

グラウチング技術改訂指針の概要



グラウチング技術指針・同解説

ダム基礎地盤は、堤体及び基礎地盤の安全性を確保し、あわせて所要の貯水機能を確保するために、必要な遮水性と強度を有することが必要です。グラウチングは、必要な遮水性の確保や弱部補強による基礎地盤の均一性向上を図る上で、最も基本的でかつ施工実績も多い工法です。

このようなグラウチングの目的の重要性に鑑み、昭和55年から3年間、建設省（当時）本省、土木研究所、各地方建設局、水資源開発公団等の多数の関係者が集まって、全てのダムにおいて安全で確実なグラウチングが実施されるように、グラウチングの施工実績を標準化する方向で技術的知見が取りまとめられました。そして、その結果を踏まえて、昭和58年には、「グラウチング技術指針」として建設省（当時）河川局開発課課長通達が行われました。また、当指針は、解説文とあわせて（財）国土技術開発研究センター（当時）より出版され、実際にグラウチングの計画、設計、施工に携わるダム技術者の手引き書として広く供されてきました。

しかし、近年、個々のダムサイトの地質が多様化し、また、社会資本整備に対するコスト縮減への社会的要請を受け、標準化されたグラウチングに代わって、個々のダムサイトの地質状況に対応して個々のダム毎にグラウチングの計画、設計、施工を行うことが望まれるようになってきています。また、地質解析法の進歩による地盤透水性把握の精度の向上、データの処理・解析を正確・迅速に行うコンピューター管理システムの普及によって、基礎地盤の条件に合わせて、より正確に注入圧力、配合、注入量等の適正管理を行うことも可能となりつつあります。これらを背景として、平成9年に（財）国土技術研究センターに「グラウチングに関する委員会」を設置し、平成13年度に「グラウチング技術指針・同解説」の全面改訂作業を行うとともに、平成14年度の1年間は直轄ダムと補助ダムにおいてその試行運用を行い、現場での運用状況を踏まえつつ、適切な修正を行ってきました。

以上の経緯を経て、平成15年4月の国土交通省河川局治水課長通知をもって「グラウチング技術指針」が本格運用されることになりました。本書は、通知本文を記載するとともに、詳細な解説を記載し、また参考となる資料を巻末に付し、今後のグラウチングの合理的な調査・設計・施工に供するようにとりまとめたものであります。なお、今回の「グラウチング技術指針」の改訂の主旨は、安全性を損なわないことを大前提として、

①グラウチングの本来の施工目的・施工範囲の明確化、②基礎地盤の状況に適したグラウチングの実施、③施工状況に応じたグラウチング仕様の継続的な見直しを基本的な柱として、グラウチングの施工コストの軽減を図ろうとするものです。仕様規定から性能規定への流れを反映した今回の改訂により、現場の技術者の判断はますます重要となりますが、本書を参考にして、現場の技術者が個々のダムの特性を踏まえた上で技術的な判断を行い、合理的なグラウチングを実施していくことが強く望まれる次第です。



編集 財団法人国土技術研究センター
発行 株式会社 大成出版社
価格 3,900円(税別)
ISBN4-8028-8941-0

指針改訂の背景

(1) 旧「グラウチング技術指針・同解説」(昭和58年11月発行)

① ダム型式別に改良目標値を一律に設定

(深部で透水性が低くなる亀裂性の岩盤を想定)

例) カーテングラウチング

コンクリートダム: 1～2 Lu フィルダム: 2～5 Lu

② 当時の施工実績を標準化し、より安全性の高い方向を指向

例) 施工範囲

- ・カーテングラウチングは改良目標値に達する範囲まで、または、経験式の範囲まで
- ・コンソリデーショングラウチングは堤敷全域

(2) 課題点

基礎地盤に応じた適切な施工がなされたとはいえず、結果として施工量が増大

例) ・カーテングラウチングの施工範囲が広すぎる事例

- ・改良効果が乏しい地盤で追加孔が密になりすぎる事例

改訂のねらいと主要内容

改訂のねらい

安全性を損なわないことを前提とした
グラウチングの合理化

主要内容

- I 本来の施工目的・施工範囲の明確化
- II 基礎地盤に適したグラウチング
- III グ라우チング計画の継続的見直し

※改訂案の試行（H14年度）

国土交通省所管ダムを対象として改訂案を1年間試行。
現場技術者の意見等を収集し、改訂案を一部見直し。

I 本来の施工目的・施工範囲の明確化

(1) コンソリデーショングラウチング

旧指針	基礎岩盤の変形性の改良、堤体接触部付近の遮水性の改良を目的とし、基礎岩盤全面に施工
改訂案	以下の2つの目的に区分 ①遮水性の改良目的 動水勾配が大きい基礎排水孔から堤敷上流端までの浸透路長が短い部分の遮水性の改良 ②弱部の補強目的 不均一な変形を生じるおそれのある、断層・破碎帯、強風化岩、変質帯等の弱部を補強

(2) ブランケットグラウチング

旧指針	コアゾーンと基礎岩盤の接触部の遮水性の改良を目的とし、コア敷全域に施工
改訂案	動水勾配が大きいコア着岩部付近の割れ目を閉塞するとともに、遮水性を改良することを目的とし、コア着岩部全域に施工

(3) カーテングラウチング

旧指針	貯留水の浸透の抑制、揚圧力の軽減を目的とし、所定の改良目標値に達しない範囲及びサーチャージ水位と地下水位が交わる範囲に施工
改訂案	浸透路長の短い部分と貯水池外への水みちを形成するおそれのある高透水部の遮水性の改良を目的とし、地盤に応じた範囲に施工

(4) その他のグラウチング

改訂案

①コンタクトグラウチング

コンクリートの硬化収縮等により堤体と基礎地盤の境界付近に生ずる間隙に対し、コンクリートの水和熱がある程度収まった段階で実施するグラウチング

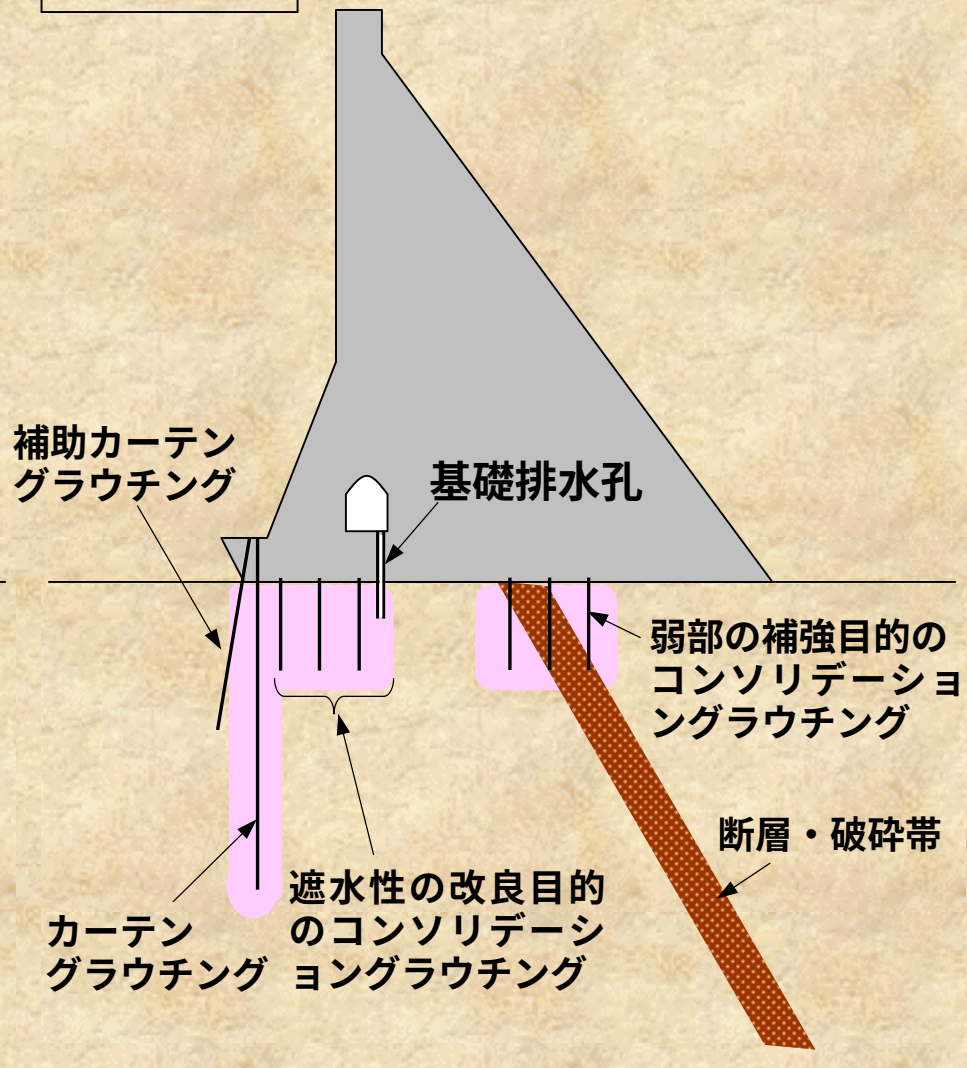
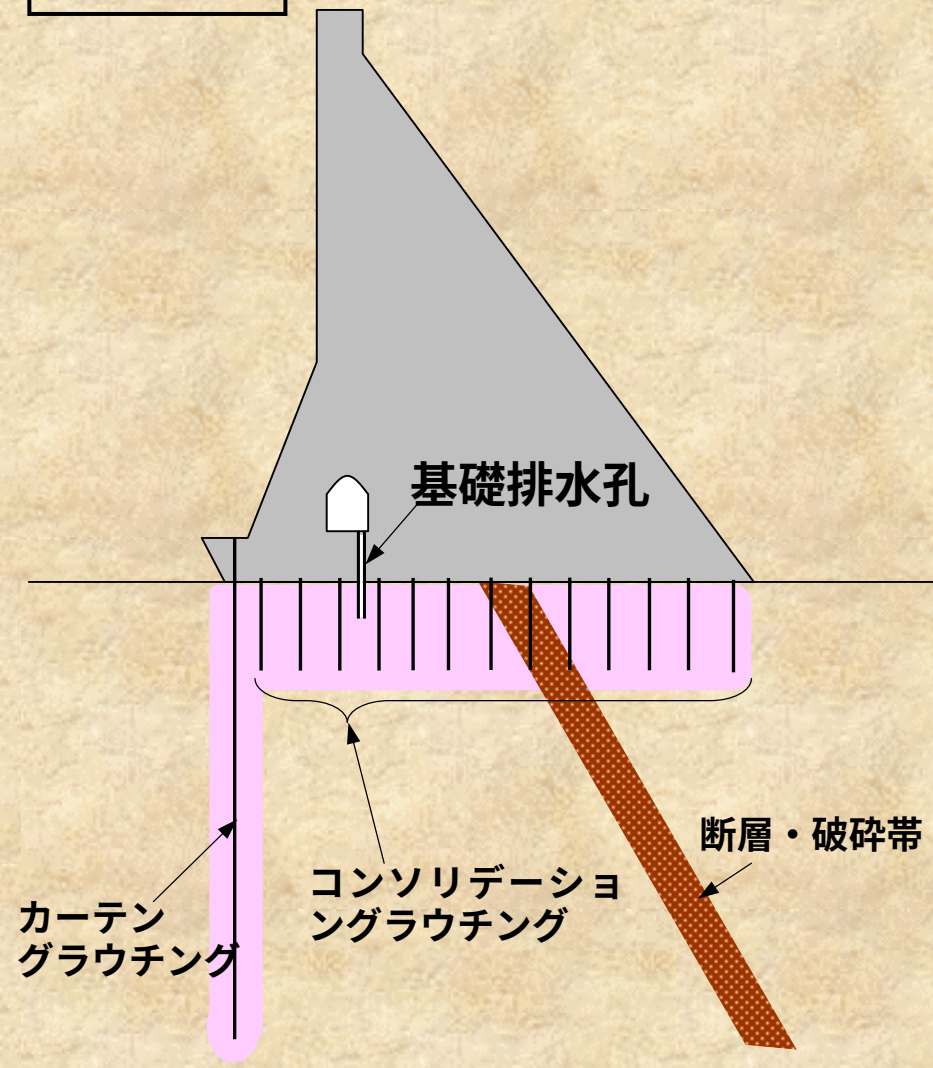
重力式コンクリートダムのアバット部における急勾配法面や、ロックフィルダムの監査廊周りなどで実施。

②補助カーテングラウチング

カーテングラウチング施工時のセメントミルクのリークを防止するために、先行して実施されるグラウチング。

旧指針

改訂案

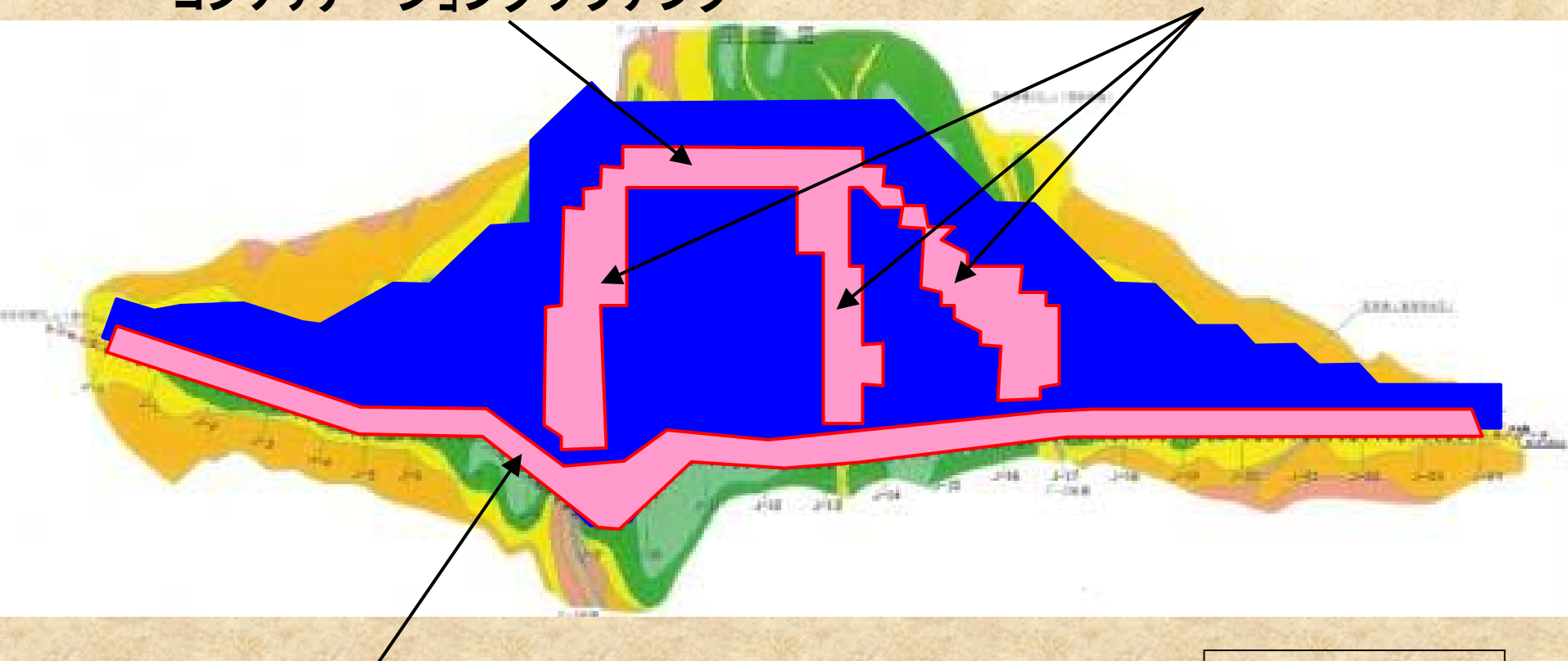


コンソリデーショングラウチングの施工範囲の例

3.2 コンソリデーショングラウチング

弱部 (堤趾部周辺) 補強目的の
コンソリデーショングラウチング

弱部 (断層部周辺) 補強目的の
コンソリデーショングラウチング



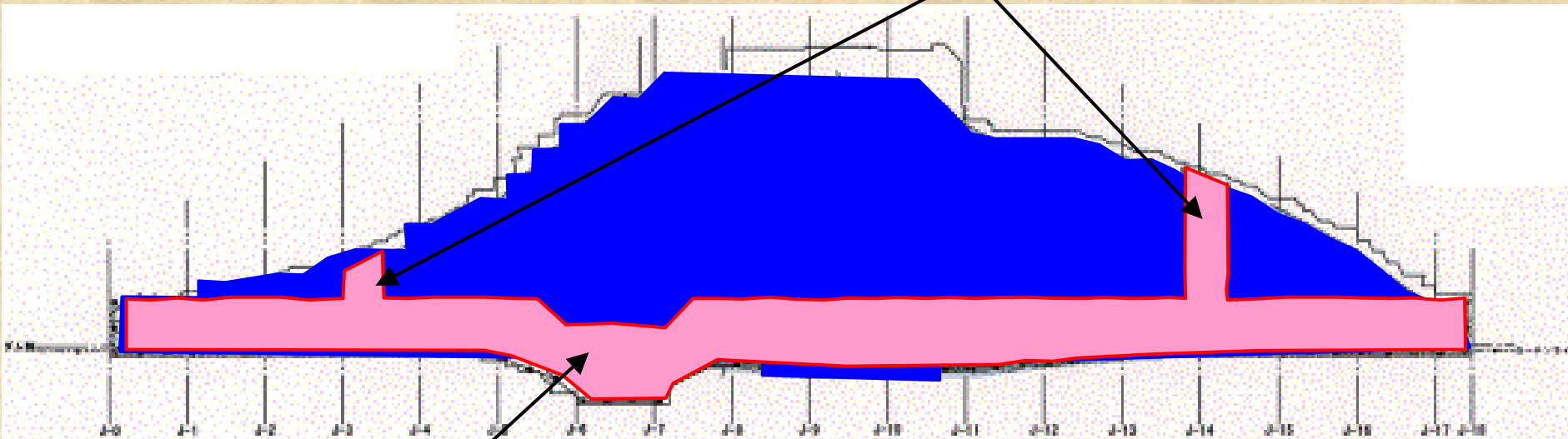
遮水性改良目的の
コンソリデーショングラウチング

凡例	
	: 見直し前
	: 見直し後

事例① Aダム (CG, H=93.5m) における見直し前後比較

3.2 コンソリデーショングラウチング

弱部 (断層部周辺) 補強目的の
コンソリデーショングラウチング

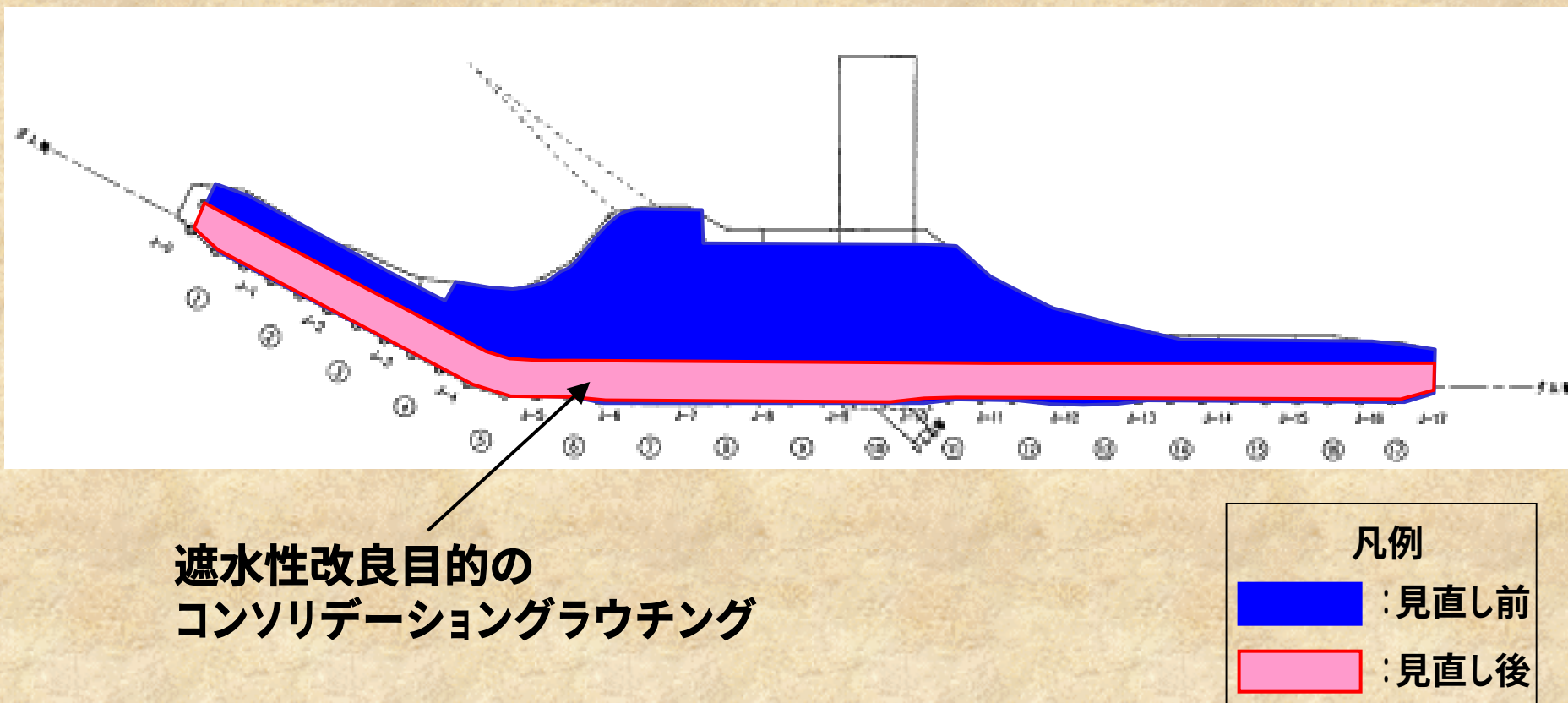


遮水性改良目的の
コンソリデーショングラウチング



事例② Bダム (CG, H=64.0m) における見直し前後比較

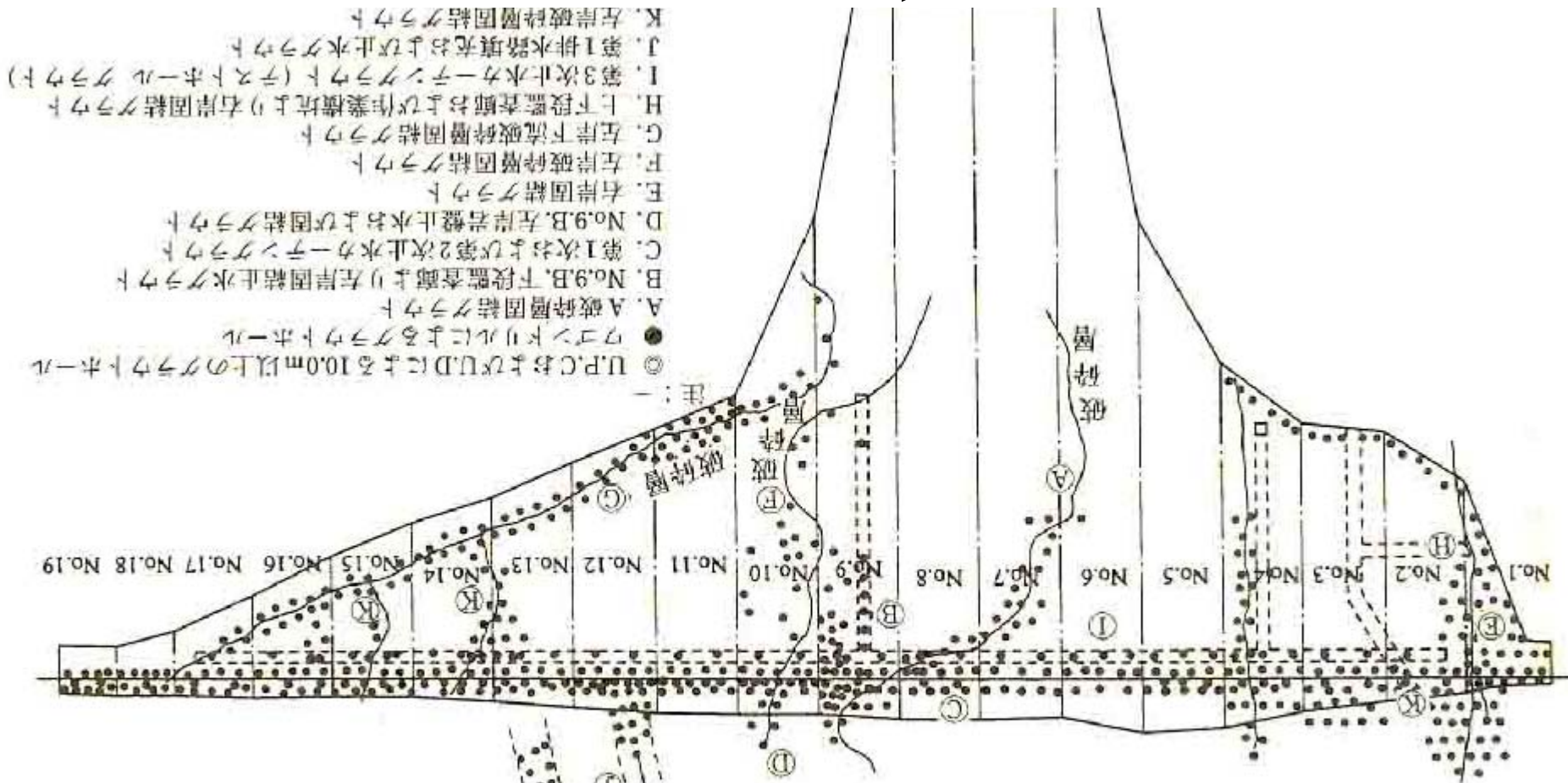
3.2 コンソリデーショングラウチング



事例③ Cダム (CG, H=32.1m) における見直し前後比較

過去のグラウチング事例

丸山ダム (1955, H=98.2m)



