色して示した。



(参考) ロックフィルダムにおける浸透量管理基準の検討事例紹介

図表番号	図表名称
46	今後の管理規定(浸透流量管理基準)の検討 浸透流量に関する管理基準範囲 検討結果



ダム管理マップ作成の手引き(参考)

1. ダム管理マップ作成の目的

ダム管理に当たっては、ダム管理者等がダム本体、貯水池周辺、付帯設備等を対象に、日常点検、非常時点検における挙動監視や上位機関への連絡等を円滑に遂行するため、点検施設・点検箇所・点検頻度、点検ルートや点検時に注意する箇所等の情報及び施工時の技術的な過去の検討結果、施工管理に関する情報、試験湛水結果、管理段階での情報を集約することが重要である。

このため、ダム管理の円滑な管理を行う一つの資料として、管理に当たって留意すべきポイントに関する情報を集約したダム管理マップ作成を行う。

2. ダム管理マップ作成の手順

ダム管理マップ作成に当たっては、以下の項目を整理し、管理者が容易に点検を行えるよう各項目の情報を集約し1枚の平面図に情報を記載する。ダム管理に関する情報は、管理規程や操作規程等に定められており、それらは多数あることから、管理マップに記載する情報は、効率的に点検できる項目に絞り込むことが必要となる。

①主要点検施設、点検箇所・項目、点検頻度

堤体、取水施設、洪水吐等の点検施設について点検箇所、項目及び頻度を記載する。

②施設設備機器点検整備の点検箇所・項目

管理棟、放流設備、警報設備等の設備機器について、点検箇所、項目及び頻度を記載する。また、点検時の機器操作に当たっての留意点があれば記載する。

③点検ルートの設定

主要点検箇所及びその他の目視点検箇所を含む点検ルートを設定し、記載する。

④その他の情報の図示

点検に際して、地すべりブロックや観測孔の位置など重要な情報を記載する。

⑤観測データに基づく安全管理指標の記載

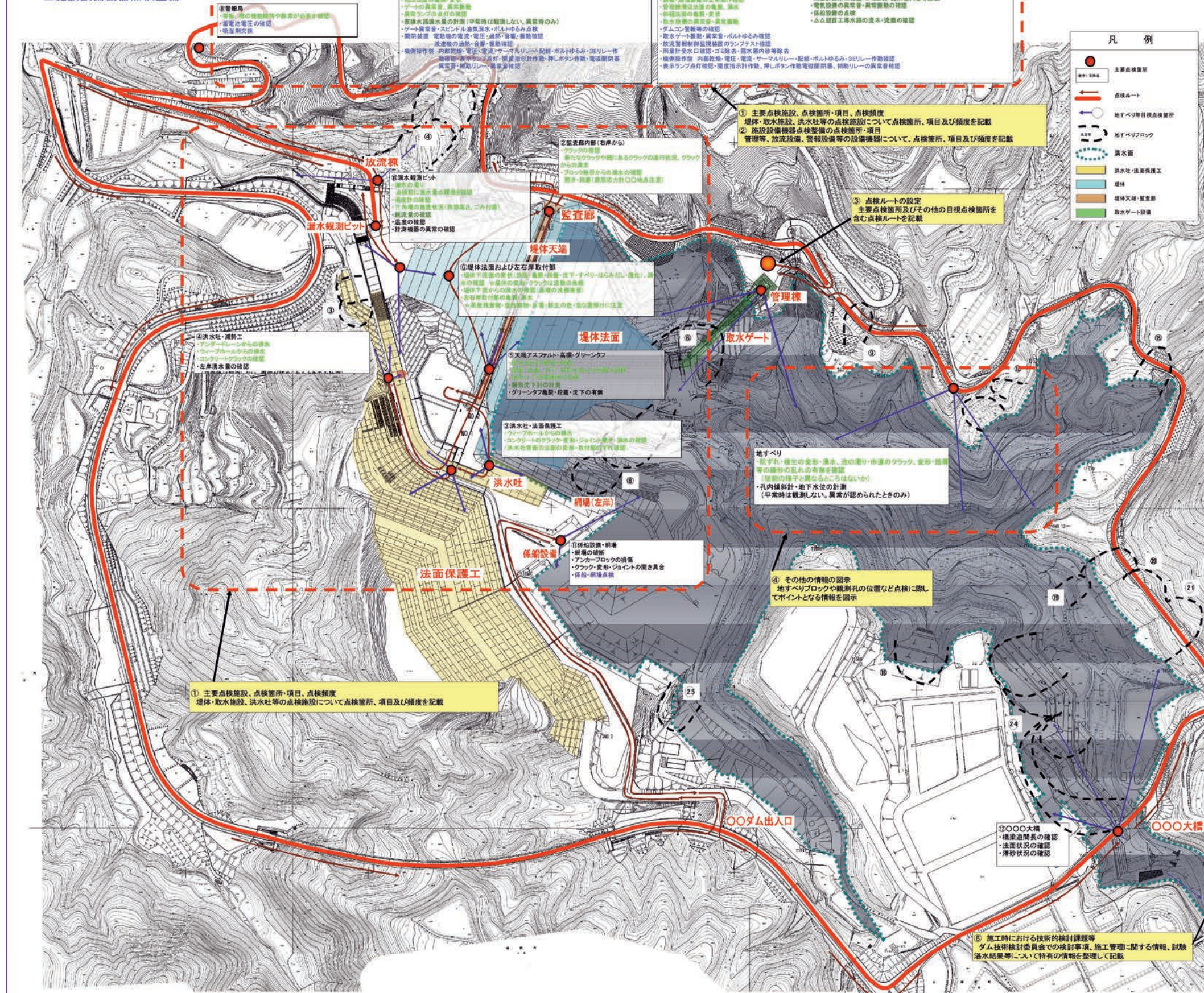
本分析ツールによって、観測データを整理・分析し作成した浸透量、間隙水圧（揚圧力）安全管理指標図を図示し、安全性を判断する基本的な考え方を記載する。

