

新冠ダムの基礎グラウトについて

北海道電力(株)新冠建設所 次長 (正) 酒井 賢一
第一土木課(正) 〇 土田 征夫

1. まえがき

新冠ダムは高さ102.8m、堤頂長326m、体積307万 m^3 の中央式水壁型ロックフィルダムで、昭和46年10月本体盛立を開始して、昨年10月に終了した(写真-1)。新冠ダムにおいて実施された基礎グラウトのうち、とくにカーテングラウトについて概要を報告する。

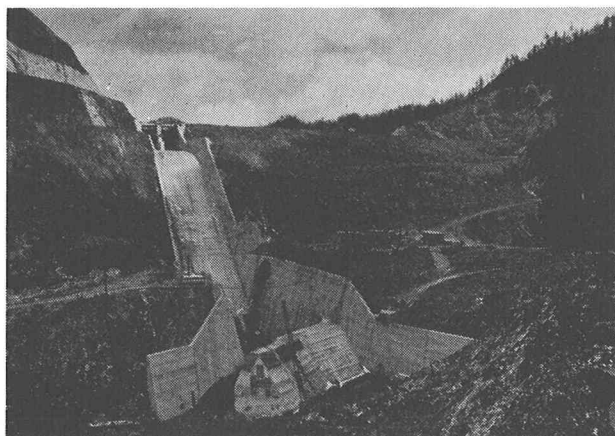
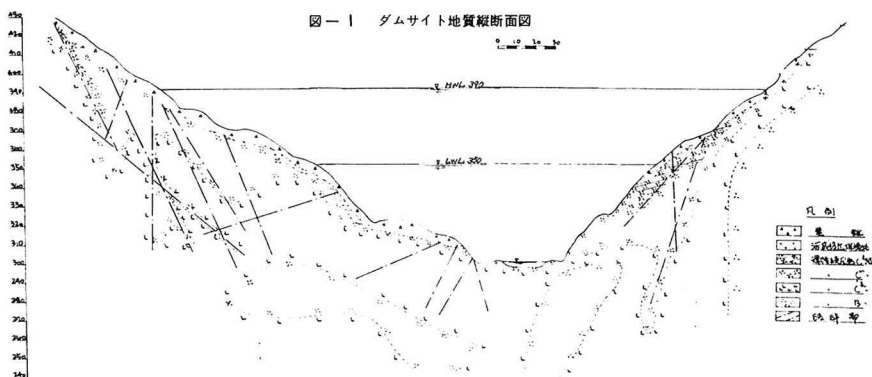


写真-1 新冠ダム全景(下流側より望む)

2. ダム基礎の地質

ダムサイトを構成する基岩は中世代ジュラ紀層に属する輝緑凝灰岩で、これを被覆して河成段丘および崖すいが形成されている。河成段丘堆積物は左岸ではダム軸上流に、右岸ではダム軸の下流に発達し、EL310~EL330mにわたって分布している。

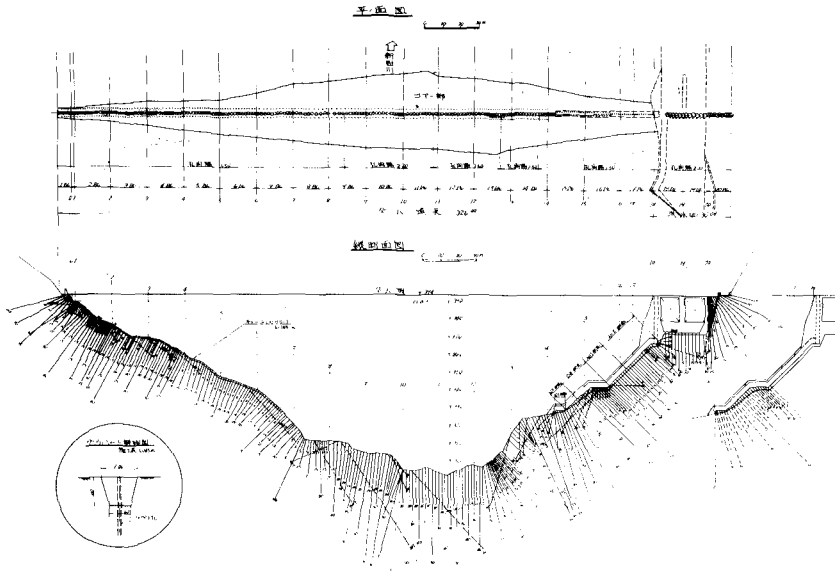
輝緑凝灰岩は暗緑色のものと暗赤褐色のものとの2種類が見られ、標高の低い部分に分布する硬質輝緑凝灰岩で帯青緑色を示し、しばしば方解石のバッチ(斑状方解石)を有している。この岩層中には川の流心にほぼ平行な(北西-南東/北東急傾斜および北東-南西/北西急傾斜)破碎帯およびシームが分布し、標高の低い部分は堅硬であるが、高くなるにつれて風化が進みきれつが多くなっている。基礎盤としては大部分がC_m級以上の硬岩であるが、右岸側の一部と左岸側の上部には数本の断層が見られる(図-1)。