コンソリデーショングラウチングは堤敷の必要部分に限られている (上流端～基礎排水孔までと弱層部分)

過去のグラウチング事例

小河内ダム (1957, H=149m)

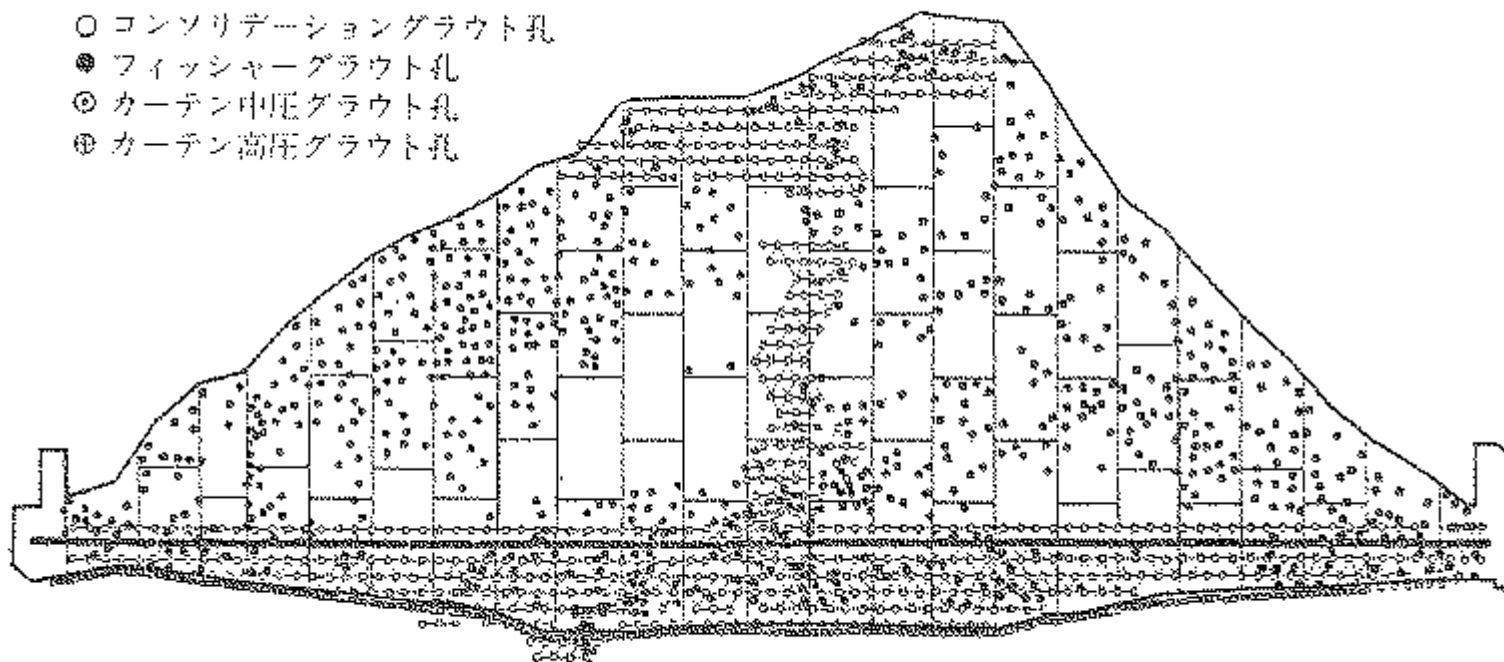
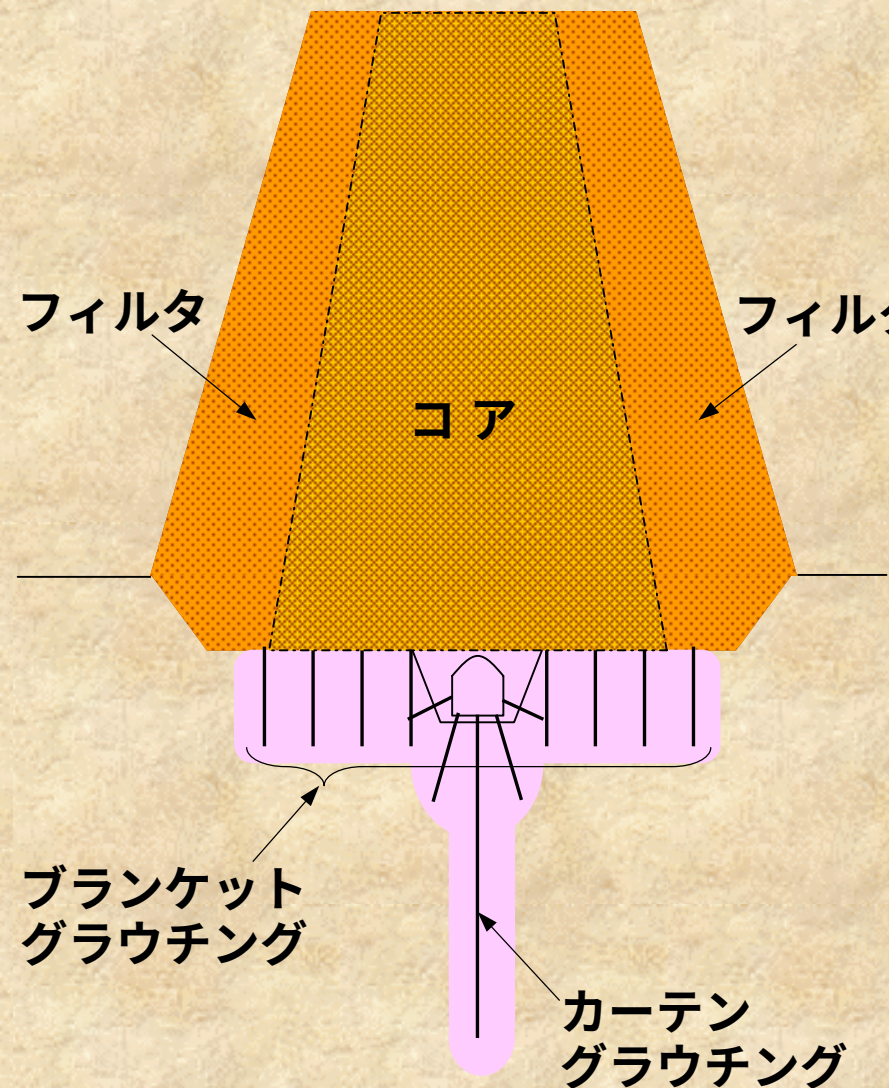


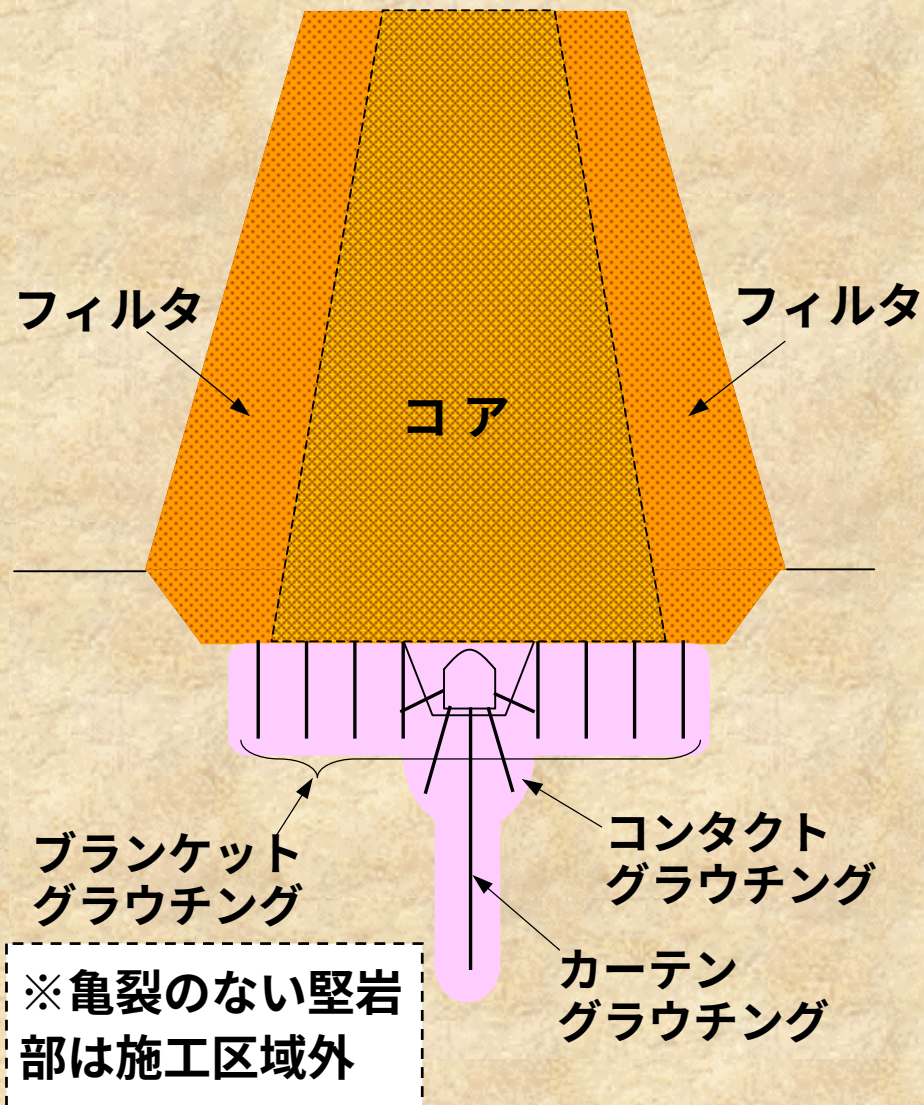
図 3.2.3 小河内ダムコンソリデーショングラウチング孔配置図 (「小河内ダム」より)

コンソリデーショングラウチングは堤敷の必要部分に限られている (上流端～基礎排水孔までと弱層部分)