⑥施工時における技術的検討課題等の情報の整理

ダム技術検討委員会での検討事項（基礎地盤調査結果、基礎処理工、地すべり対策等）、施工管理に関する情報（盛立試験結果、品質管理結果等）、試験湛水結果（漏水量、間隙水圧、変位等）等について、当該ダム特有の把握しておくべき情報を整理し記載する。

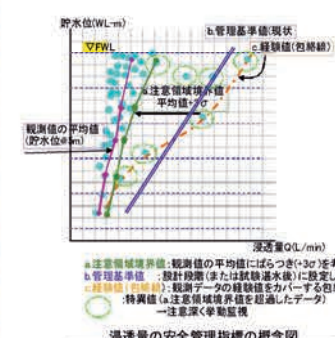
〇〇ダム管理マップ(フィルダムの例)★点検・整備★

- 巡回点検(1回/週)
- 巡回点検(1回/月)
- 施設設備機器点検整備

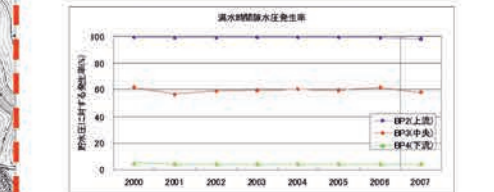
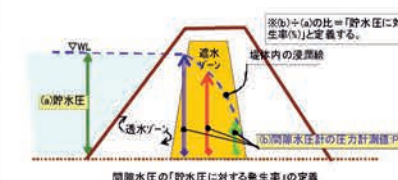


⑤ 観測データに基づく安全管理指標
分析ツールによって、作成した浸透量、間隙水圧安全管理指標図を提示、安全性を判断する基本的な考え方を記載

1. 観測データに基づく安全管理指標
分析ツールによって、作成した浸透量、間隙水圧に関する安全管理指標図を提示
(1) 浸透量
目的 堤体コア・基礎岩盤を流れている水量を計測し、コアの透水効果・バイピングによる
水浸の拡大はないか確認する。
チェックポイント
・急増・急減の有無・増加継続・両用に関係ない増・基準値(管理基準値、注意領域境界値)比較
・浸透量は変化の傾向によって判断を行うが、降雨・積雪状況により真の浸透量を把握することは難しくなる。
・降雨後の〇年は管理基準値を超える傾向がある長期間、長い貯水圧を維持したことが原因と考えられる
が、異常は認められないことから今後2～3年のデータを用いたラメータの変更が必要。
・貯水位上昇に関連した予測値が増加した場合や、貯水位が一定に保たれず浸透量が急
激に増加した場合等は、ダムの状態が危険である場合がある。他の計測の取組と合わせて確認を行う必要が
ある。