3. カーテングラウトの設計

カーテングラウトの設計は調査段階における地質調査資料、調査ボーリングによる透水試験の結果およびグラウト

図-2 カーテングラウト一般図



ト試験の結果を検討して基本設計を定めた(図-2)。

3.1 グラウト孔の位置

グラウト孔の位置はしゅ水壁中央に1列とし、特に右岸の断層部(監査廊内の15B.Lおよび16B.L)に2列とした(図-3)。

3.2 グラウト孔の深さ

グラウト孔の深さは調査ボーリング孔で行なった透水試験結果(図-4)を検討して

$$d = H/2 \geq 10$$

ここに d : 孔深(m)

H : ダム高(m)

としたが、施工段階での透水試験、グラウト注入実績結果を検討してグラウト孔の深さを決めた。すなわち基本孔(パイロット孔)の孔深は河床で60m、両翼部で25m、30mとなった。またグラウト孔の方向はなるべく岩盤の節理やシームと多く交差するようにした。

3.3 グラウト孔の間隔

グラウト孔の間隔は地質調査および試験グラウトの結果から、堅岩部で2m、軟岩部で1.5mとした。さらに注入実績結果を検討して追加孔を実施した。

3.4 グラウトのステージ長と注入圧力

岩盤内には大きささまのきれつがあり、1つのきれつに対し

図-3 カーテングラウト孔の位置図

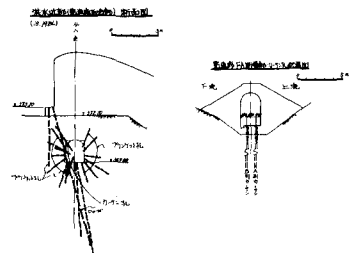
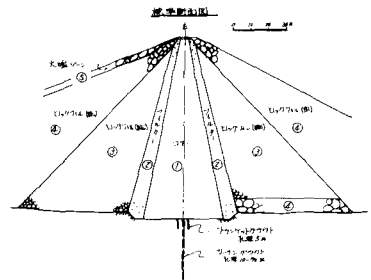
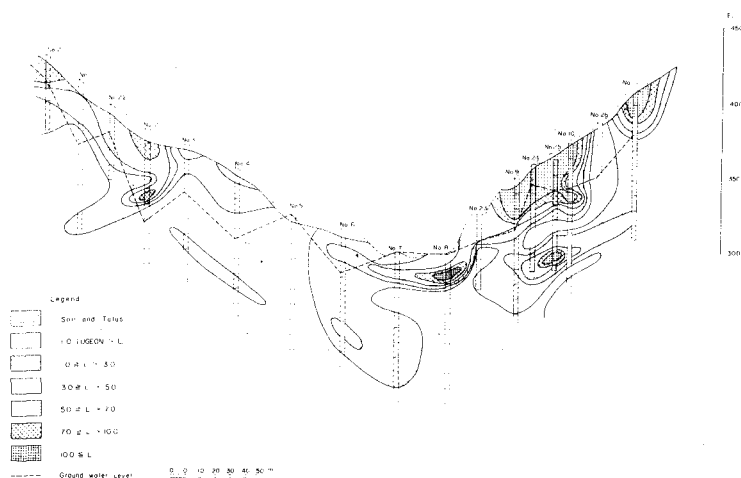