旧指針



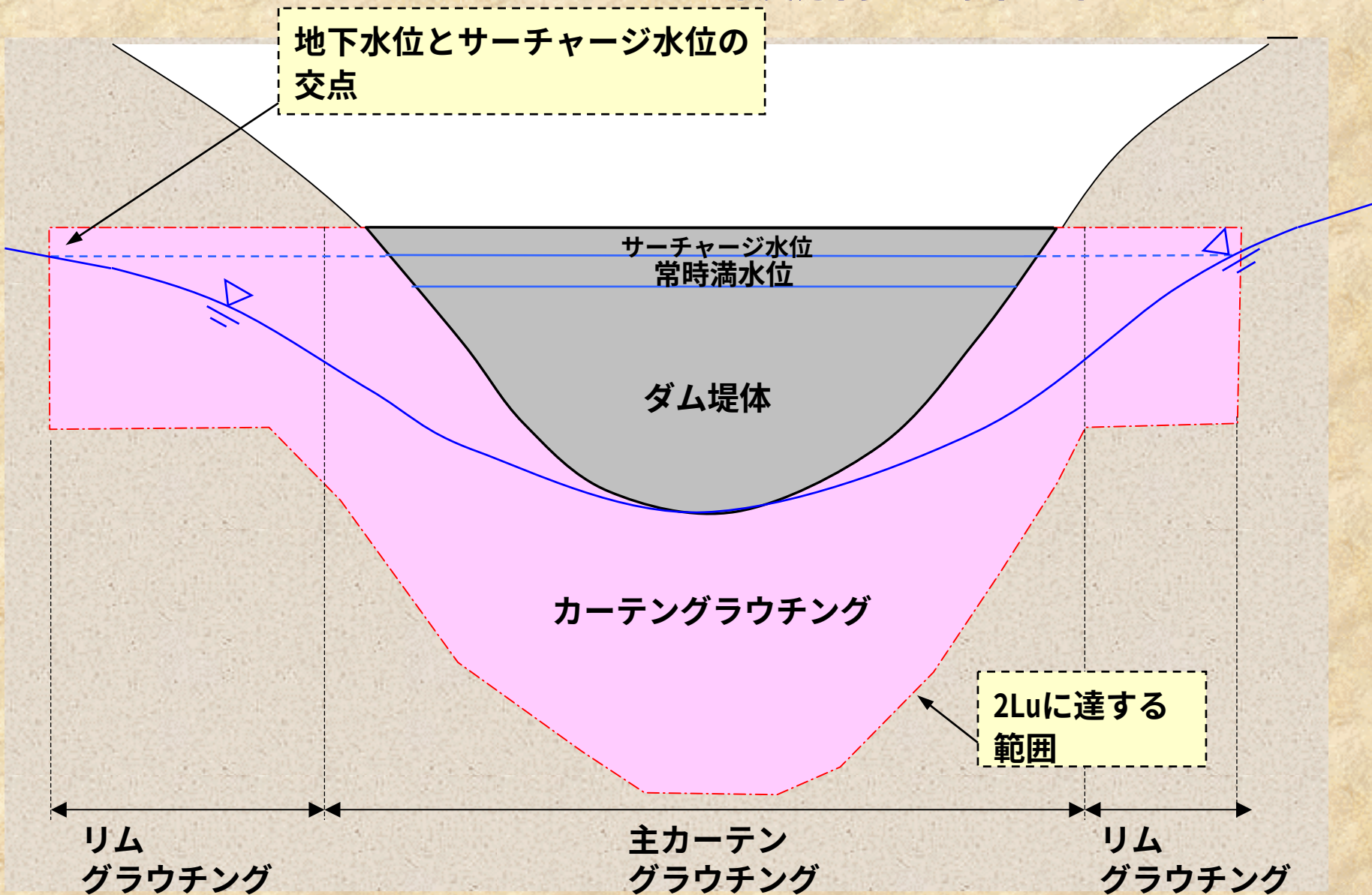
改訂案



ブランケットグラウチングの施工範囲の例

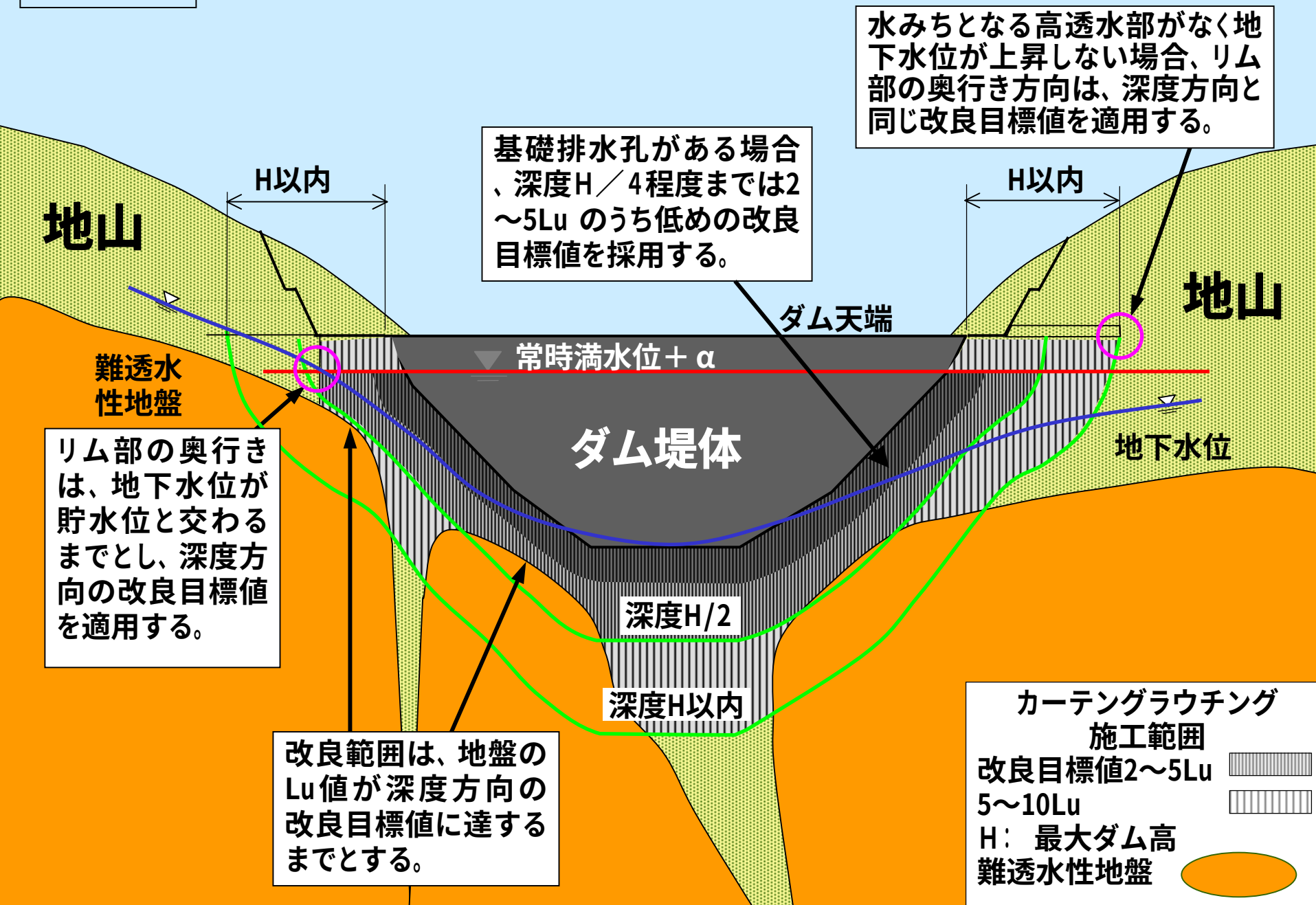
旧指針

※深度方向に透水性が低くなる基礎地盤



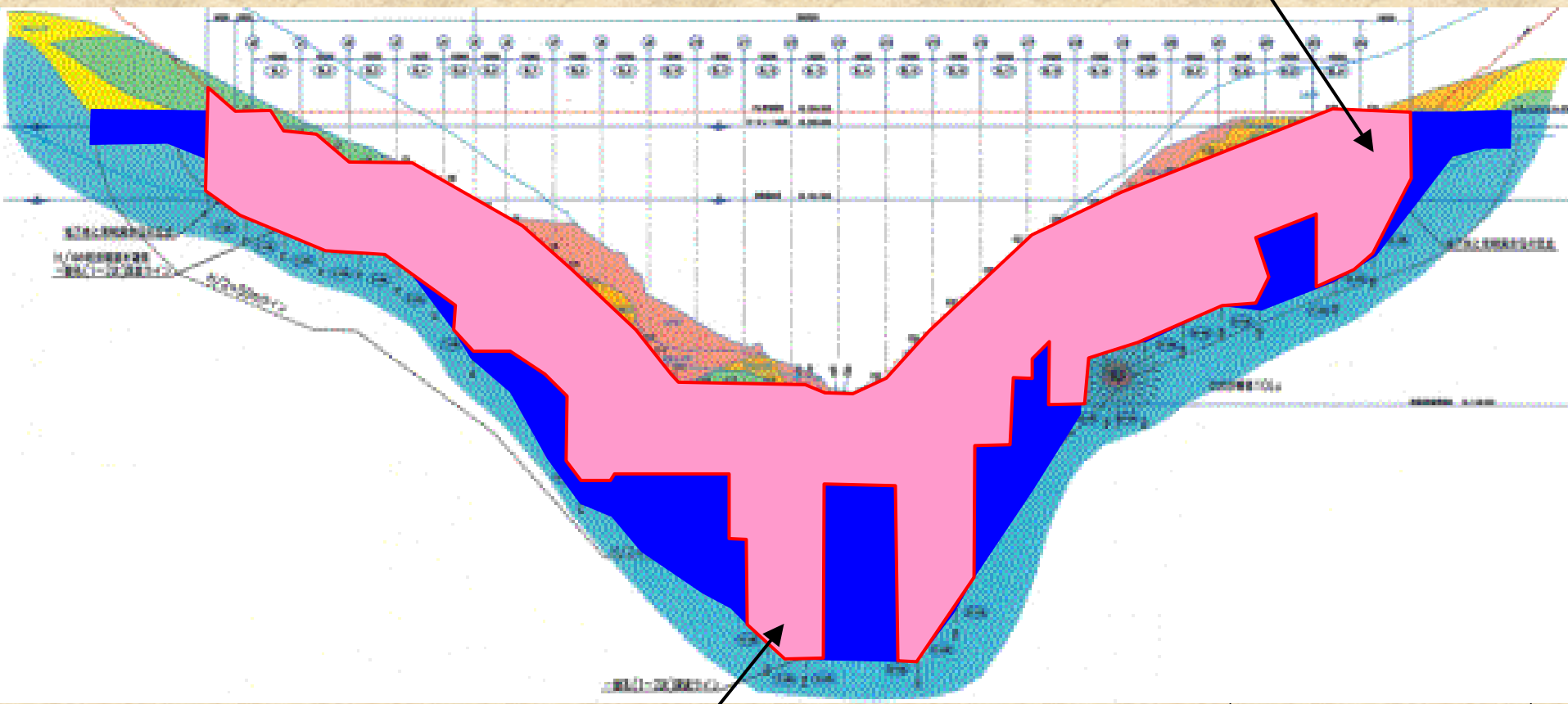
カーテングラウチングの施工範囲

改訂案



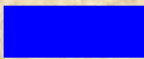
3.4 カーテンラウチング

地下水位と常時満水位の
交点までの範囲



上下流に連続する可能性のある
高透水部が存在

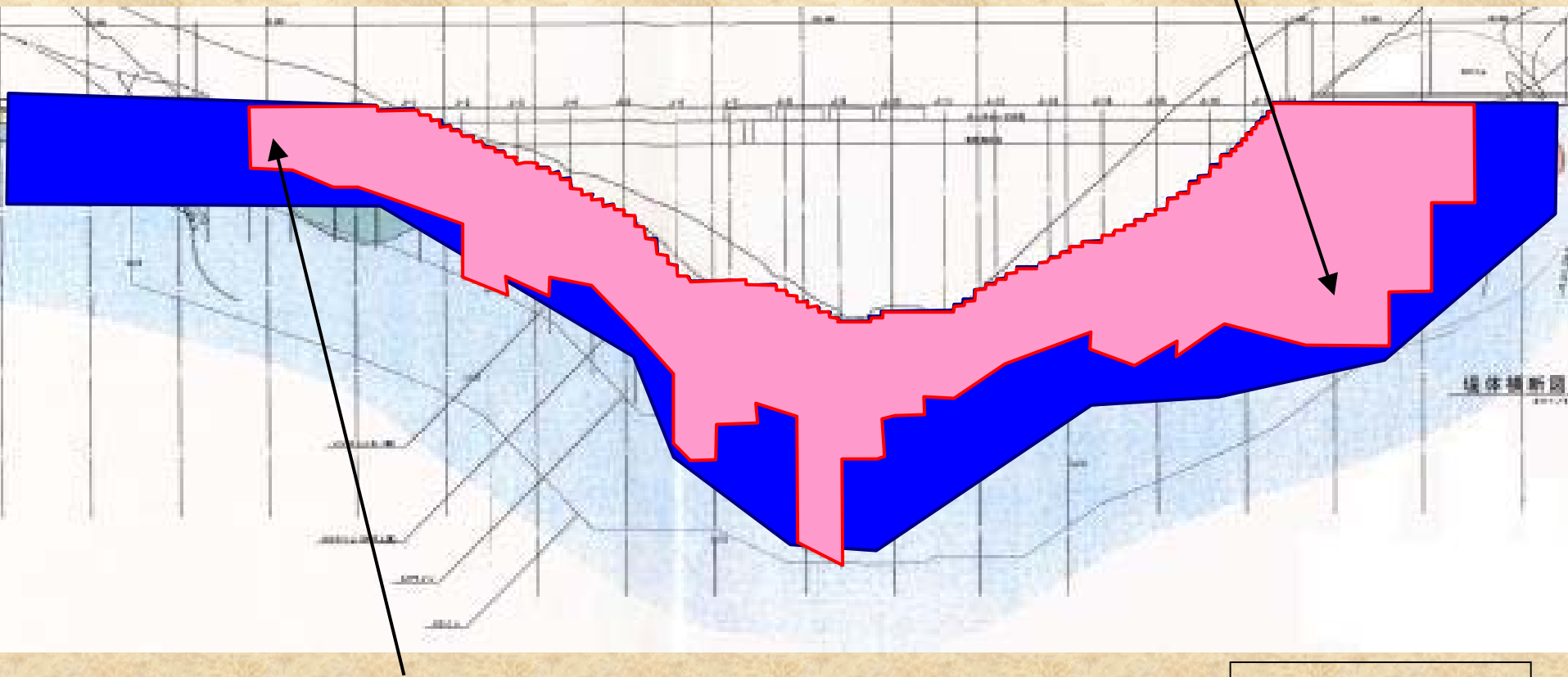
凡例

	: 見直し前
	: 見直し後

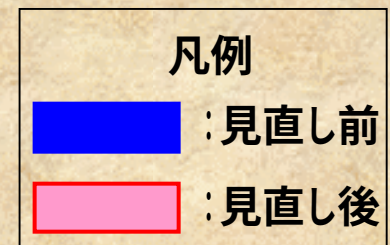
事例① Aダム (CG,H=93.5m) における見直し前後比較

3.4 カーテンラウチング

風化マサによる高透水部
(上下流に連続)が存在



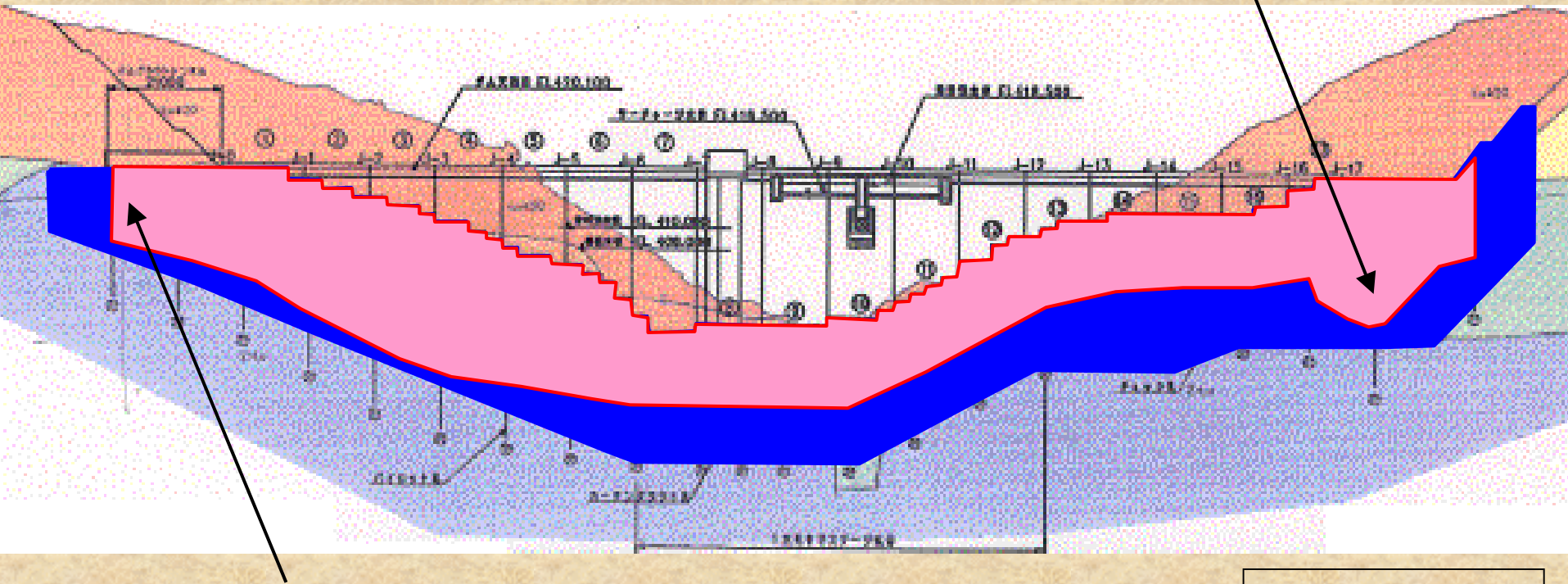
地下水位と常時満水位の
交点までの範囲



事例② Bダム (CG, H=64.0m) における見直し前後比較

3.4 カーテンラウチング

開口性の亀裂による 高透水部が存在



**やせ尾根地形であることから地下水位と
サーチャージ水位の交点までの範囲**

凡例

 : 見直し前
 : 見直し後

事例③ Cダム (CG, H=32.1m) における見直し前後比較

II 基礎地盤に適したグラウチング

(1) ダム基礎地盤の分類

応力解放・クリープ

花崗岩などの深成岩、
片麻岩などの変成岩、
古第三紀以前に生成され
た堆積岩など



応力解放・クリープ以外の地盤

断層・破碎帯



冷却節理など

溶岩や高溶結の火砕岩、
褶曲軸部の割れ目、貫入
岩周辺の割れ目部など



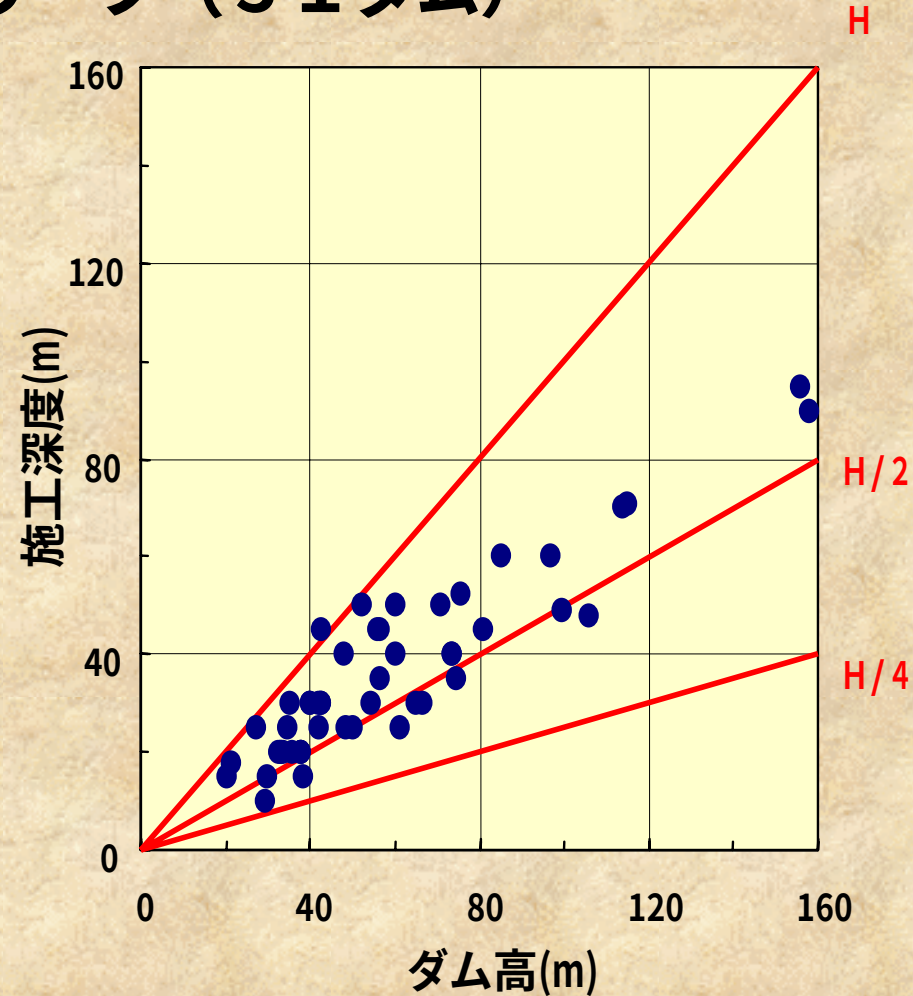
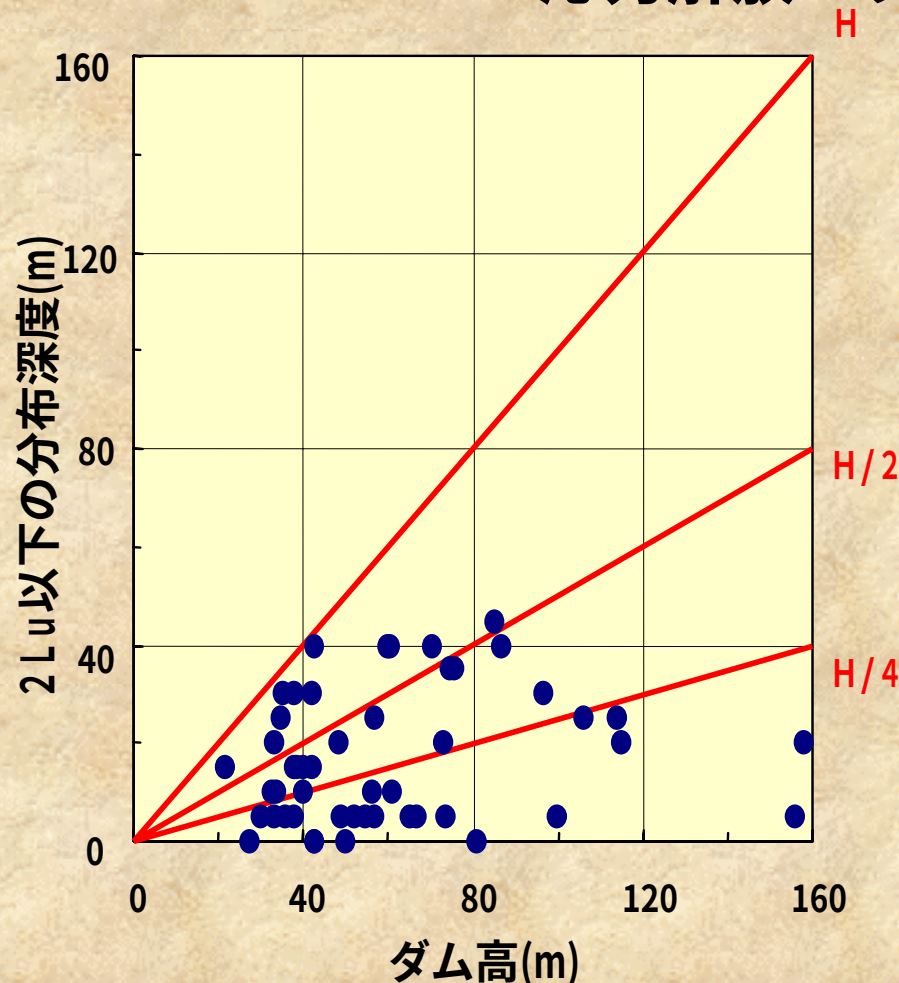
粒子間の間隙

新第三紀鮮新世後期降
の堆積物、溶岩の自破
砕、低溶結の火砕流堆
積物、風化岩など



(2) 既往の施工事例の分析 (過去10年間に完成した104ダム) 【高透水の成因により分類】

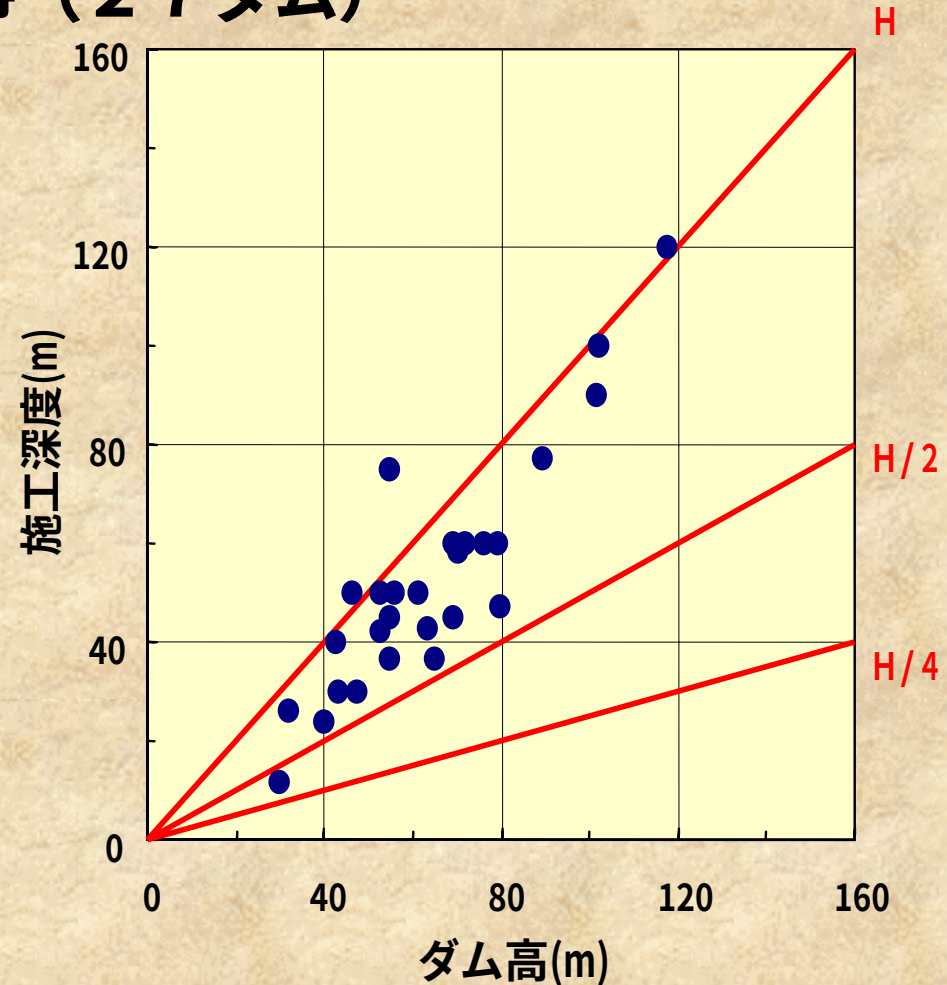
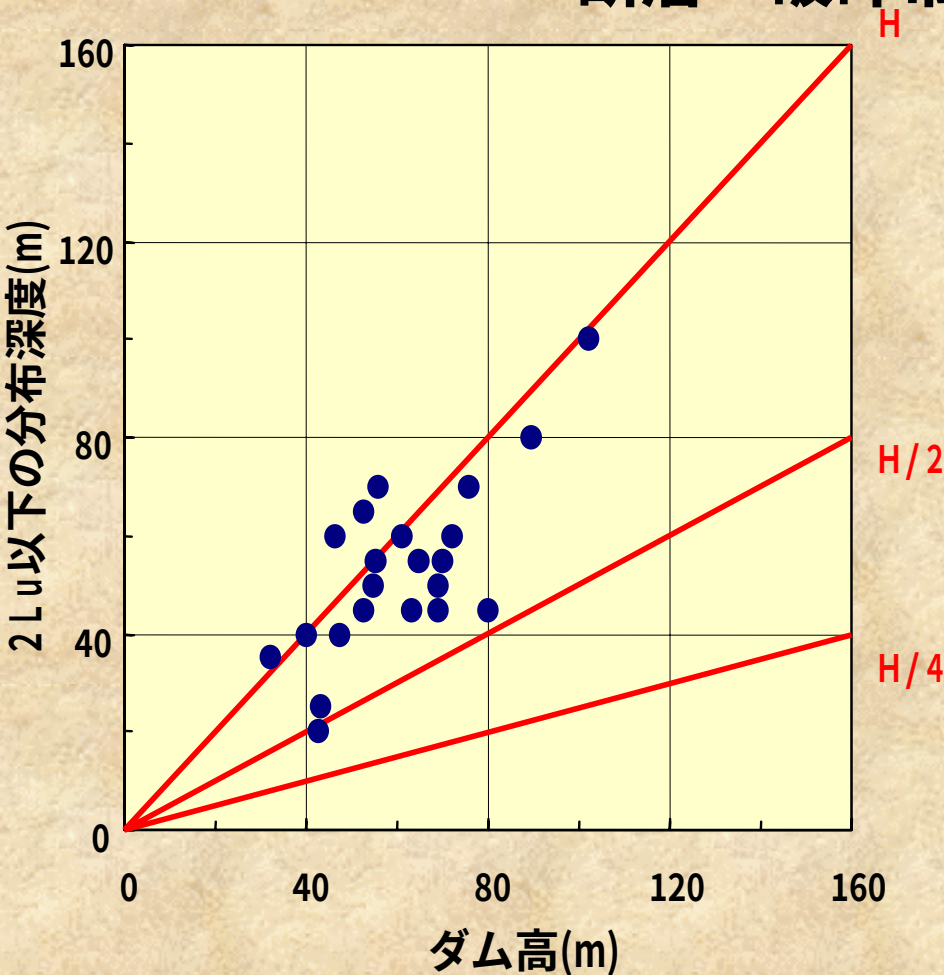
応力解放・クリープ (51ダム)



2Lu以下の分布深度および施工深度とダム高の関係
(カーテングラウチング、河床部)

(2) 既往の施工事例の分析 (過去10年間に完成した104ダム) 【高透水の成因により分類】

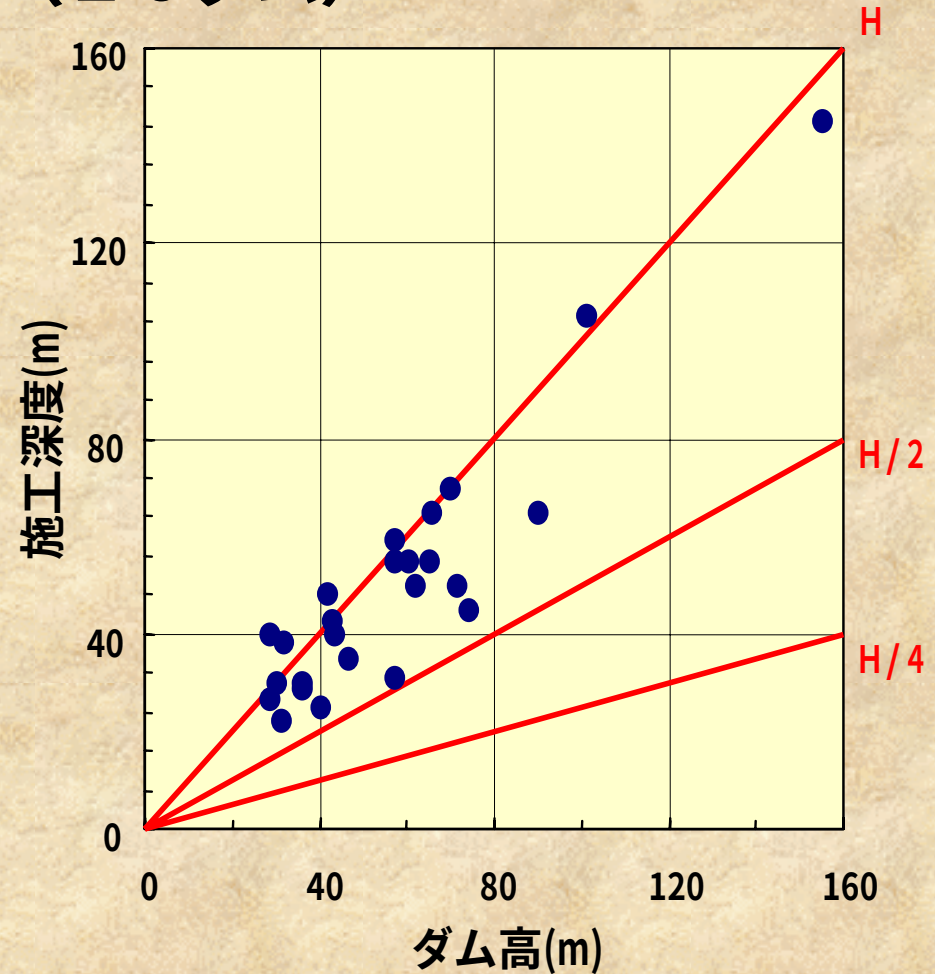
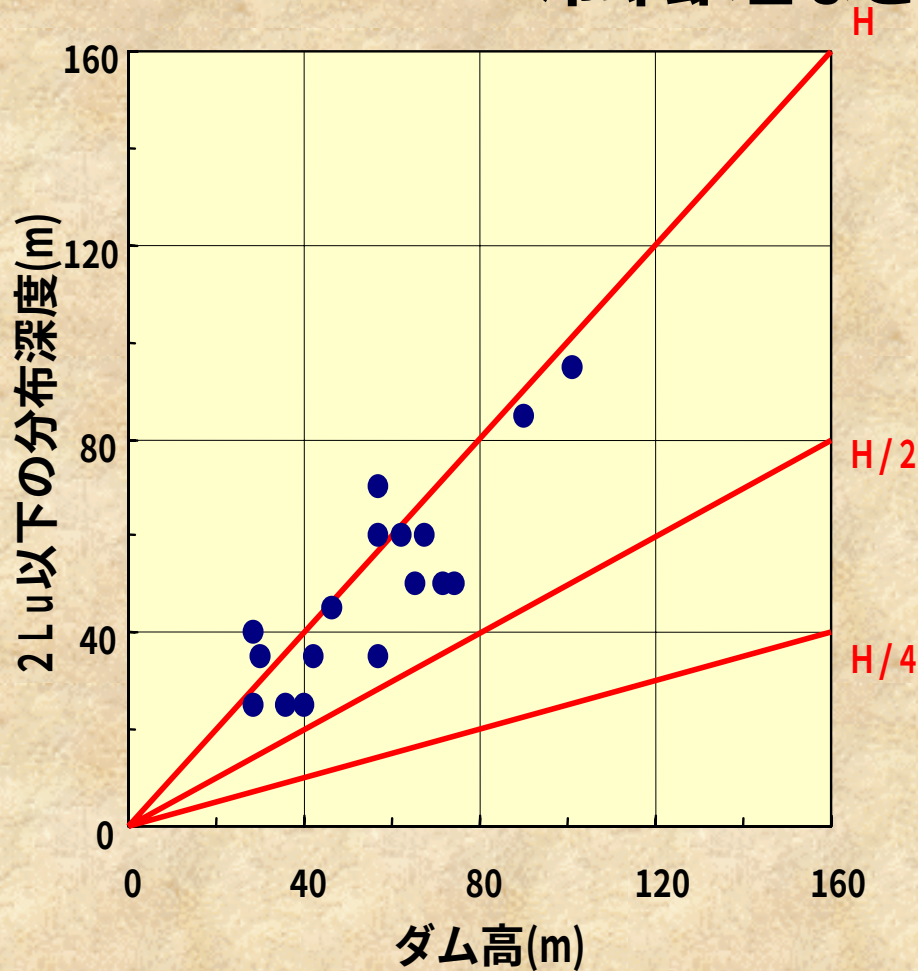
断層・破碎帯 (27ダム)



2Lu以下の分布深度および施工深度とダム高の関係
(カーテングラウチング、河床部)

(2) 既往の施工事例の分析 (過去10年間に完成した104ダム) 【高透水の成因により分類】

冷却節理など (26ダム)