(2) 間隙水圧
目的 基礎岩盤・堤体内を流れる地下水の圧力を計測し、グラウトコアの止水効果、浸潤
(等水圧線の最上層)この下水が充満している。①が下流法面に達して水浸を形成しないか確認
する。
チェックポイント
・上下流のふんばり差
・貯水位・間隙水圧の相関図が特定の傾向で増加
・経年的に大きな増加、減少傾向
(基準内)
・カーブグラウト上下流で水頭差がみられない(又は逆転)
・過去のデータと比較して大幅な増減
(堤体下流)
・貯水位変化に連動して圧力が変化
・経年的に圧力が上昇傾向



2. 分析データの検証
管理基準値が設定されていないダム、完成後の補修対策等により挙動が変化したダムでは、実態を踏まえた適切な管理指標となっているか検証
【日常運用】全ダム管理(土地改良区等)の作成
○データの入手計画
○データの収集・整理(経年変化記録、観測回数(1年)10回(年間観測)
年計観測の基準を算出
・前年と比較して増減(増加)しているか
・管理計画(年単位)で算出された変動(変動)しているか
○貯留データ(定期観測)一括管理(一括管理)に記録
【観測データの分析・評価】全ダム(土地改良区等)の作成
○観測データの分析・評価
○管理基準値の算出・算出(観測回数(1年)10回(年間観測))
データ検証のサイクル

6. 施工時における技術的検討課題等
(1) 表層変位
目的 堤体に変位・沈下・はらみだしがないか、上下流法面・天端の縦横・水平方向の変化を計測し、
堤体安定性を確認しているか確認する。
チェックポイント 前日先例比較・急変・貯水位上昇に伴う急変
(2) 崩壊変位
目的 基礎岩盤が水圧等外部の圧力に耐えられるか、沈下の様子を確認し、堤体を保全する。
チェックポイント 前日先例比較・急変・継続的な変化・貯水位上昇に伴う急変(種々な変化が正常)
(3) 崩壊沈下
目的 堤体(コア)が固着性の沈下しているか、沈下の様子を確認し、堤体を保全する。
チェックポイント 前日先例比較・急変・継続的な変化・貯水位上昇に伴う急変(種々な変化が正常)

◆統計用語の解説◆

分析ツールの使用にあたって理解しておくことが望まれる専門用語（統計分析に関するもの）を以下に示す。

母集団・標本

ある特定の標識をもった単位の集合を統計集団といい、この統計集団の全体を母集団、その一部を標本と呼ぶ。統計解析では、まず平均、分散、相関係数などの標本の特性値を求める。

平均

標本の代表値の一つに「平均」がある。ダム計測データの分析においては通常、以下の「算術平均」を用いる（一般に「平均」と略されるため、このツール中でも「平均」と表記する）。

$$\text{平均（算術平均）} \quad \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} \quad [x_1 \sim x_n : \text{標本データ}, n : \text{標本の数}]$$

分散・標準偏差

平均からのずれの評価法として、データと平均値との差の平方値のずれの尺度にとったときの平均的なずれを分散という。

$$\text{分散} \quad \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

分散はデータを平方（2乗）しているため、単位が平均と異なる。このため、散布度の尺度としては、分散の平方根をとった値のほうが適切である。これを標準偏差といい記号 σ で表す。

$$\text{標準偏差} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

度数分布

標本の分布の状態を知るために度数分布が利用される。これは、標本値を適当な間隔の階級に分類し、その階級（区間）を横軸、各階級に含まれる標本値の個数（度数）を縦軸にとって作った柱状図（ヒストグラム）で示される。

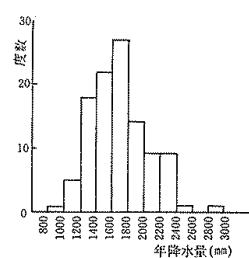
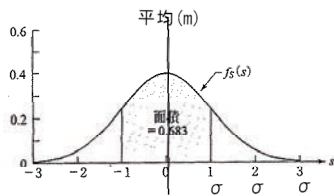