図-4 調査ボーリングによる岩盤の透水性



て1ステージとすることが理想的な考え方であるが、地質状況、透水試験結果にもとづき堅岩部と軟岩部との2種類に区別してステージ長を2、5、8、10 mとした。また注入圧力は圧力の増加により注入効果を増大させることが出来るが、過大な注入圧力は圧力の増加によって岩盤を持ち上げたり、構造物に有害な変形を生じさせるはならないし、ダム基礎として不必要な範囲までグラウトをすることになるので、各ステージごとに規定圧力を定めた(表-1)。

ステージ	1	2	3	4	5	6	7	8
SL 深 (m)	2~5	7~10	12~15	20~25	30~35	40~45	50~55	60
注入圧力 (kg/cm ²)	3~5	5~7	10~15	15~20	20~25	25	25	25

表-1 各ステージでの注入圧力

4. カーテングラウトの施工

4.1 施工概要

カーテングラウトは標準パターンによる孔延長が6.403 m、追加孔では6.74 m、チエツク孔では5.75 mで総延長7.652 mであり、使用セメント(高炉セメントB種)は154 t、注入時間は4100時間であった。ボーリング機械はロータリ式(UD-5)、グラウト用ミキサーは回転数160 r.p.m(MVM-5)、グラウト用ポンプは定吐出型を使用した。カーテングラウトの最盛期に稼動したボーリング機械およびグラウトポンプは各6台で、日最大施工数量は明り工事で孔長約80 m、監査廊で50 mであった。

4.2 注入方法

カーテングラウトは上下流のブランケットグラウトが12 m以上完了し、24時間以上経過した後に中央内挿法により実施し、相隣接するグラウト孔は

図-5 カーテングラウト施工順序

施工順序



	基本孔	三次孔	四次孔	二次孔	一次孔		チエツク孔				
スタンジ	a	d	e	c	d	b	e	d	c	d	a
1	/	4	/	3	4	2	4	3	4	/	1
2	4	5	/	4	5	3	5	4	5	/	2
3	3	4	/	5	4	2	4	3	4	/	3
4	(2)	(7)	/	(6)	(7)	(3)	(7)	(6)	(7)	/	(8)
5	(3)	(8)	/	(2)	(9)	(7)	(2)	(10)	(8)	/	(5)
6	(6)	(8)	/	(8)	(8)	(7)	(7)	(8)	(8)	/	(6)
7	(5)	(2)	/			(6)	(8)			/	(5)
8	(6)		/							/	(6)

() は 質量数 45.50 以下を示す。

() は 監査廊 EL.350 以下を示す。

5時間以上の時間差あるいは1ステージ差をつけて実施した(図-5)。

4.3 カーテングラウトの施工実績

4.3.1 透水試験結果および注入実績

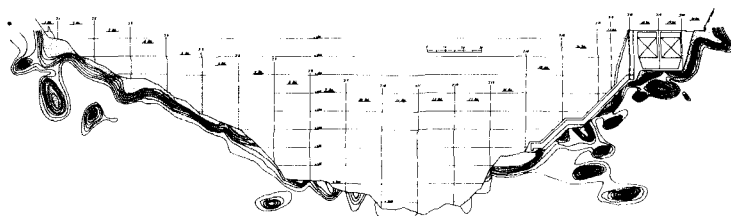
図-6のAは改良前ルジオンマップ、すなわち基本孔(a孔)および1次孔(b孔)によるルジオンマップであり、Bは改良後ルジオンマップ、すなわち3次孔(d孔)、4次孔(c孔)および4エック孔による注入前のルジオンマップである。改良後ルジオンマップはセメント注入前であるので、実際にはさらに改良されているものと考えられる。