2 L_u 以下の分布深度および施工深度とダム高の関係
(カーテングラウチング、河床部)

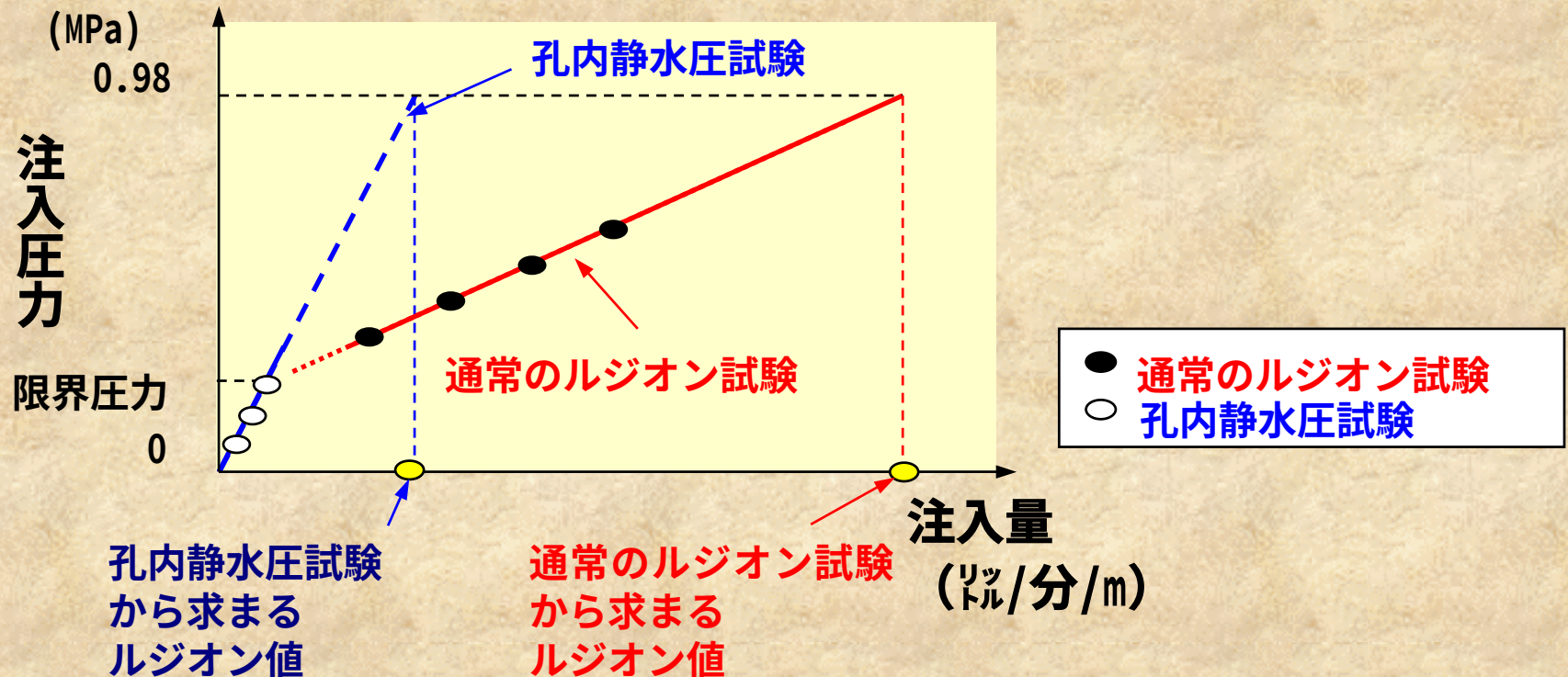
(3) 基礎地盤に適した調査方法

① 応力解放・クリープ、冷却節理など

硬岩からなる亀裂性の地盤では、透水性、限界圧力等を調査するための透水試験はルジオンテストが基本

② 断層・破砕帯、粒子間空隙など

限界圧力が低い地盤では、地盤の限界圧力以下の正確なルジオン値を求めるため孔内静水圧試験等を実施



限界圧力が低い場合の透水試験

(4) 合理的な改良目標値の設定

① コンソリデーショングラウチング

旧指針	5～10 Lu
改訂案	5 Lu程度 (遮水性の改良) 10 Lu以下 (弱部の補強)

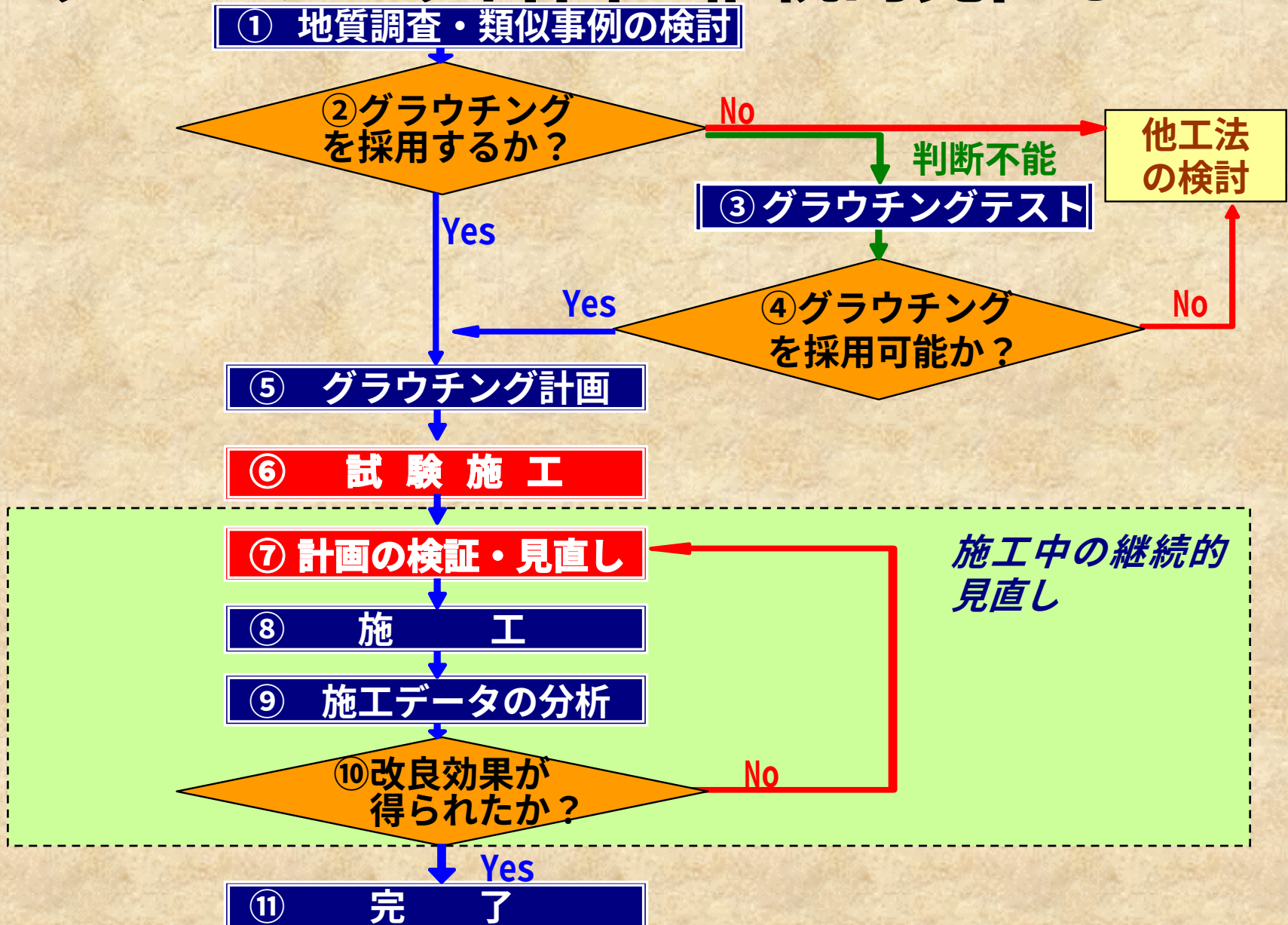
② ブランケットグラウチング

旧指針	5～10 Lu
改訂案	5 Lu程度 (コア敷の中央部) 5～10 Lu (フィルターゾーン付近)

③カーテングラウチング

旧指針	1～2Lu (コンクリートダム) 2～5Lu (フィルダム)
改訂案	標準的な改良目標値 (応力解放・クリープなど) 透水性が低い地盤深部では浸透路長が長く動水勾配が小さいため、深度に対応して改良目標値を緩和 0 ～ H/2 : 2～5Lu程度 H/2 ～ H : 5～10Lu (H:最大ダム高) ※基礎排水孔を有するコンクリートダムの場合、浅部は水理地質構造に応じて改良目標値を厳しく設定。 断層・破碎帯、冷却節理、粒子間の間隙など 遮水性の改良効果が上がりにくい場合、改良目標値を緩和し、孔配置を複列にすることにより厚みのある遮水ゾーンを形成。 冷却節理など、深部でも高透水を示す地盤は既往の施工事例も少ないため、水理地質構造、改良特性等について慎重に調査・検討を行い、改良目標値を設定。

III グ라우チング計画の継続的見直し



グラウチングの調査、計画、施工のフロー

グラウチング計画の
検証・見直し

**グラウチング計画
の継続的見直し**

施 工

データの分析

グラウチング計画の継続的見直し

改訂指針の留意点

1. 安易な施工数量の削減を目指したものではない

***ねらいは、ダム安全性を損なわないことを前提としたグラウチングの合理化**

2. 現場技術者の適切な技術的判断が、従来以上に必要

- ・基礎掘削面の観察**
- ・施工時のデータ収集と分析 etc**

※改訂指針に関するご質問は、国総研ダム研究室までお問い合わせ下さい。

グラウチング技術改訂指針の概要

第2章 調査

2. 調 査

2. 1 調査方針

水理地質構造、主な高透水の成因とその対応

2. 2 調査内容

調査項目、方法と内容

2. 3 調査範囲

調査項目の目安

2. 4 調査試験

地下水調査、透水試験、グラウチングテスト

2. 1 調査方針

水理地質構造及びグラウチングによる地盤の改良特性の把握するため、ダムサイト及びその周辺で実施される諸調査と組み合わせて効率的に行う。

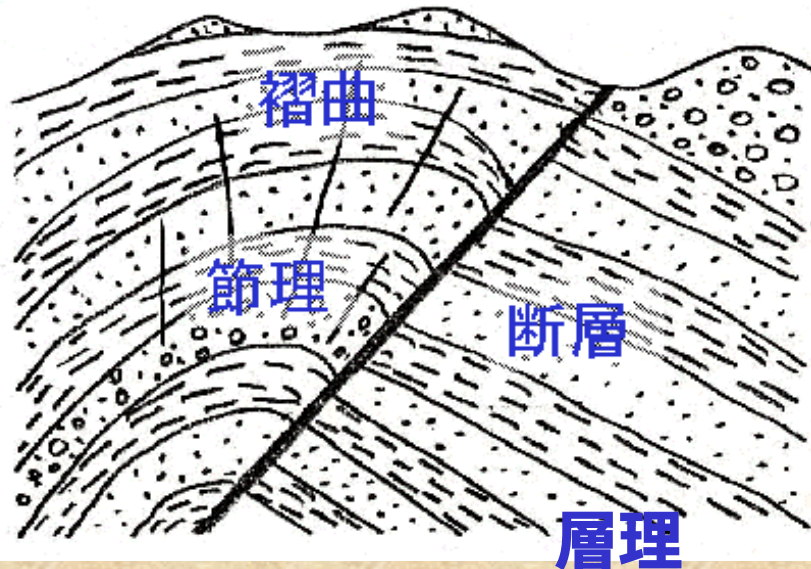
2. 1 調査方針

(1) 水理地質構造

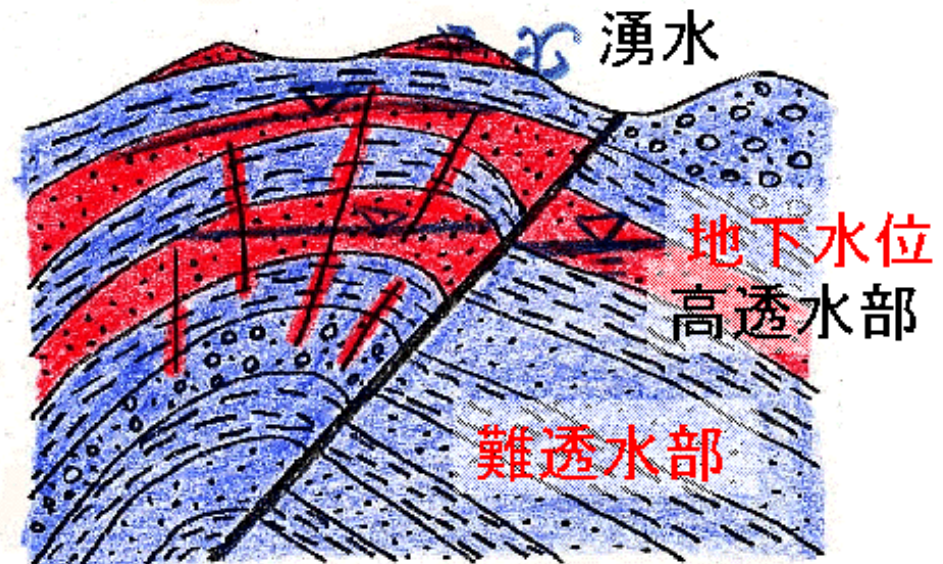
・透水性、地下水位の状態、浸透破壊抵抗性などの
水理地質特性に着目した**地質構造**

※**地質構造**：地質境界、不連続面（断層、層理など）、
褶曲などの地質要素から構成される構造

地質構造



水理地質構造

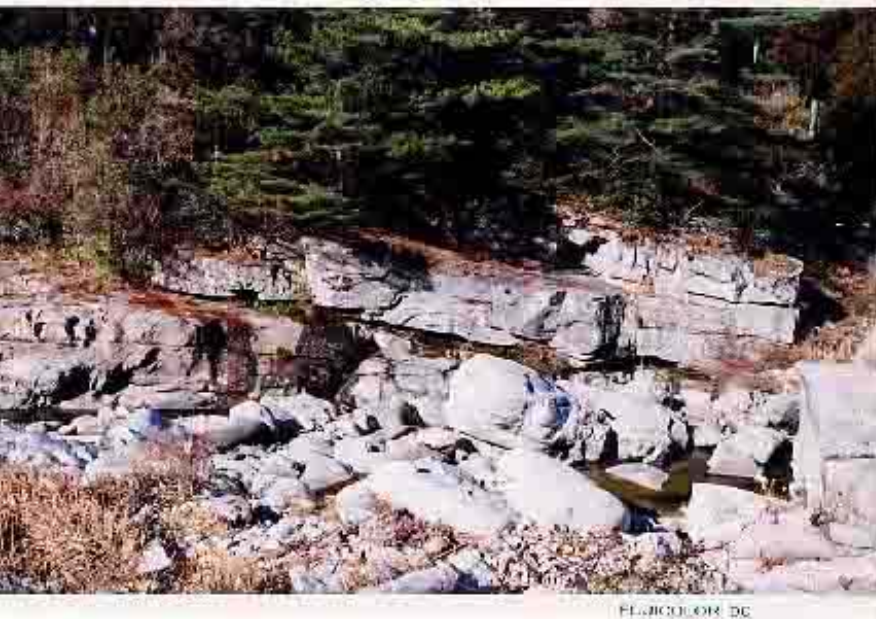


2. 1 調査方針

(2) 地盤の地質性状

1) 応力解放・クリープ

- ・ 応力解放、クリープ、物理的風化作用
- ・ 深度方向に透水性は低くなる



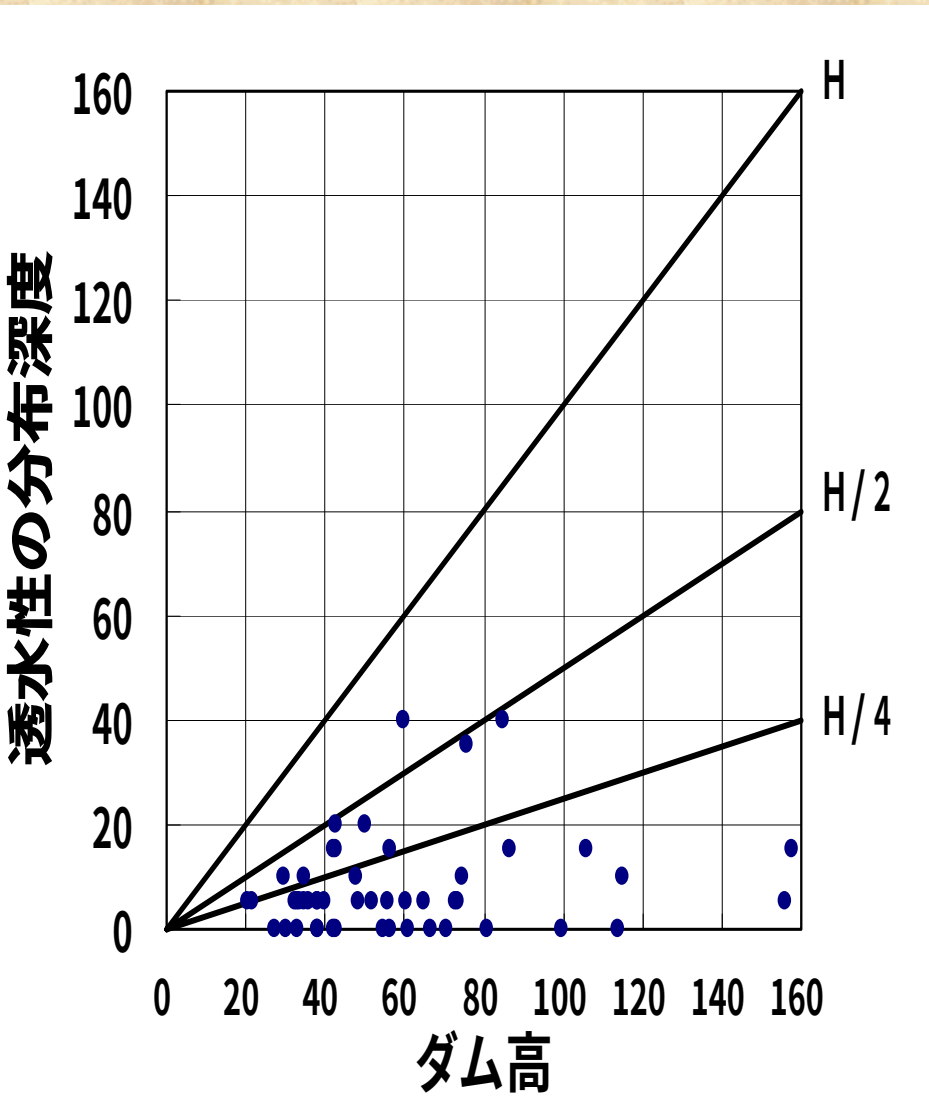
応力解放によるシーティング
ジョイント



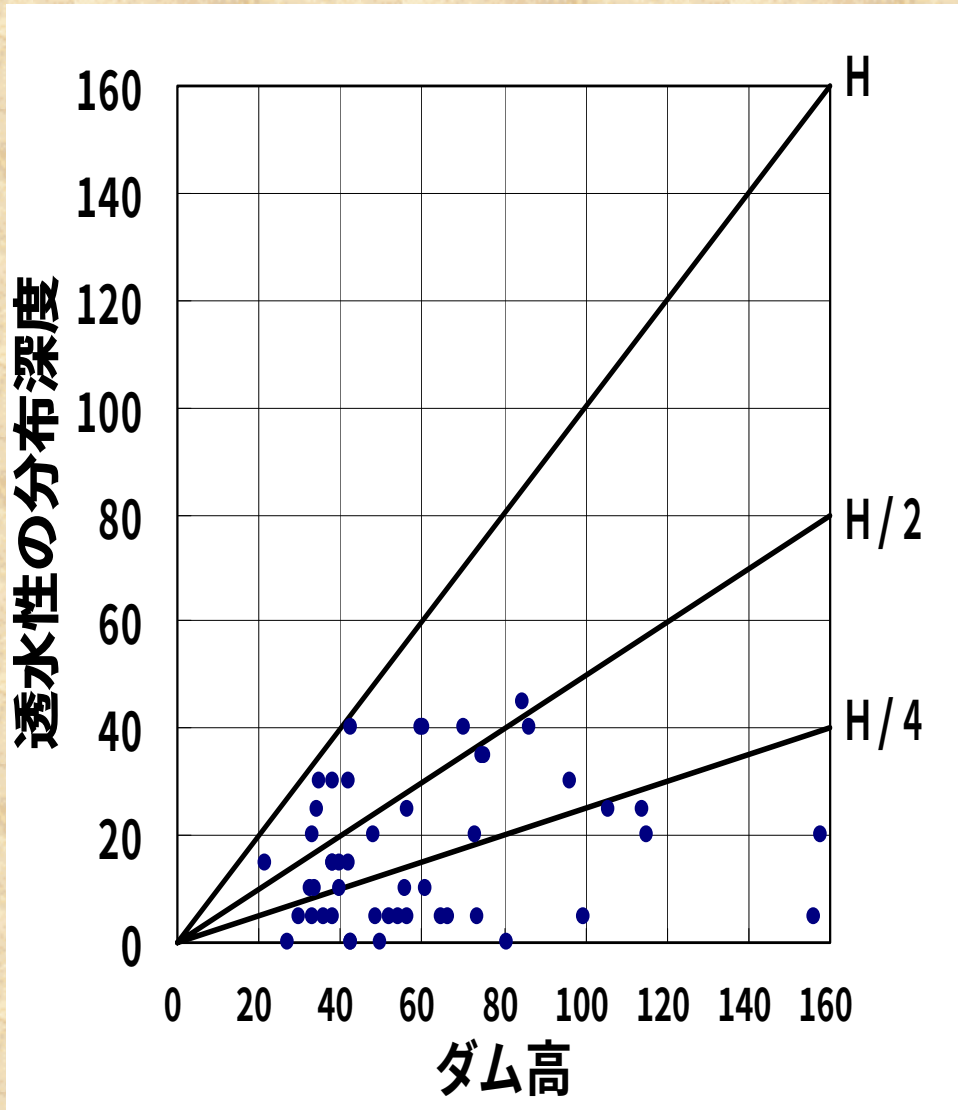
クリープにより、川側に傾斜し
た割れ目

2. 1 調査方針

高透水の原因が**応力解放・クリープ**である地盤 (5 1 ダム)