図 1.2 年降水量の度数分布（福岡市）

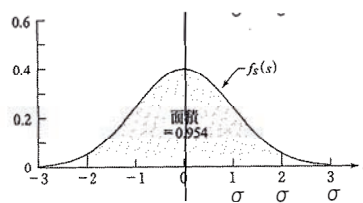
正規分布

標本の度数分布に対応する数学的モデルの代表的な分布のうち、確率的な現象の分布の多くを表わすことができる連続的な理論分布として正規分布がある。

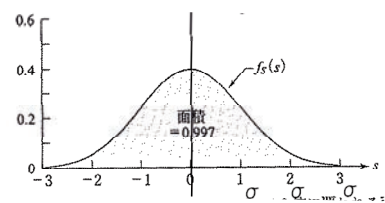
標本が正規分布に従う場合、平均(μ)と標準偏差の倍数（ 1σ 、 2σ 、 3σ ）で囲まれる範囲の面積は以下ようになる。



平均 + 1 σ : 68.3%



平均 + 2 σ : 95.4%

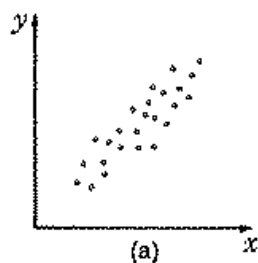


平均 + 3 σ : 99.7%

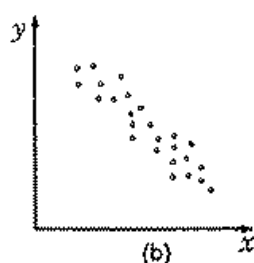
相関・回帰式

2つまたはそれ以上の変数間の相互関係の強さと方向を表すために、相関係数が用いられる。2変数間の相関を「単純相関（一般には相関と称される）」、ある変数と他の複数の変数の組との相関を「重相関」という。

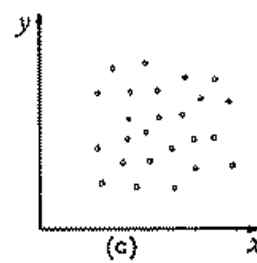
2つの変数の関係をプロットしたものを相関図といい、下図のような関係が得られる。



正の相関

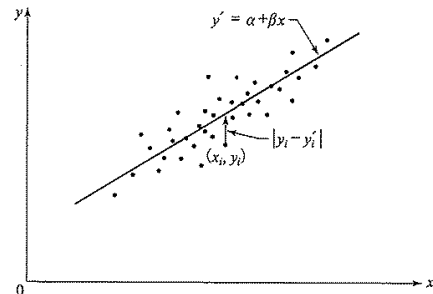


負の相関



無相関

相関図において、プロットした点からの垂直方向からの距離の平方和が最小となる直線を求め、その直線を $y = \alpha x + \beta$ とすれば、これは y の x への回帰直線と呼ばれ、 α, β は最小二乗法により求められる定数であり、 α が右グラフの切片、 β が勾配を表す。



相関係数

相関図において、2つの変数と回帰直線の適合度を相関係数 R と呼び、 $R=1$ のときはプロット点が完全に直線上にあり、 $R=0$ はプロット点と直線が無関係であることを示す。相関係数の絶対値の範囲と相関の有無は以下の値が目安となる（絶対的な指標ではない）。

$0 \leq R \leq 0.2$	ほとんど相関がない
$0.2 \leq R \leq 0.4$	やや相関がある
$0.4 \leq R \leq 0.7$	かなり相関がある
$0.7 \leq R \leq 1$	強い相関がある

t 値

係数(重回帰分析において日雨量に乗じる係数)を標準誤差で割ることで基準精度を評価した推定係数。t 分布を示しており回帰式のあてはまり具合(何日前までの降雨が浸透量に影響

を与えているか)を示している。一般に絶対値で 2 を超えれば効果のある説明変数と判断される。

P-値

係数(重回帰分析において日雨量に乗じる係数)が 0 となる確率であり、t 値が出る境目の確率を示している。一般に 0.05 を下回っていることが必要とされている。

参考文献：『農業土木ハンドブック』（農業農村工学会）

『土木・建築のための確率・統計の基礎』（丸善株式会社）

『データ解析術 ” 記述統計” のすすめ』（実教出版）