5 L_u 以下になる深度



2 L_u 以下になる深度

2. 1 調査方針

(2) 地盤の地質性状

2) 応力解放・クリープ以外

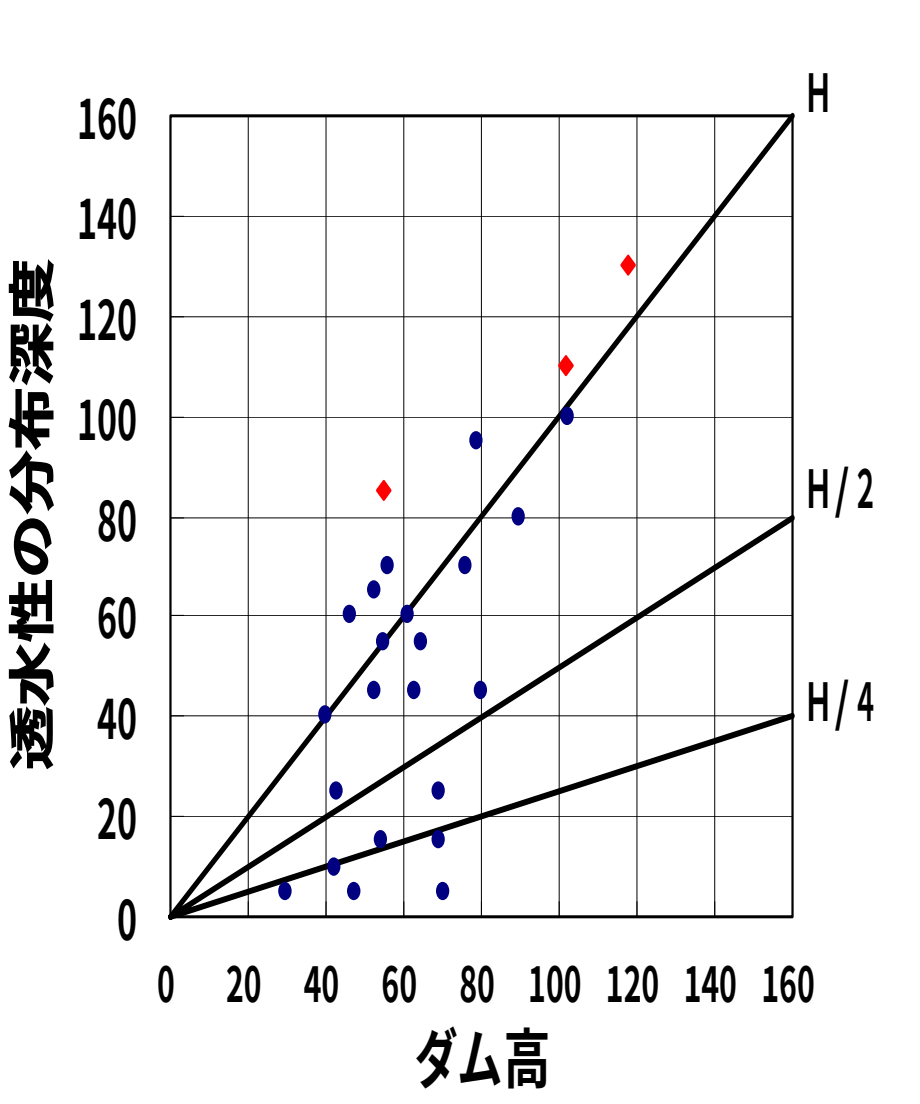
①断層・破碎帯

- ・断層・破碎帯は、深部では空隙・開口割れ目が少なく、難透水性を示す。
- ・断層そのものは**限界圧力が低い**

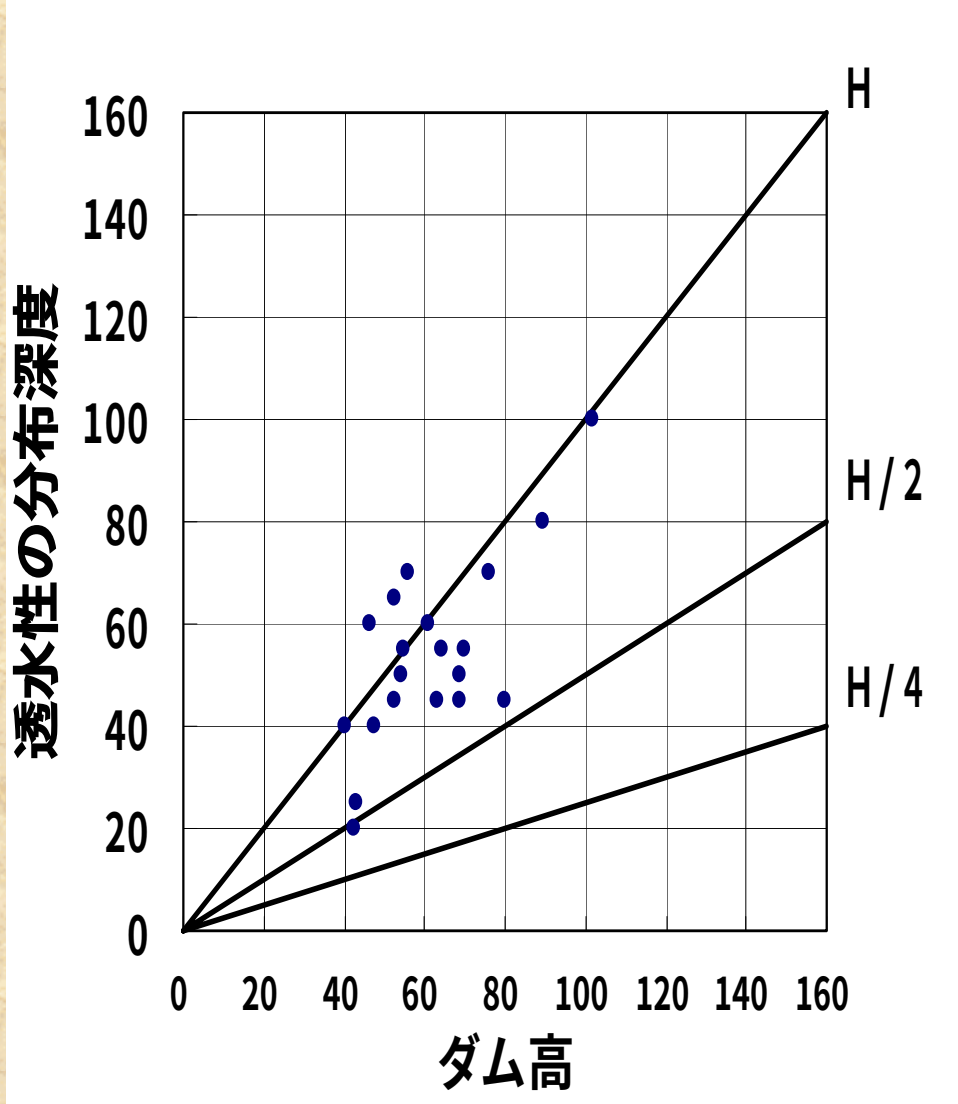


2. 1 調査方針

高透水の原因が断層・破碎帯である地盤 (27ダム)



5Lu以下になる深度



2Lu以下になる深度

2. 1 調査方針

(2) 地盤の地質性状

2) 応力解放・クリープ以外

②冷却節理など(広域性節理、貫入岩の周辺など)

➡ 深部まで高透水



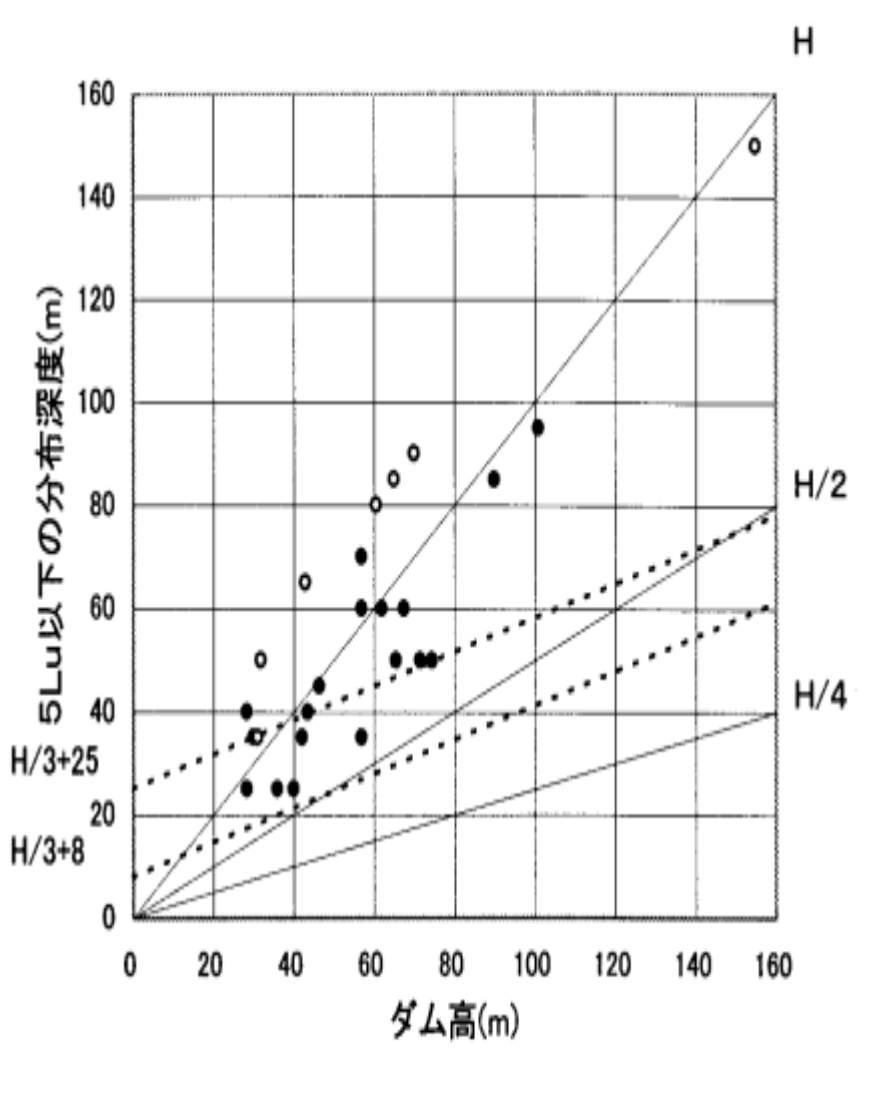
安山岩にみられる柱状節理



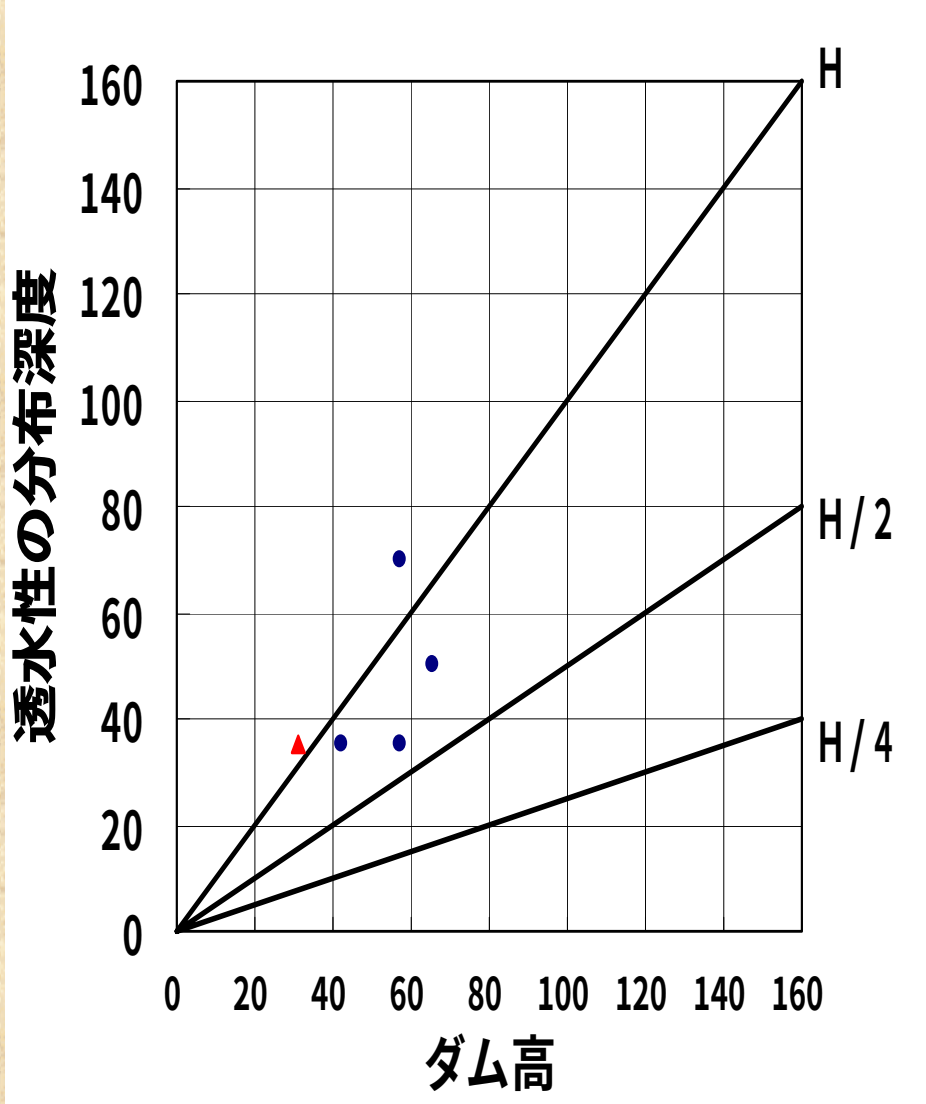
開口した節理からの湧水

2. 1 調査方針

高透水の原因が冷却節理などである地盤 (26ダム)



5Lu以下になる深度



2Lu以下になる深度

2. 1 調査方針

(2) 地盤の地質性状

2) 応力解放・クリープ以外

③ 粒子間の間隙

- ・ 粒度が粗く、未固結～低固結の堆積物

(鮮新世後期以降の堆積物、自破碎溶岩、火砕流堆積物、風化岩;火山岩地域の旧表土、旧河床堆積物)

- ・ ダルシー則に基づく
浸透流解析適用可能、
ルジオンテスト不適
- ・ 浸透破壊の懸念



2. 2 調査内容

- ・グラウチングのための調査は、
地形、地質、地盤の力学的性状、
地盤の透水性状、地下水位分布及び
類似ダムグラウチングの施工事例
に関する項目について行う。
- ・また、必要に応じて
地盤の浸透破壊抵抗性調査又は
グラウチングテスト
を実施する。

2. 2 調査内容

(1) 調査の項目、方法と内容

・地盤の透水性状、地下水位の三次元的分布の把握、これらを支配している地質的要因の考察に必要な項目

①地形 (他の調査と併用)

②地質 (他の調査と併用)

※ボアホールテレビカメラの活用

・グラウチングによる地盤の改良特性、浸透破壊抵抗性の把握に必要な項目

③地盤の力学的性状 (他の調査と併用)

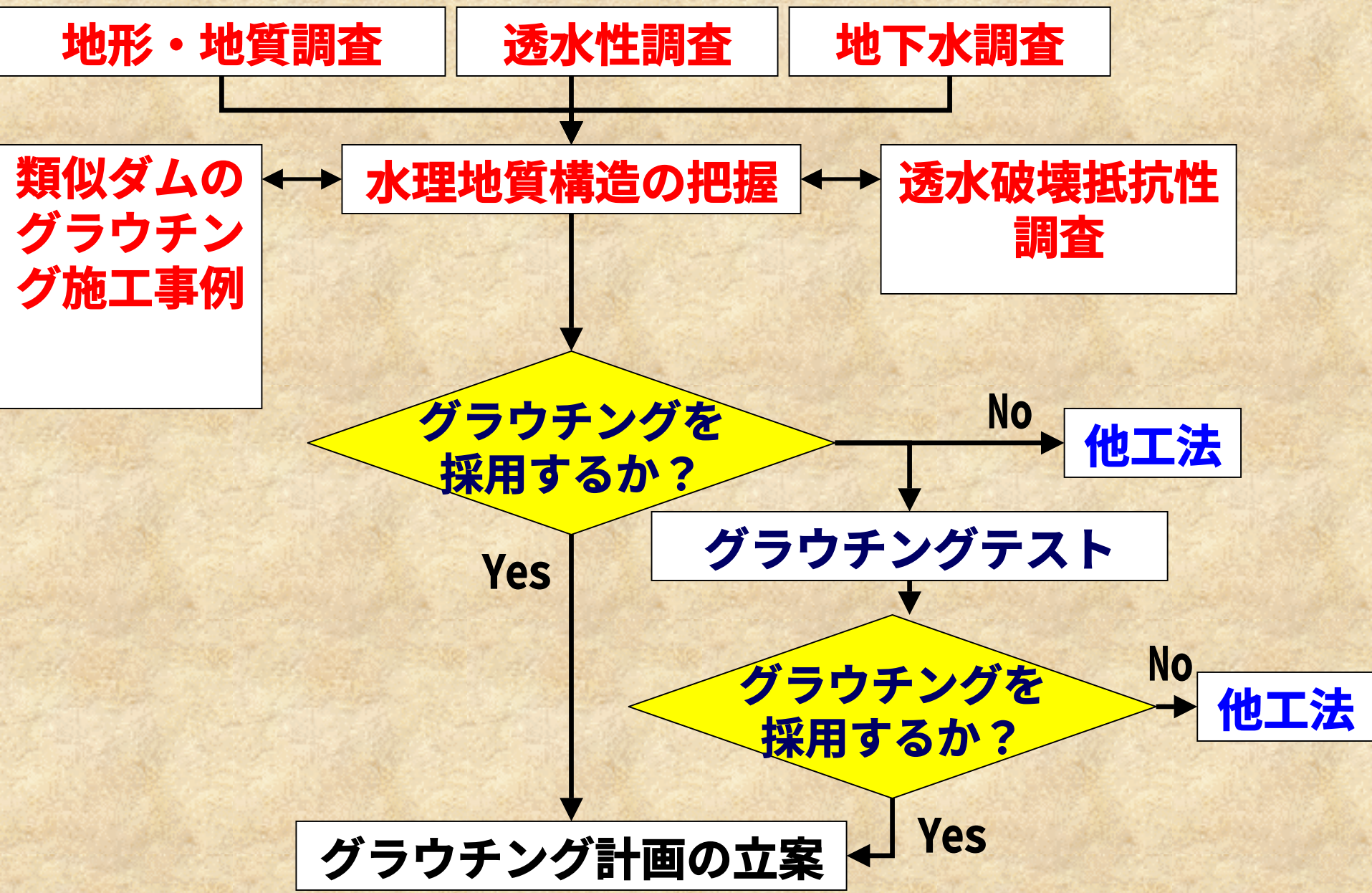
2. 2 調査内容

(1) 調査の項目、方法と内容

・グラウチング計画の立案に直接必要な項目

- ④ **地盤の透水性状** (基本的にルジオンテスト)
- ⑤ **地下水位分布** (ボーリング孔での地下水位観測)
- ⑥ **地盤の浸透破壊抵抗性**
(必要に応じて簡易試験、室内試験、原位置試験)
- ⑦ **類似ダムのグラウチングの施工事例**
(資料収集、分析)

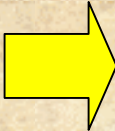
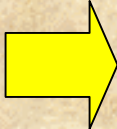
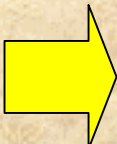
2. 2 調査内容



2.3 調査範囲

- ・グラウチングのための調査は、
ダム形式・規模、地形、地質、透水性状などの地盤の性状、地下水位等を考慮して、
必要な範囲に対して実施する。

(1) 調査範囲の目安

- ・ダムサイトの地形、地質、地盤性状、
地下水位分布は各ダムで特有  **調査範囲も
各ダムで異なる**
- ・コンソリデーショングラウチング、
ブランケットグラウチングの範囲  **他の調査範囲
と重複**
は堤敷内
- ・カーテングラウチングの
施工範囲はリム部など  **カーテングラウチングの
施工範囲の決定根拠が
得られる範囲が目安**
堤敷外もある

2. 3 調査範囲

・カーテングラウチングの調査範囲

①深度方向

改良目標値以下の難透水の地盤が確認されるまでの範囲

②リム部

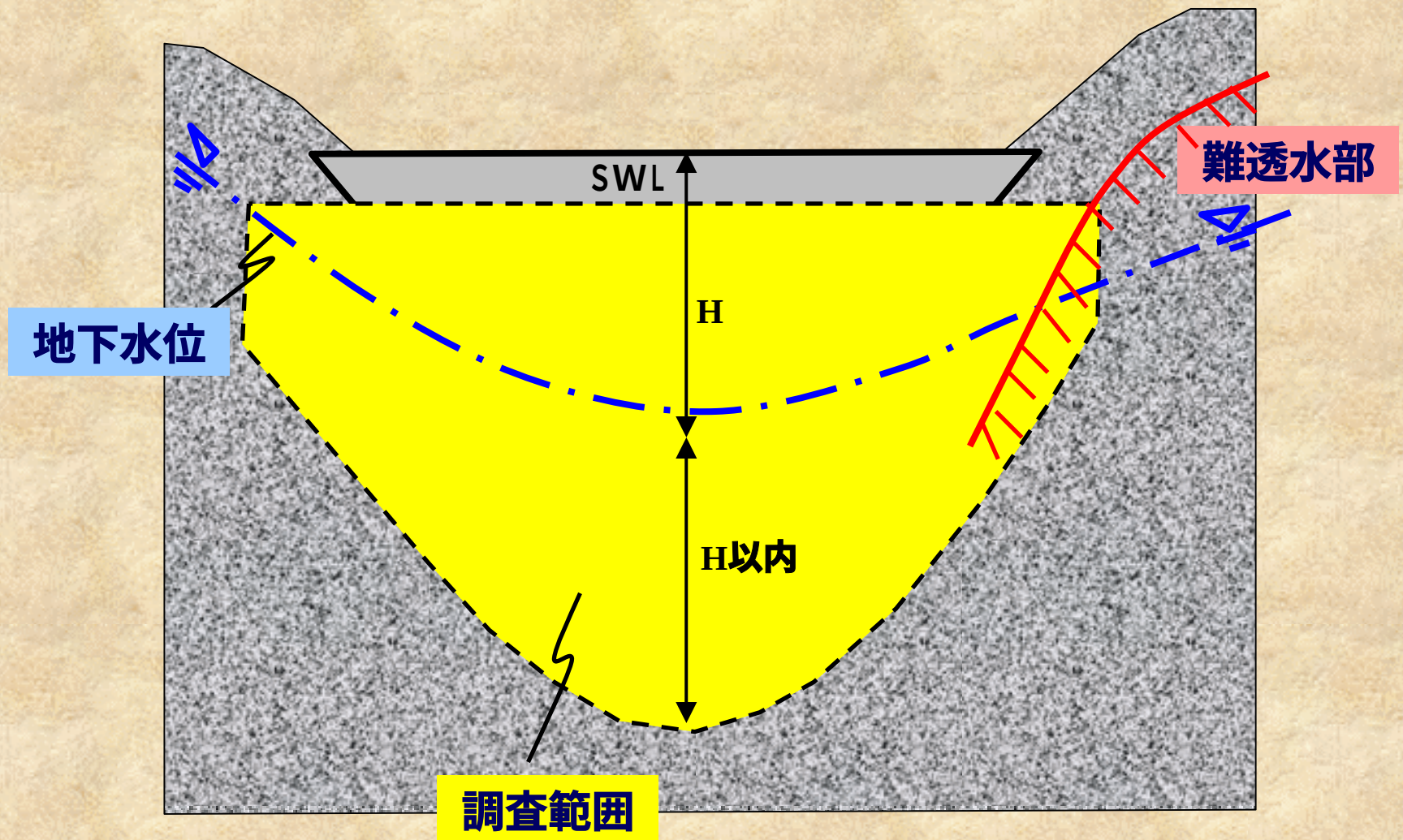
改良目標値以下の難透水の地盤が確認されるまでの範囲、地下水位がサーチャージ水位に達することが確認されるまでの範囲

③地盤の透水性と密接な関係を有する構成地質、地質構造、地質性状が分布する範囲

・水みち（開口節理など）

・難透水部（断層粘土など）

2.3 調査範囲



カーテングラウチングの調査範囲

2.4 調査試験

2.4.1 地下水調査

- ・地下水調査は、**ボーリング孔による地下水位観測**を基本とする。
- ・また必要に応じて**水質、流速、流向**等を調査する。

(1)地下水調査の意義

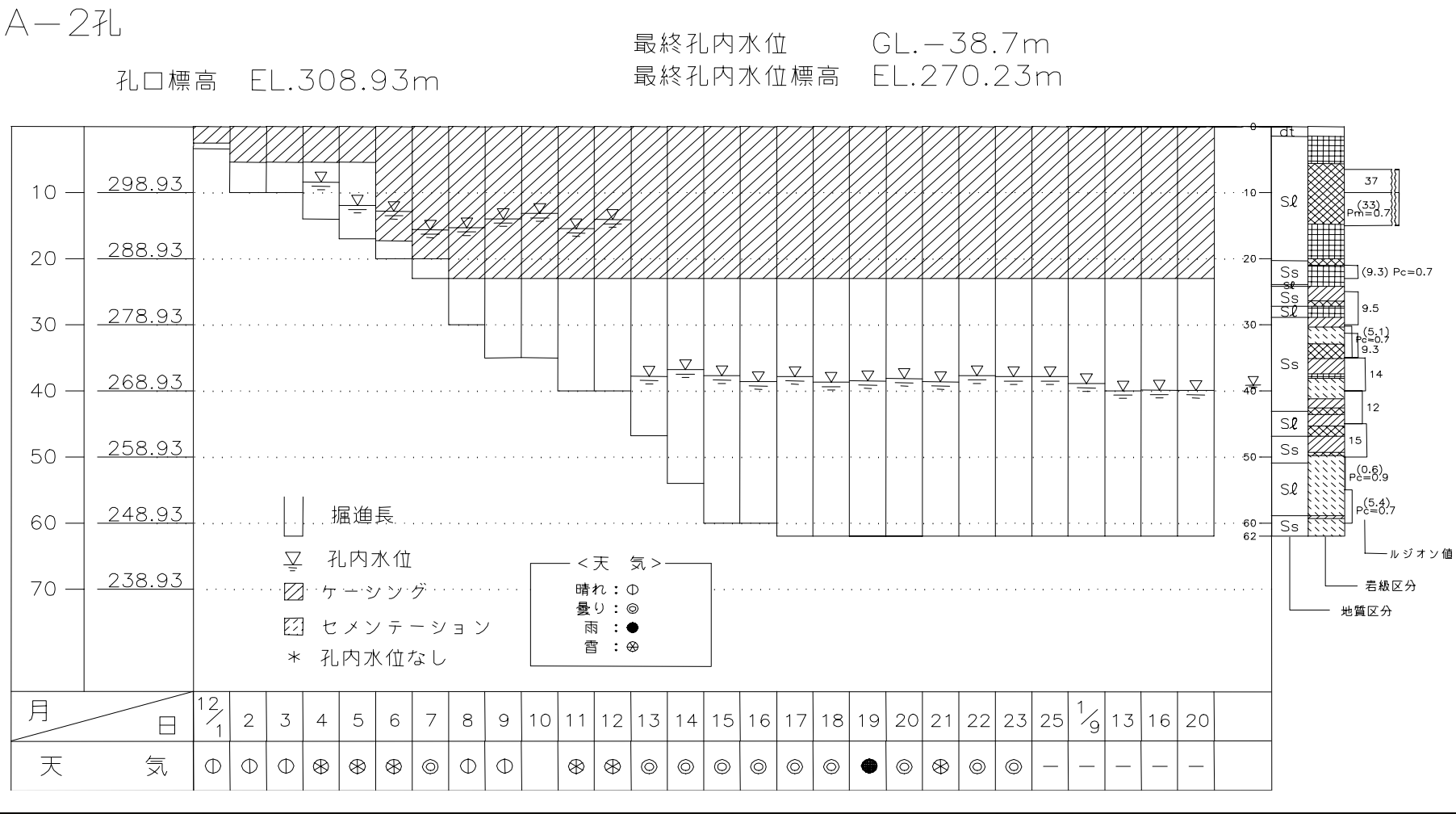
- ・**地下水位分布は地盤の透水部、難透水部の分布を反映している**

(3)地下水位観測結果の整理と分析

- ①**複数の地下水位があるかどうか**
- ②**変動の大きい地下水位の要因分析 (通年観測)**
- ③**複数地下水位**
 - ・**地下水位と透水部、難透水部との関係**

2.4 調査試験

2.4.1 地下水調査



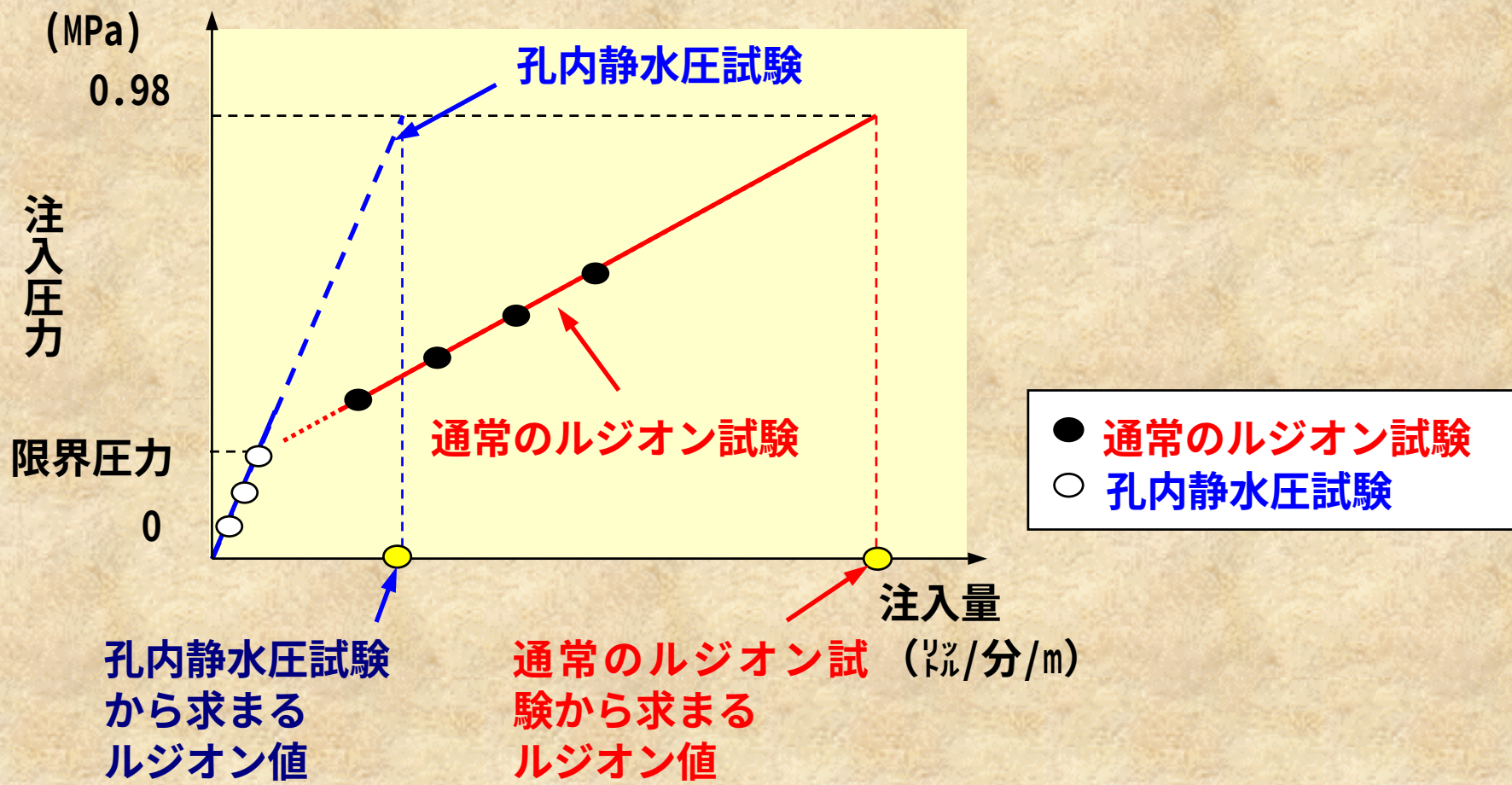
ボーリング削孔時の孔内水位変動の例

2.4 調査試験

2.4.2 透水試験

地盤の透水性、限界圧力を調査するための透水試験は
ルジオンテストを基本とする。

また、必要に応じて**原位置透水試験**を併用する。



グラウチング技術改訂指針の概要

第3章 計画

3. 計 画

3. 1 グ라우チング計画

3. 2 コンソリデーショングラウチング

施工範囲、改良目標値、施工時期、
孔の配置及び深さ

3. 3 ブランケットグラウチング

施工範囲、改良目標値、施工時期、
孔の配置及び深さ

3. 4 カーテングラウチング

施工範囲、改良目標値、施工時期、
孔の配置及び深さ

3. 5 注入計画

材料、配合、注入圧力、配合切替基準、
総注入量

3. 1 グ라우ティング計画

(1) グ라우ティング計画の作成

**ダム の 堤体 及び 基礎地盤 の 安全性 の 確保
所要 の 貯水機能 の 確保**



**グラウティングの種類ごとに、
施工範囲、改良目標値、孔配置などの基本計画
施工時期、注入圧力、配合の設定等の注入計画
を作成する**

(4) グ라우ティング計画の検証・見直し

試験施工の実施 → 計画の妥当性の検証・見直し

3.2 コンソリデーショングラウチング

目 的

遮水性の改良

動水勾配が大きい基礎排水孔から堤敷上流端までの遮水性の改良

改良目標値： 5 Lu程度

弱部の補強

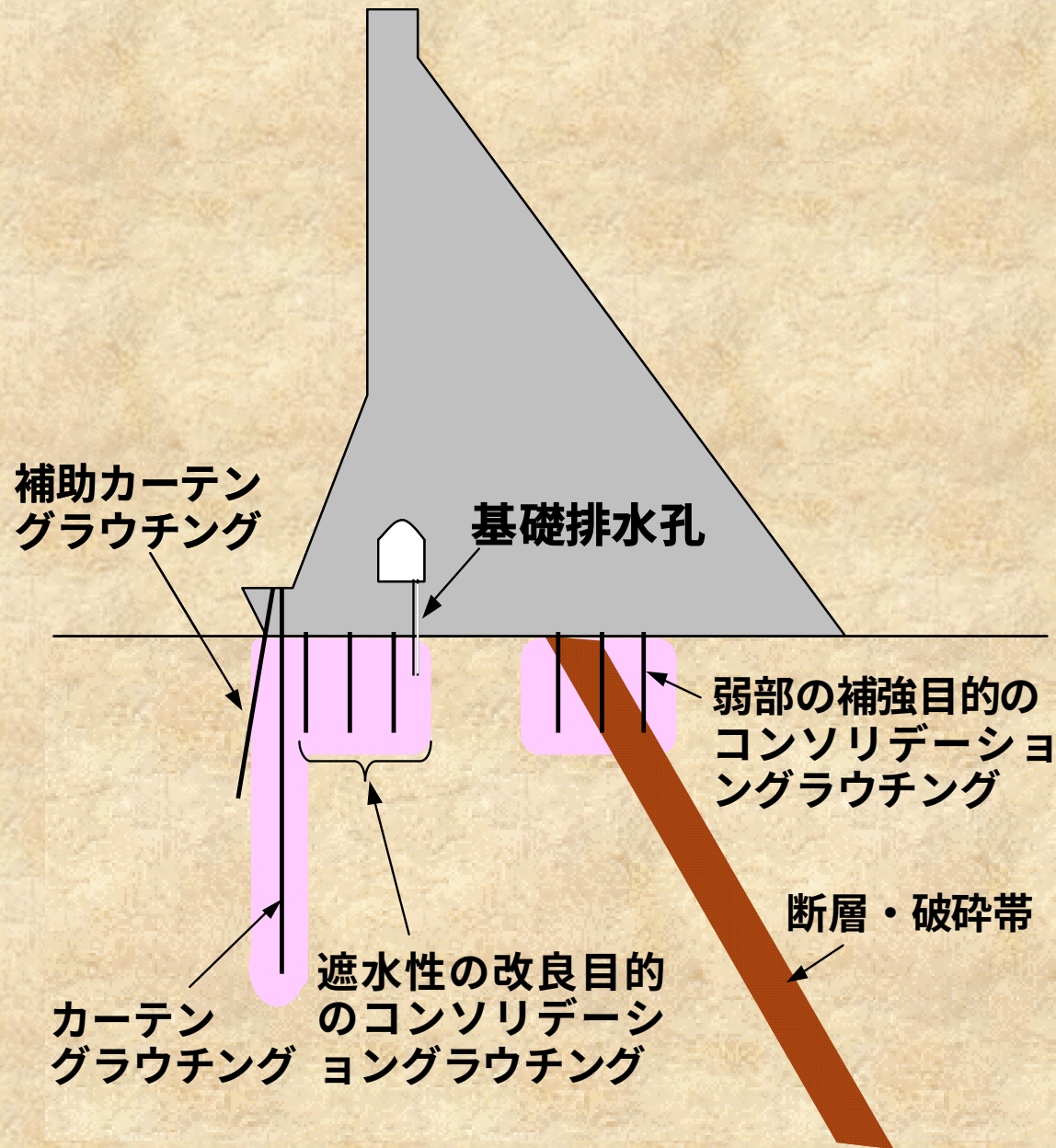
堤体の安全性を確保する上で支障となるおそれのある断層・破砕帯等の弱部を補強

改良目標値： 10 Lu以下(セメント注入量も参照)

※粗掘削後の基礎地盤面において基礎地盤の性状を確認することが重要。

3.2 コンソリデーショングラウチング

施工範囲



3.3 ブランケットグラウチング

目 的

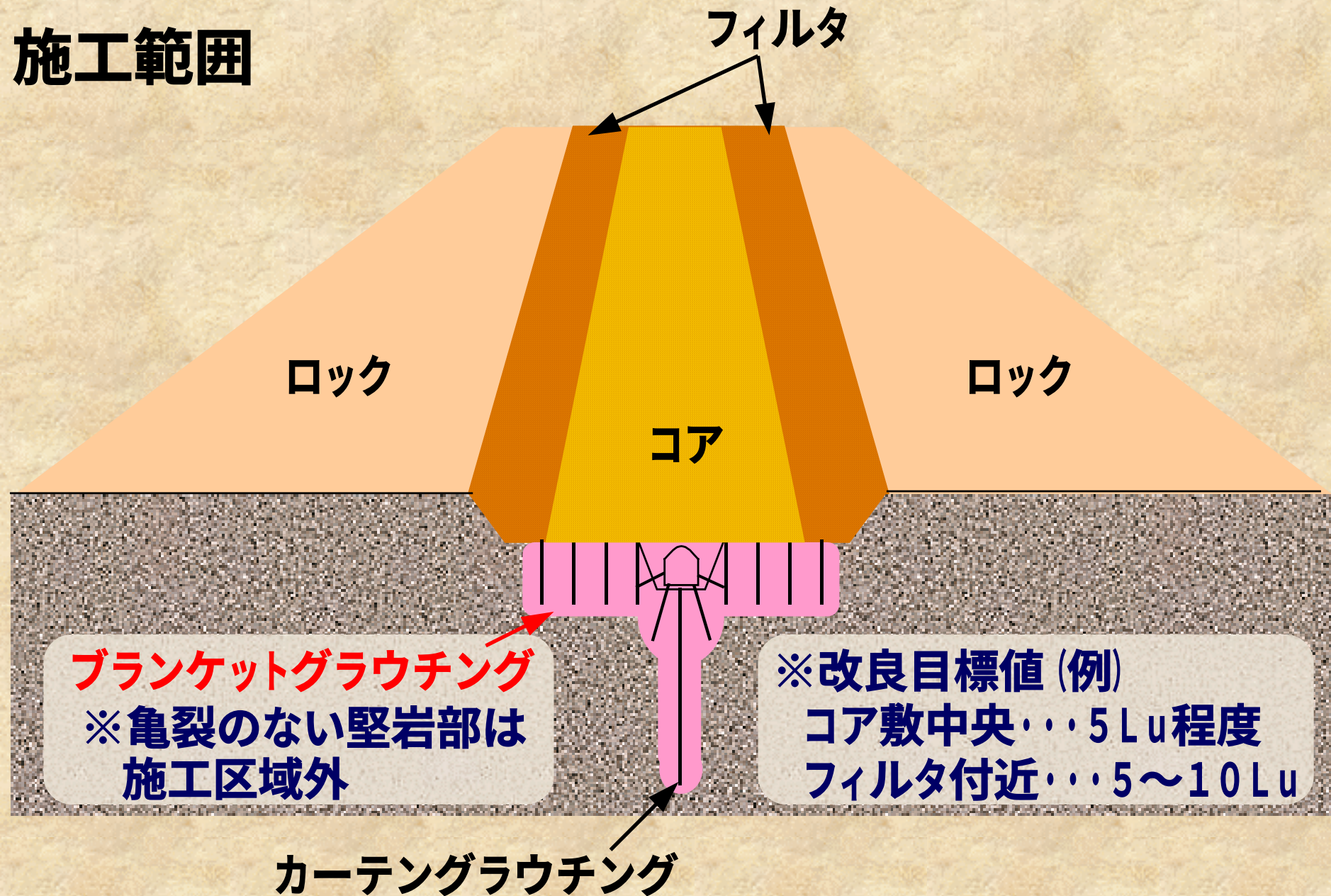
ロックフィルダムの変水勾配が大きいコア着岩部付近を対象に、割れ目を閉塞させ、カーテングラウチングとあいまって遮水性を改良する

改良目標値： 5～10 Lu以下

原則としてコア材の盛立て前に施工する

3.3 ブランケットグラウチング

施工範囲



3.4 カーテンラウティング

目的

- ・浸透路長が短い部分に厚みのある遮水ゾーンを形成する
- ・貯水池外への水みちを形成するおそれのある高透水部を確実に遮断する



地盤の高透水部の成因に応じて、
施工範囲、改良目標値を設定

- (1) 高透水の成因が **応力解放・クリープ**
- (2) 高透水の成因が **応力解放・クリープ以外**

3.4 カーテンラウチング

3.4.1 施工範囲

(1) 高透水の成因が応力解放・クリープ

最大ダム高を限度に以下の条件を満足する範囲。

- ①地盤の透水性が、その深度に応じた改良目標値に達するまで範囲
- ②地盤の透水性が、リムの奥行き方向に応じた改良目標値に達するまでの範囲
- ③地下水位が高い場合は、地下水位と貯水位 (**常時満水位～サーチャージ水位**) との交点までの範囲

3.4 カーテンラウチング

3.4.2 改良目標値

(1) 高透水の成因が応力解放・クリープ

- ・深度方向に透水性が小さくなる
- ・深部では浸透路長が長く、動水勾配が小さい



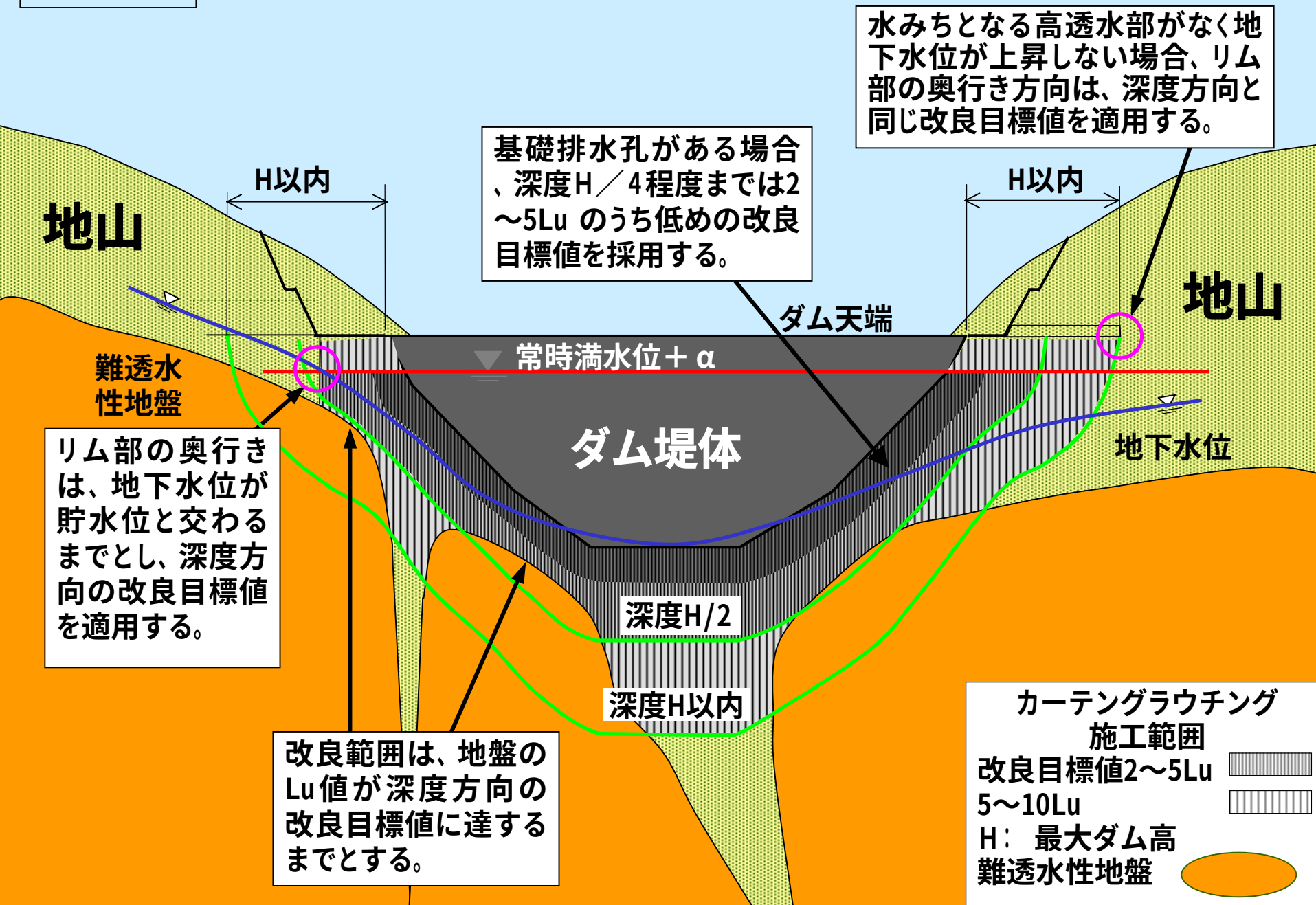
改良目標値

0 ～ $H/2$: 2～5 Lu程度

$H/2 \sim H$: 5～10 Lu程度 ※ H:最大ダム高

※コンクリートダムの場合、堤体の上流面付近に基礎排水孔が設けられているので、堤体上流端から基礎排水孔までの間の動水勾配が大きくなる。そこで、浅部は水理地質構造に応じて改良目標値を厳しくして入念な施工を行う。

改訂案



3. 4 カーテンラウチング

(2) 高透水の成因が応力解放・クリープ以外

①断層・破砕帯



グラウチングによる改良効果が
上がりにくいことが多い。



厚みのある遮水ゾーンを造成

・孔配置を複列

・改良目標値の緩和

※ただし、 $H/2 \sim H$ の範囲で改良目標値
は10Luを超えて緩和しないこと

3. 4 カーテンラウチング

(2) 高透水の成因が応力解放・クリープ以外

②冷却節理



深部まで高透水性を示すことがある。



既往の施工事例も少なく、水理地質構造、地盤の改良特性について特に慎重な調査・検討を行い、施工範囲・改良目標値を設定。

3. 4 カーテンラウチング

(2) 高透水の成因が応力解放・クリープ以外

③ 粒子間の間隙



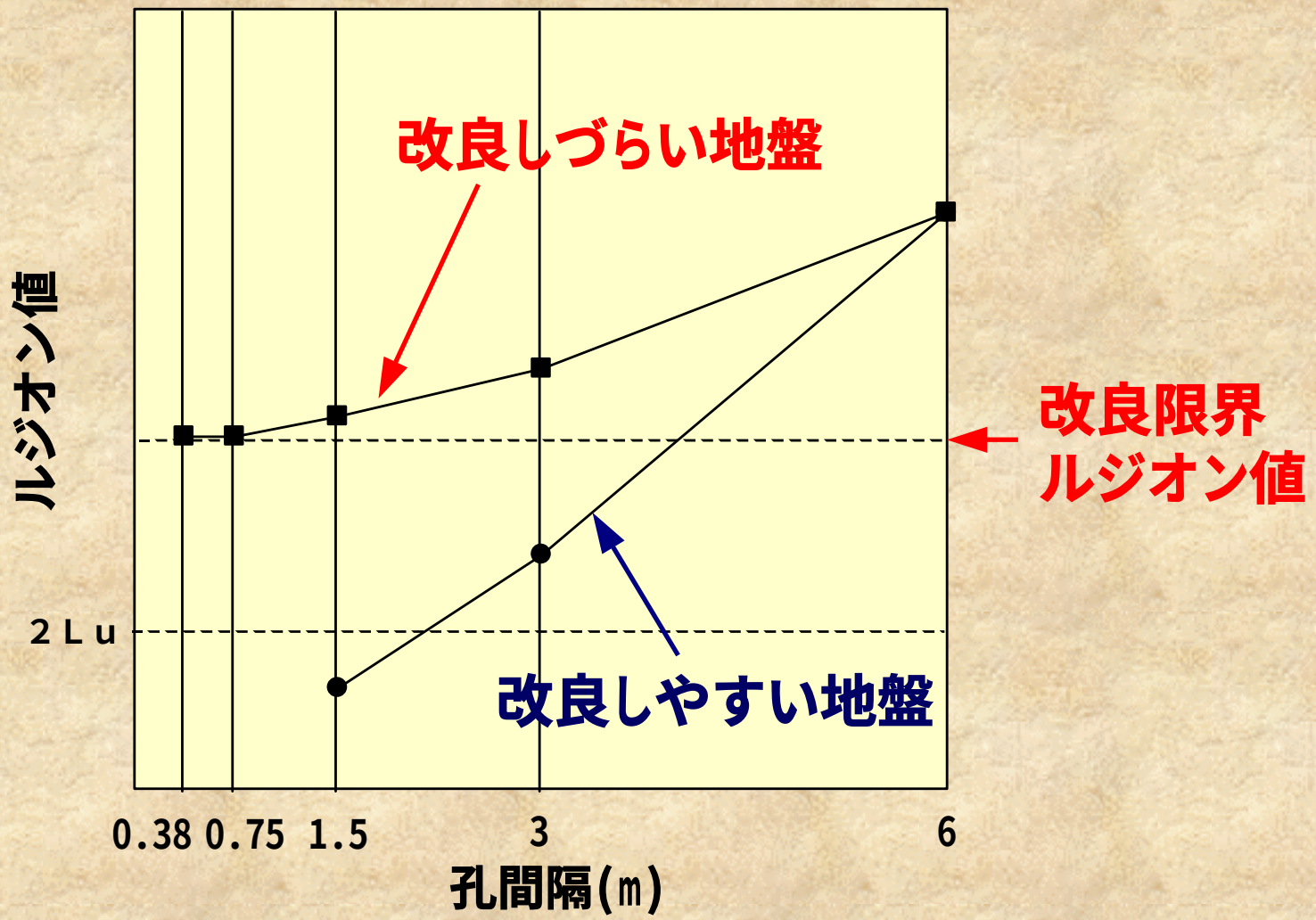
グラウチングによる改良効果が
上がりにくいことが多い。



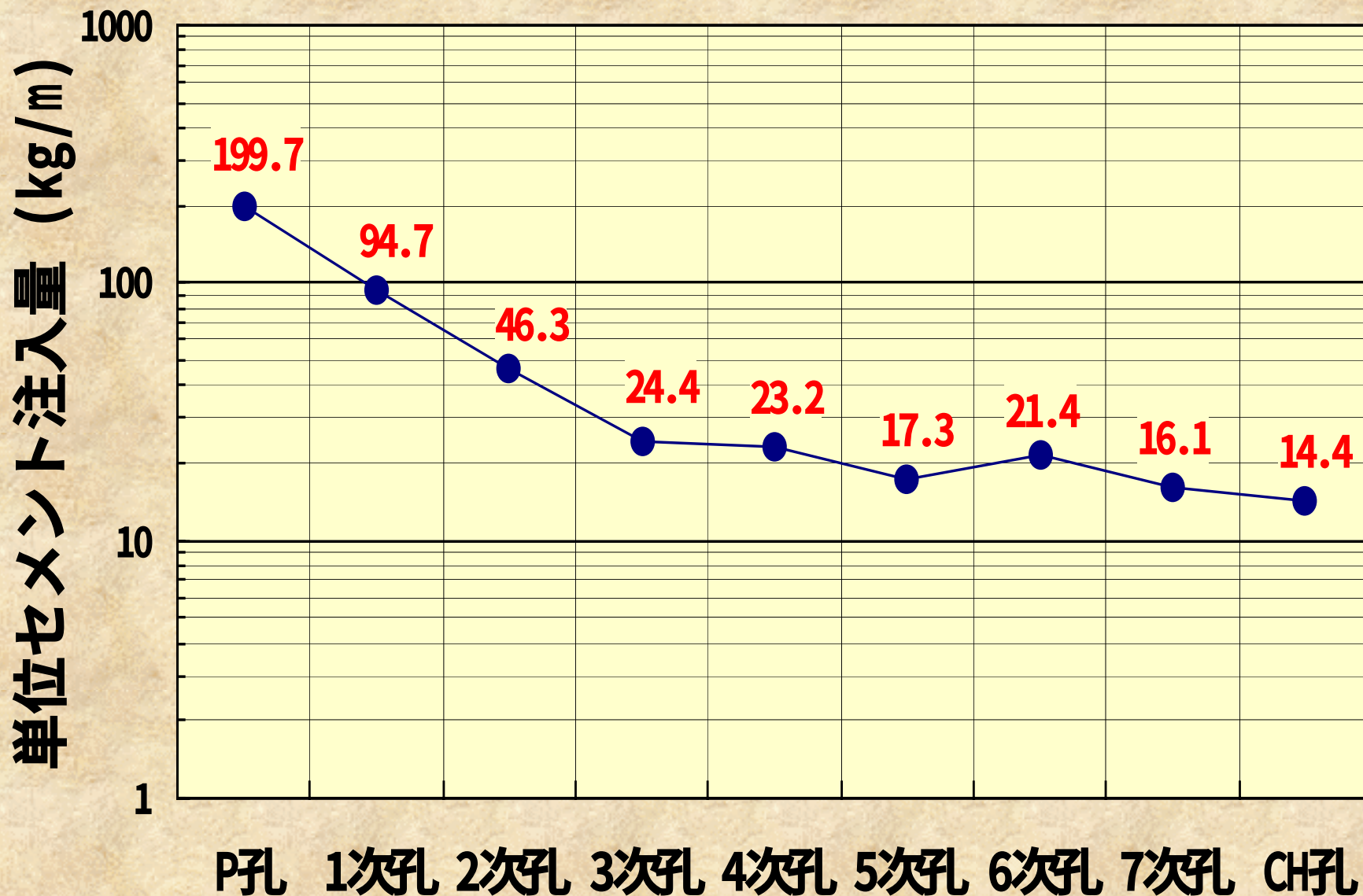
水理地質構造・改良特性について
特に浸透な調査・検討を行い、
改良目標値を緩和した厚みのある
遮水ゾーンを形成するなどの配慮
が必要。

3.4 カーテンラウチング

遮水性を改良しづらい地盤



※追加孔の最小孔間隔は75cm程度が限度



遮水性の改良効果が上がりにくい事例

グラウチング技術改訂指針の概要

第4章 施工

第5章 効果の判定

4. 施 工

4. 1 施工計画

4. 2 試験施工

施工の最初の段階における
試験施工の義務付け

4. 3 施工

施工順序

4. 4 グラウチング作業の管理

グラウチング作業の管理、
グラウチング資料のとりまとめ

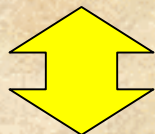
主な改定のポイント

- (1) 施工設備、機械に関する項目の削除
- (2) 施工の最初の段階における試験施工の義務付け

4. 1 施工計画

施工計画の作成

施工範囲、施工規模、現場条件等を考慮した**経済的**な計画

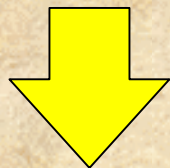


ダムの本体工事工程との**整合**を図る

4. 2 試験施工

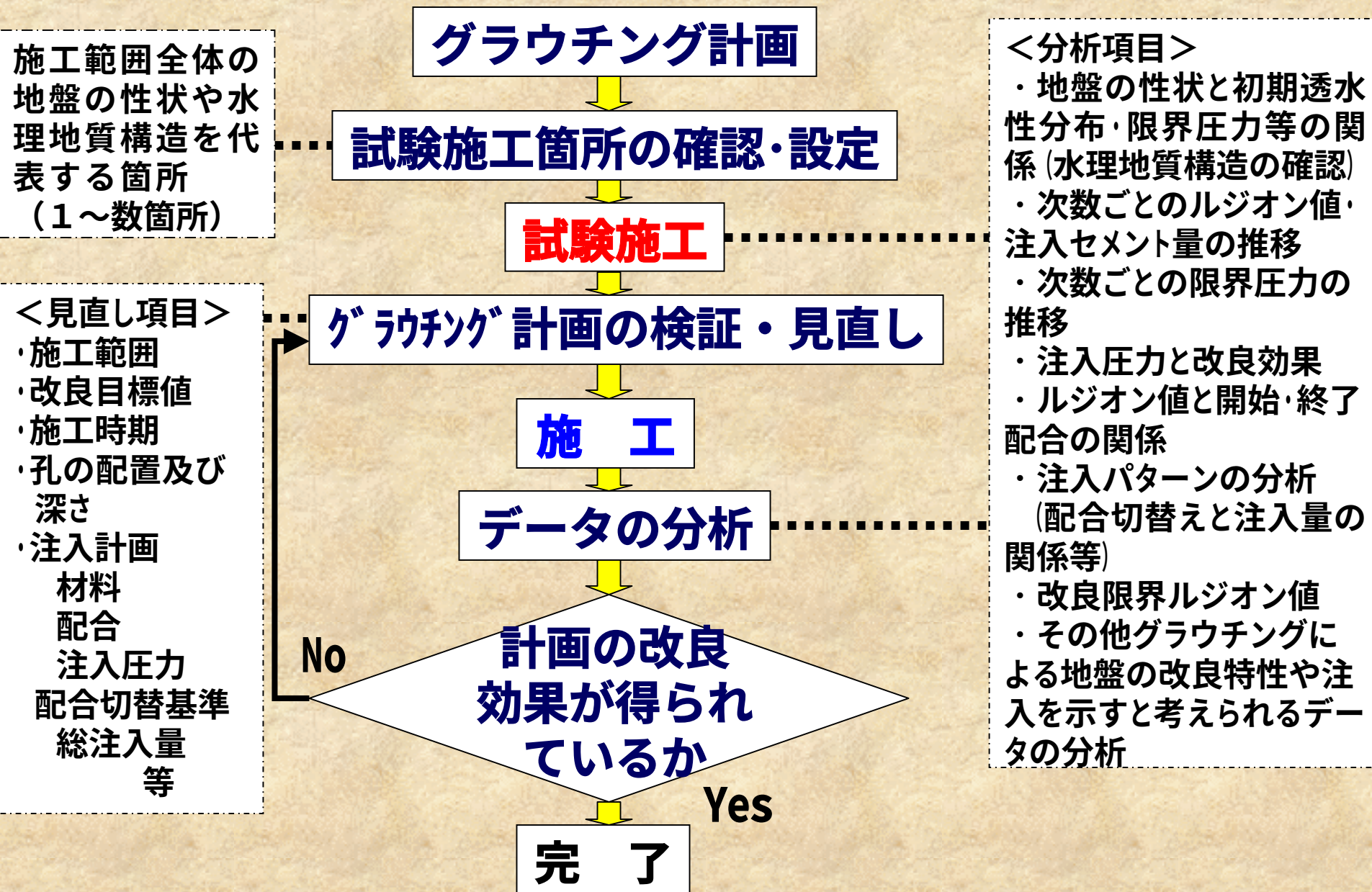
目的

グラウチング計画の妥当性の検証



施工の最初の段階で**実施**

4.2 試験施工



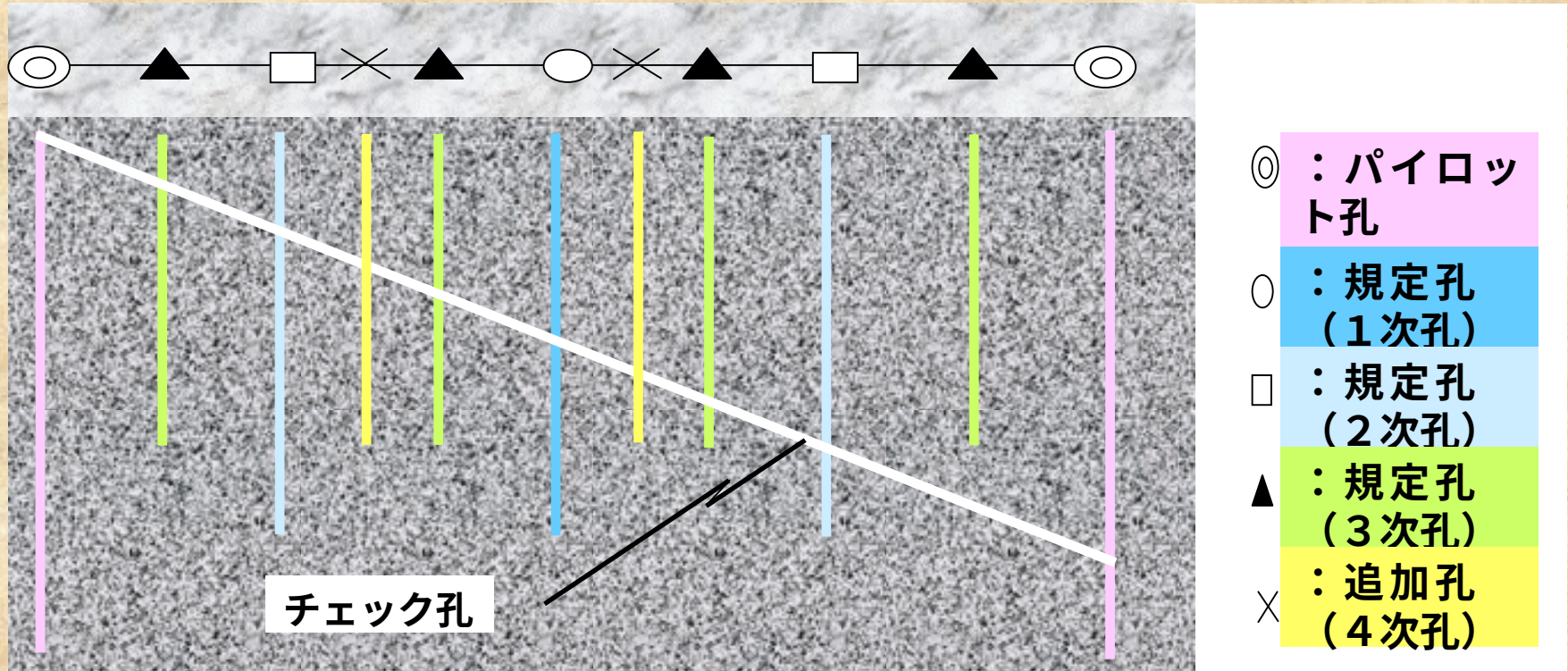
試験施工および施工中のフロー

4.3 施工

4.3.1 施工順序 (カーテングラウチング)

中央内挿法

(規定孔途中次数でも、目標値が達成された場合は
以後の注入を省略)



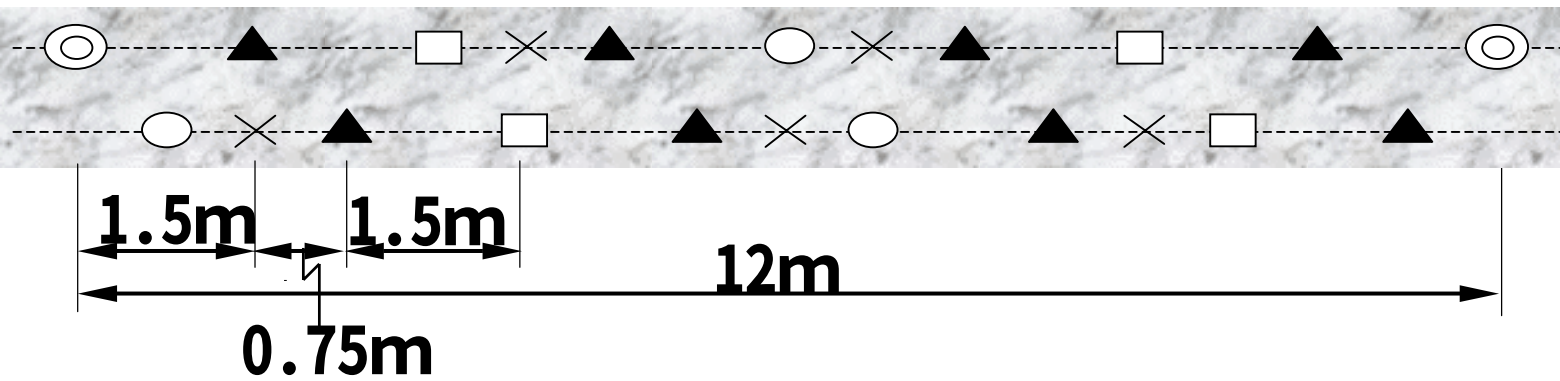
カーテングラウチング (単列) の中央内挿法の例

4.3 施工

改良効果が良好でない場合 (カーテングラウチング)

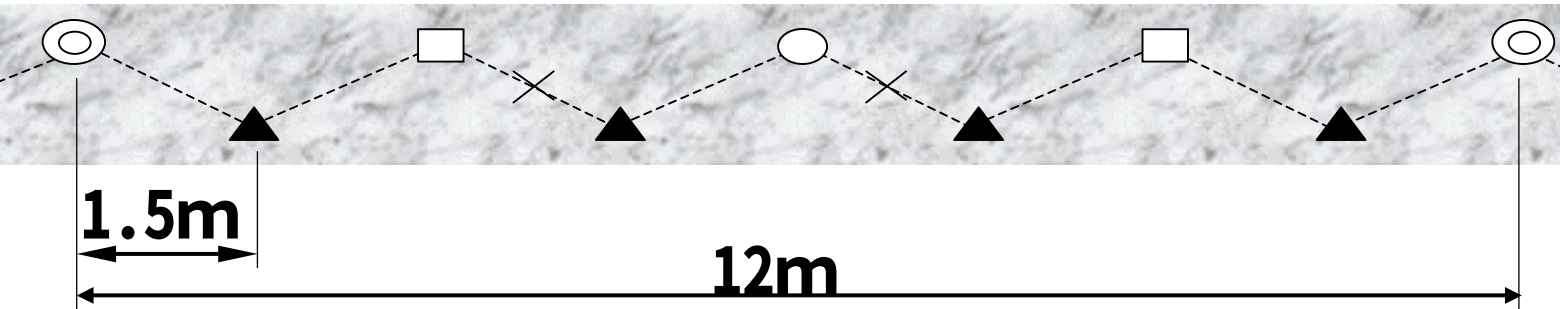
改良目標値緩和＋複列カーテン

完全複列の例



- ⊙ : パイロット孔
- : 規定孔 (1次孔)
- : 規定孔 (2次孔)
- ▲ : 規定孔 (3次孔)
- × : 追加孔 (4次孔)

千鳥配置の例

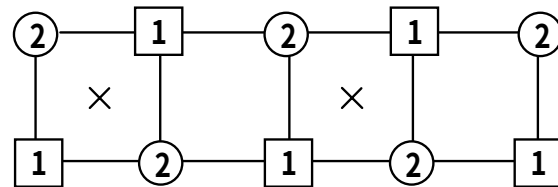
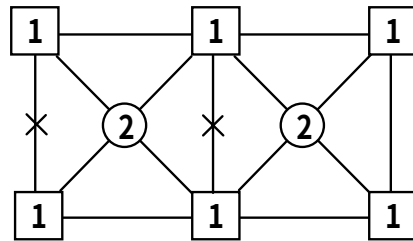


カーテングラウチングの配列例

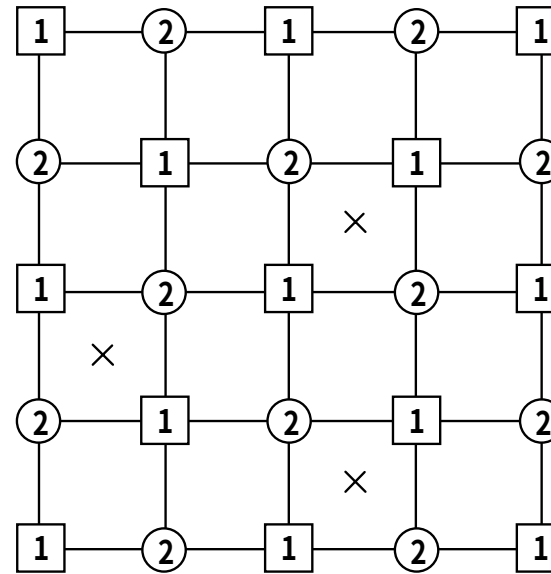
4.3 施工

4.3.1 施工順序

中央内挿法 (格子状もしくは列状に施工)



<列数の少ない場合>



<列数の多い場合>

(凡 例)

□ 1 : 規定孔 (1 次孔)

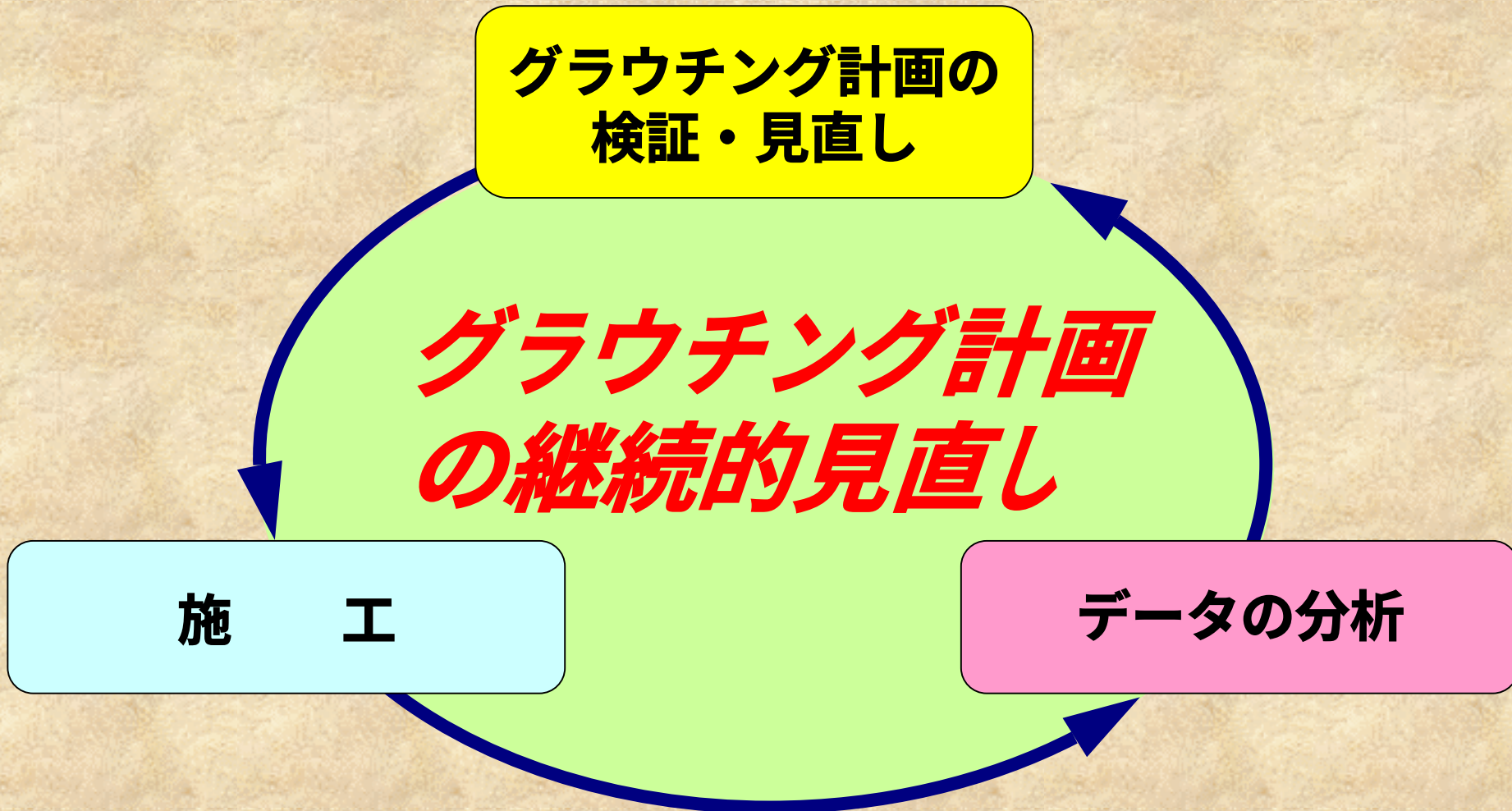
○ 2 : 規定孔 (2 次孔)

× : 追加孔 (3 次孔)

コンソリデーショングラウチング及びブラケットグラウチング
の孔配置例

4.4 グラウティング作業の管理

4.4.1 グラウティング作業の管理



4.4 グ라우チング作業の管理

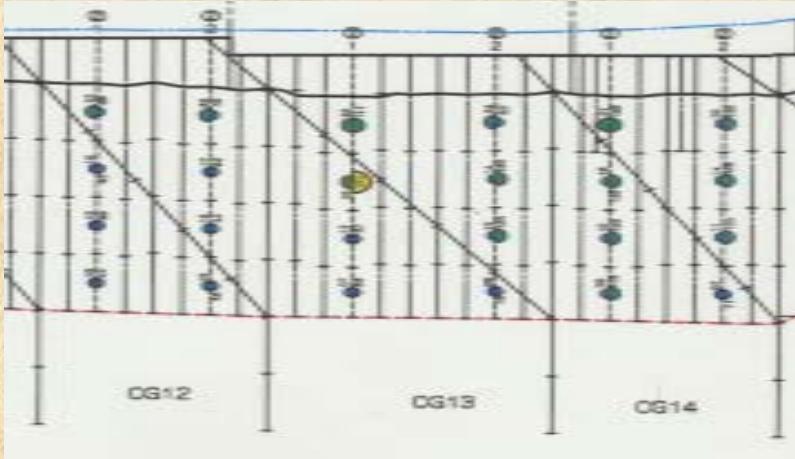
4.4.2 グ라우チング資料のとりまとめ



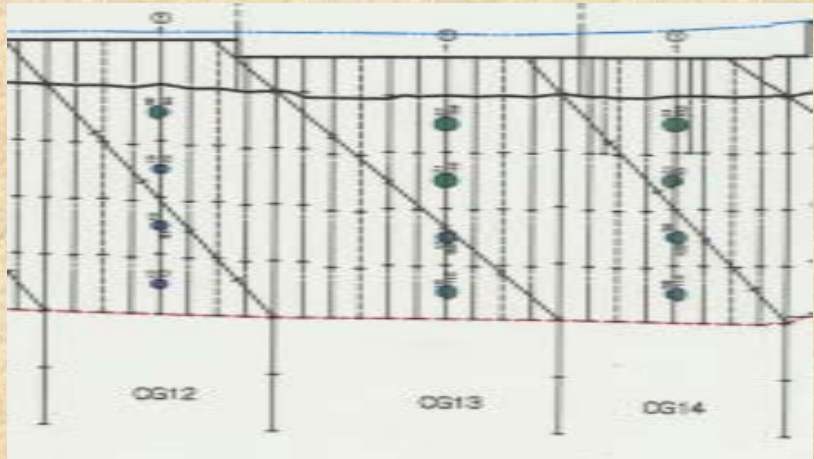
凡 例	
ルジオン値	単位セメント量
$20 < Lu$	100 < C
$10 < Lu \leq 20$	$50 < C \leq 100$
$5 < Lu \leq 10$	$20 < C \leq 50$
$2 < Lu \leq 5$	$10 < C \leq 20$
$Lu \leq 2$	$C \leq 10$

- 凡 例
- (P) : パイロット孔
 - (1) : 一 次 孔
 - (2) : 二 次 孔
 - (3) : 三 次 孔
 - (CH) : チェック孔

全孔



1次孔



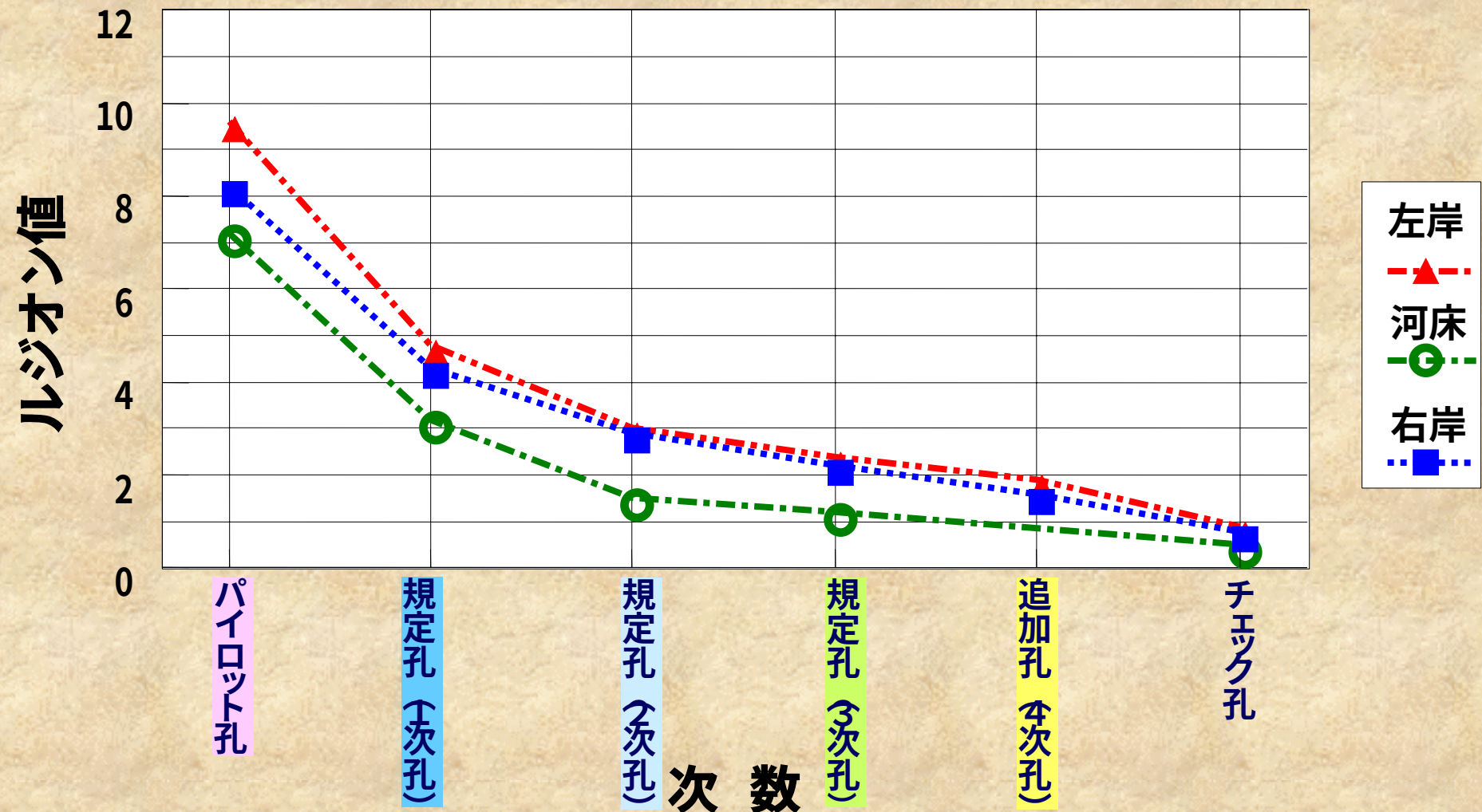
2次孔

カーテングラウチングのルジオン値・セメント注入量

4.4 グラウチング作業の管理

4.4.2 グラウチング資料のとりまとめ

非超過確率85%ルジオン値

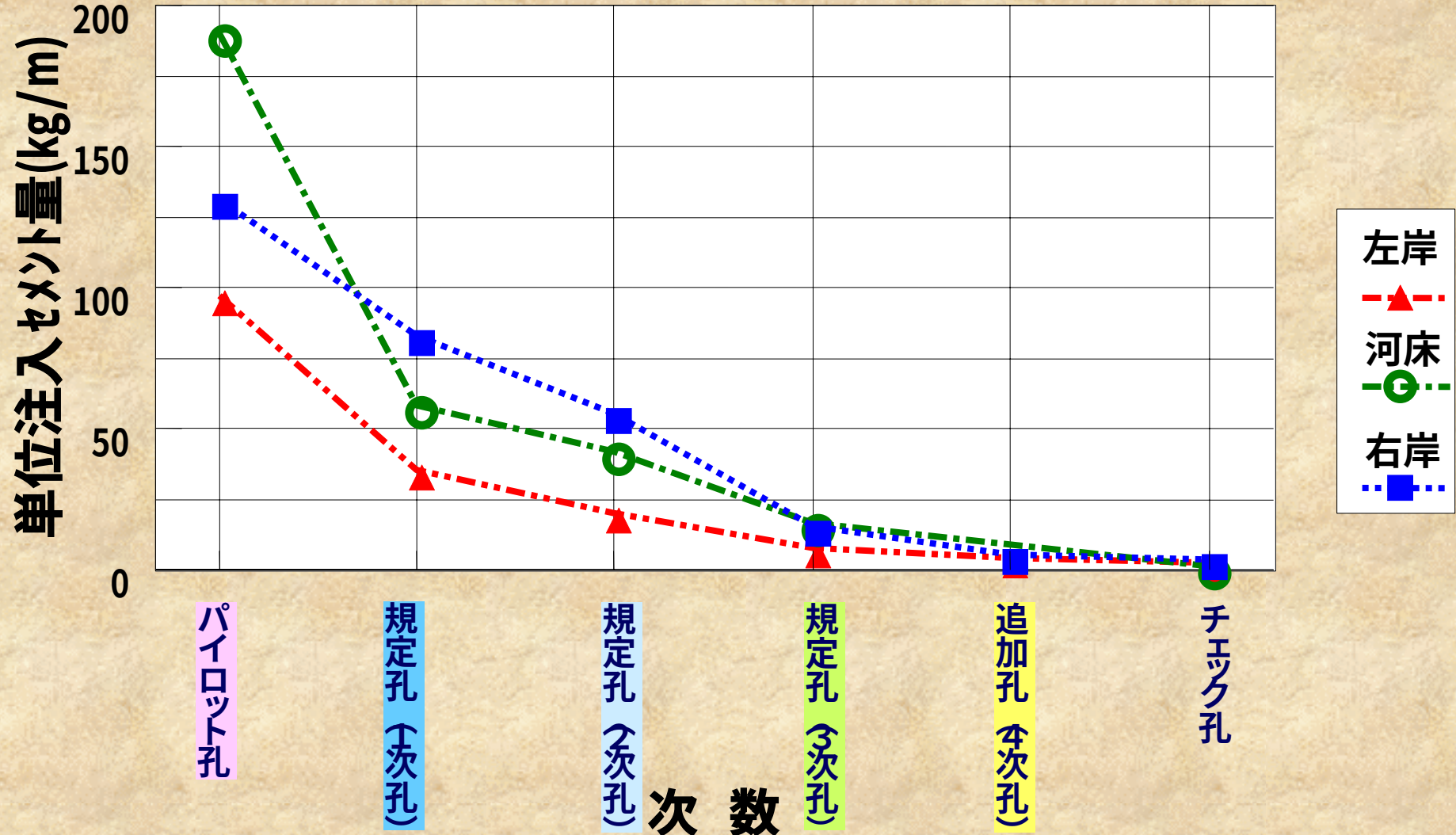


次数別ルジオン値遞減図

4. 4 グ라우ティング作業の管理

4. 4. 2 グ라우ティング資料のとりまとめ

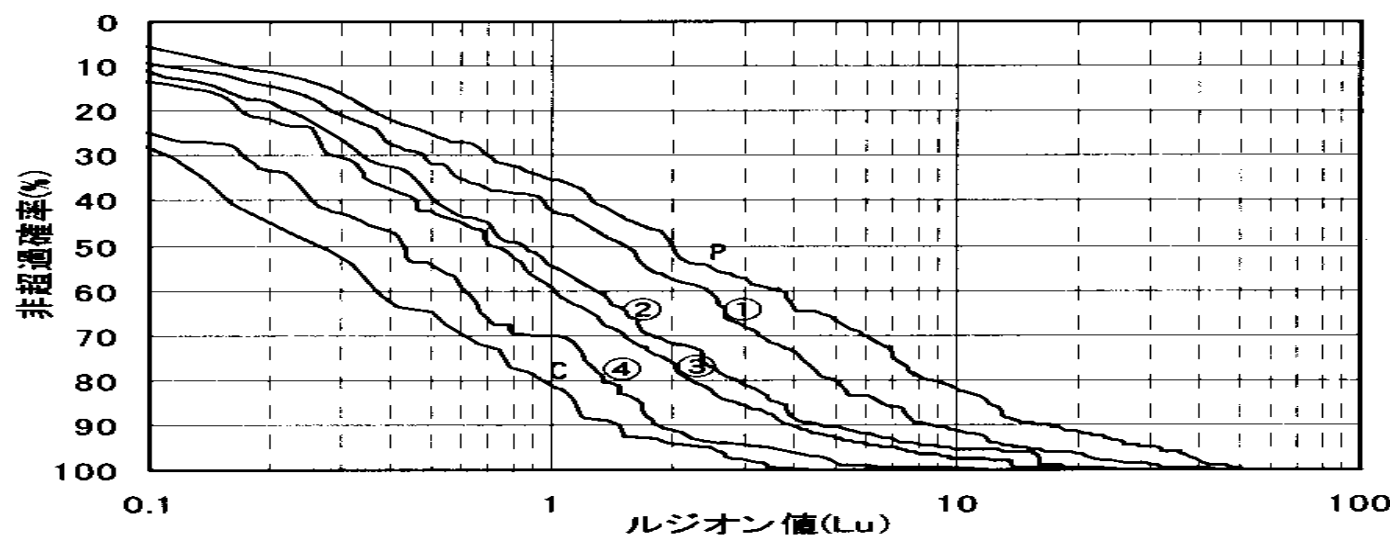
平均単位注入セメント量



次数別単位セメント注入量逡減図

4.4 グラウチング作業の管理

4.4.2 グラウチング資料のとりまとめ



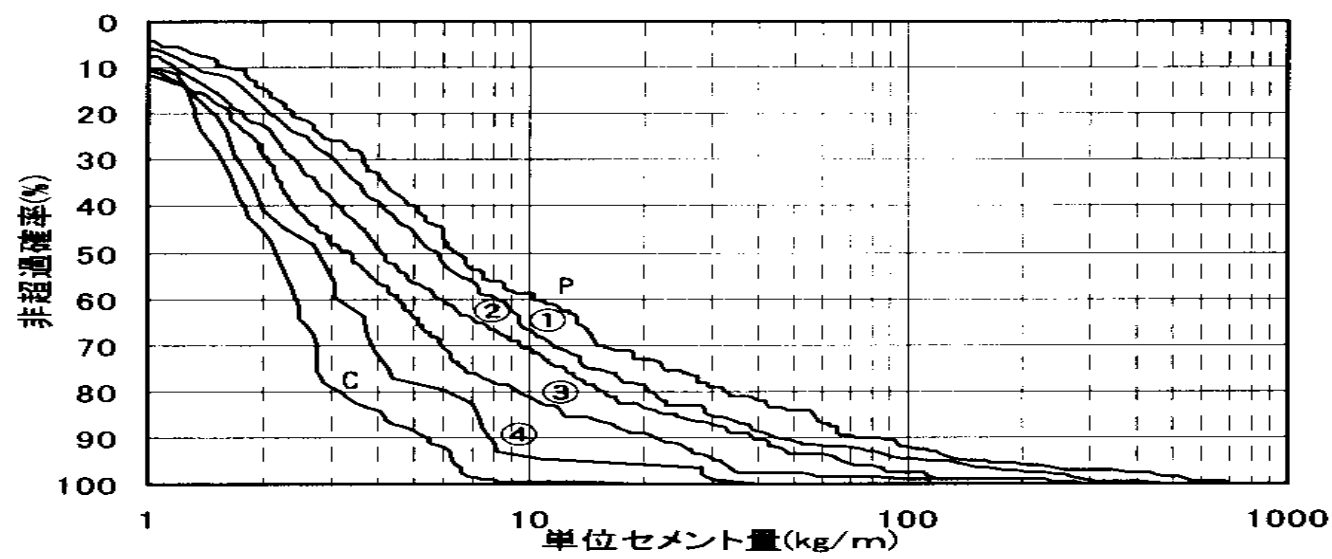
ルジオン値

	次数	データ数	分散	平均値	90%値	85%値	50%値	25%値
P	パイロット孔	394	149.0	11.6	16.7	12.0	2.0	0.5
①	規定孔(1次孔)	384	82.7	7.0	8.6	6.5	1.5	0.3
②	規定孔(2次孔)	664	46.9	5.2	4.7	3.6	0.8	0.2
③	規定孔(3次孔)	875	42.3	4.8	3.9	2.8	0.7	0.2
④	追加孔(4次孔)	122	3.6	1.3	1.9	1.6	0.4	0.1
C	チェック孔	294	1.4	1.5	1.4	1.1	0.2	0.0

次数別ルジオン値非超過確率図

4.4 グ라우チング作業の管理

4.4.2 グ라우チング資料のとりまとめ



単位注入セメント量

	次数	データ数	分散	平均値	90%値	85%値	50%値	25%値
P	パイロット孔	394	9617.7	36.4	75.0	57.5	6.4	2.9
①	規定孔(1次孔)	384	6833.7	38.7	45.2	32.0	5.7	2.6
②	規定孔(2次孔)	664	3552.7	32.6	38.5	23.0	4.1	2.2
③	規定孔(3次孔)	875	839.3	12.8	21.6	12.4	3.4	1.9
④	追加孔(4次孔)	122	95.4	6.8	7.8	7.3	2.8	1.6
C	チェック孔	294	17.1	3.5	5.4	4.1	2.2	1.4

次数別セメント注入量非超過確率図

5. 効果の判定

5. 1 効果の判定

判定指標、判定基準、
改良効果分析による注入孔の省略

5. 2 チェック孔

カーテングラウチングの改良効果

5. 3 試験湛水

5. 1 効果の判定

5. 1. 1 効果の判定指標

目 的 別

遮水性の改良

- ・ルジオン値

弱部の補強

- ・ルジオン値のみ
- ・ルジオン値＋単位注入セメント量

5. 1 効果の判定

5. 1. 2 効果の判定指標

(1) 全体評価

大部分の注入孔で**改良目標値**が達成されていること



非超過確率
により評価

※追加孔の評価には要注意

(2) 局所評価一その1

改良目標値に達していないステージが連続して存在しないこと



中央内挿法
により評価

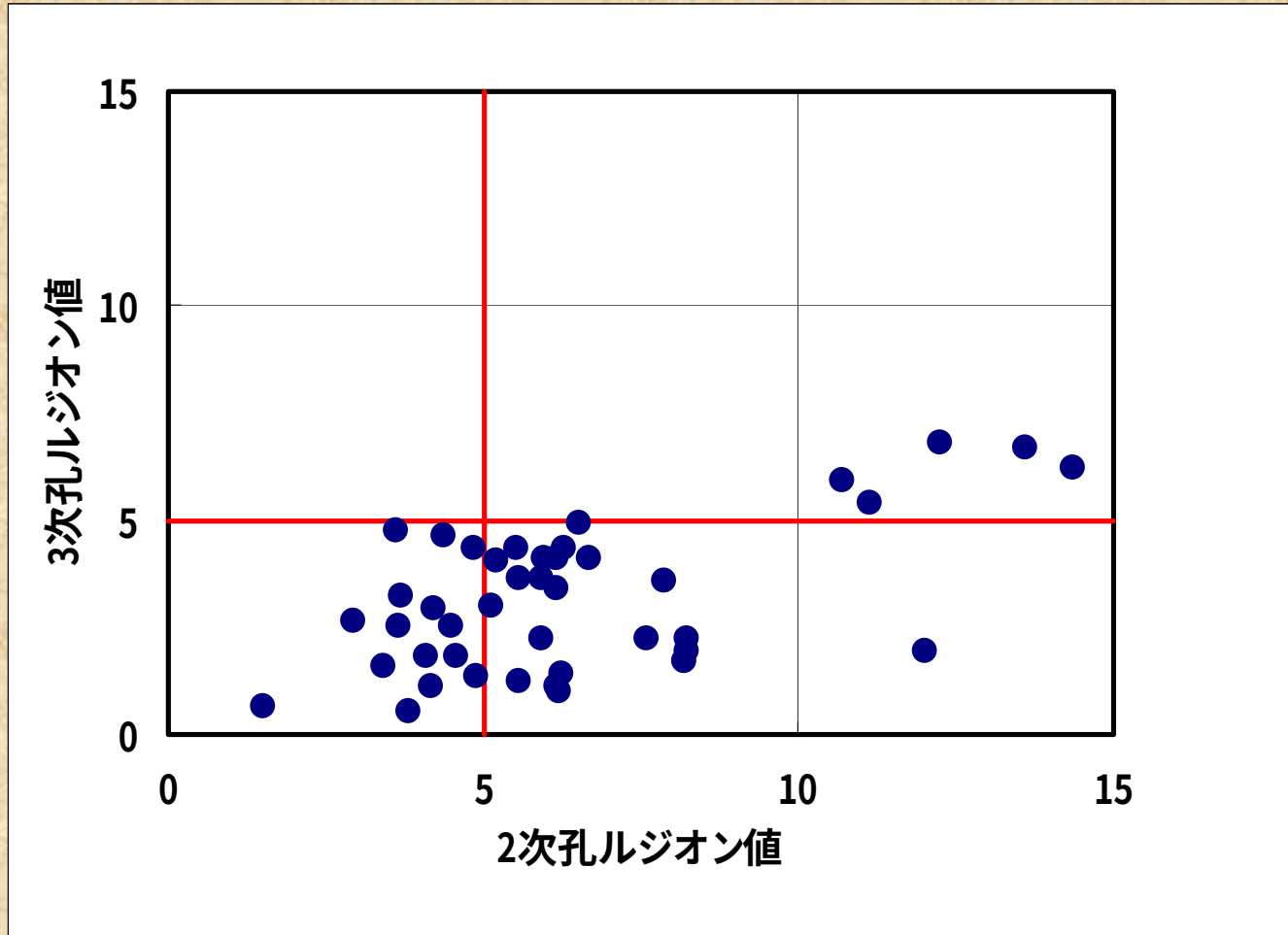
(3) 局所評価一その2

改良目標値に大きく及ばないステージが存在すること

5.1 効果の判定

5.1.3 改良効果分析による注入孔省略

次次数孔のルジオン値の推定 (妥当性確認が必要)

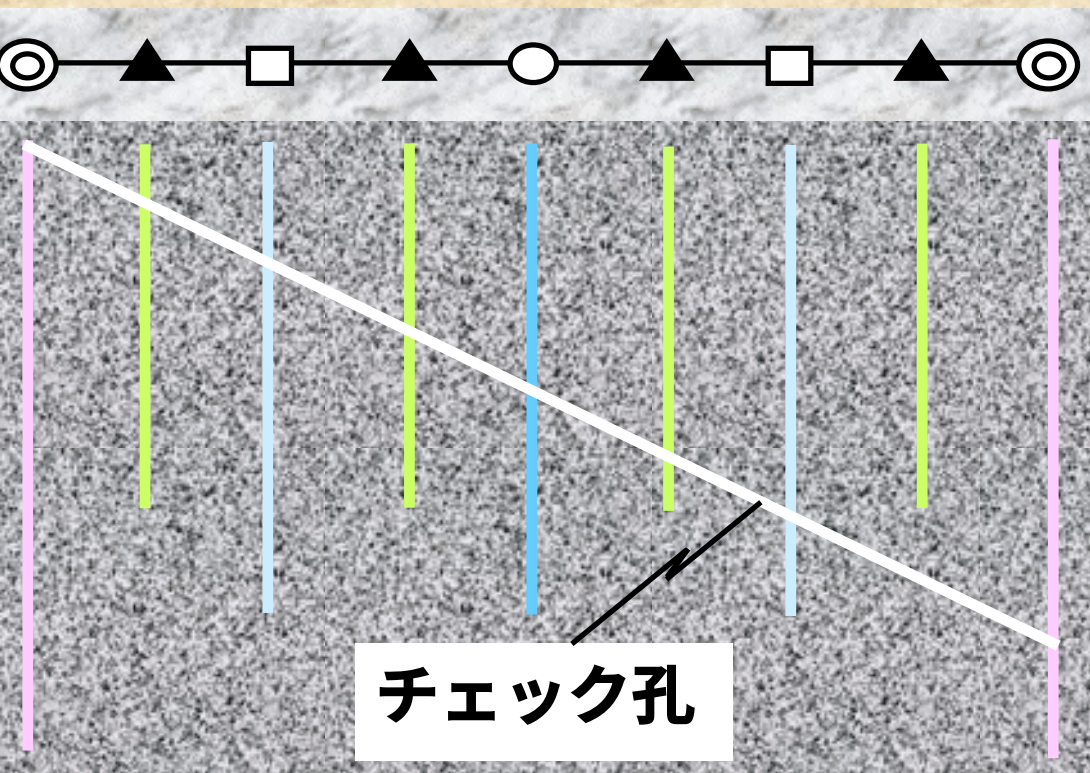


2次孔に対する3次孔のルジオン値

5.2 チェック孔

目的

カーテングラウチングの改良効果をチェックにおける
ルジオンテストで確認



- ◎ : パイロット孔
- : 規定孔 (1次孔)
- : 規定孔 (2次孔)
- ▲ : 規定孔 (3次孔)

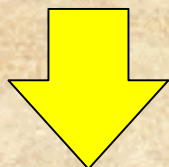
カーテングラウチング (単列) のチェック孔の例

5.3 試験湛水

目的

グラウチング効果の最終確認

- ・基礎排水孔または浸透流観測孔による浸透流計測
- ・間隙水圧計や周辺地山の地下水観測孔による計測
- ・堤体周辺および地山の巡視



グラウチングによる地盤改良効果を確認



基礎浸透がダムの堤体及び基礎地盤の安全性ならびに貯水機能に悪影響を及ぼす可能性があると判断される場合は、追加グラウチング、その他の漏水対策等の措置を講じる。

2.4 調査試験

2.4.3 グラウチングテスト

グラウチングの採否の判断が困難な場合には、
現地で**グラウチングテスト**を実施し、
その結果をもとに採否の判断を行う。