図-7は単位セメント注入分布を示し、単位注入セメント量は平均で14.5 kg/mであった。

図-6のルジオンマップと図-7の単位セメント注入分布とを比較することにより、岩盤の透水性とセメント注入量との関係が明瞭である。

図-6 岩盤の透水性

A. 改良前



B. 改良後

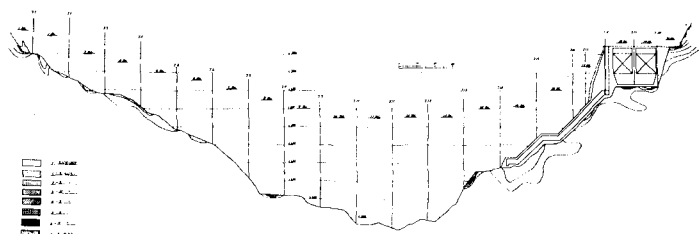
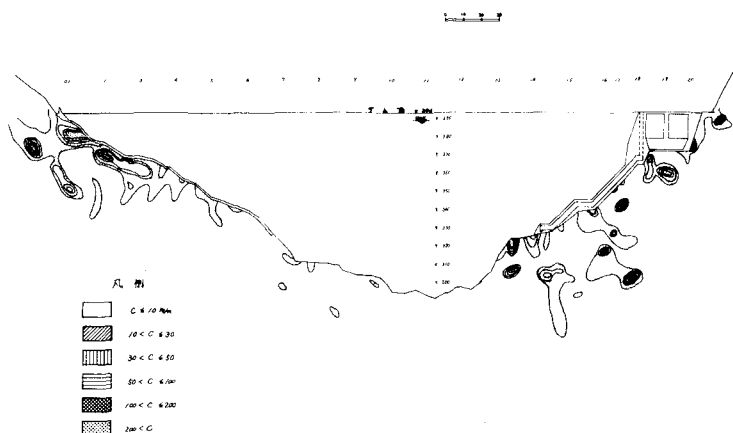


図-7 単位セメント注入分布図



4.3.2 グラウトの注入効果

チェック孔による透水試験結果および注入実績を表-2に示してあるが、3ルジオンを超える部分は全体の6%であった(チェック孔的な4次孔を含む)。一般的にロックフィルダムの目標ルジオン値を2~5ルジオン程度としていることを考えれば、当ダムでのカーテングラウトは目標通りに形成されているものと考えられる。

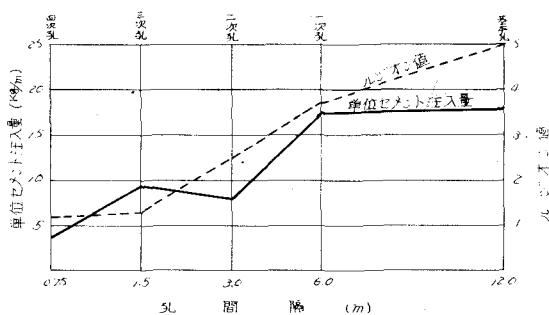
ゾ ー ン	延 長 (m)	平均ルジオン	3ルジオン以下 百分率 (%)	3ルジオン以下 百分率 (%)	ルジオンの最大値	単位注入セメント 量の最大値 (kg/m)
左 岸 (1~78L)	290	1.2	86	100	3.0	6.7
河 床 (8~148L)	230	0.8	91	91	4.1	8.6
監査廊 (15~178L)	105	1.6	76	95	3.2	9.4
洪水吐部 (18~208L)	55	1.3	82	91	3.1	7.6
計 平均	680	1.2	86	94	—	—

表-2 チェック孔における試験結果

ゾ ー ン	項 目	基本孔 a	1次孔 b	2次孔 c	3次孔 d	4次孔 e
左 岸 (1~78L)	注 入 長 (m)	305	285	175	515	275.5
	単位セメント注入量 (kg/m)	33.1	40.4	11.7	9.4	3.6
	ルジオン値	9.1	9.1	4.7	2.5	1.3
河 床 (8~148L)	注 入 長 (m)	598	425	795	795	145
	単位セメント注入量 (kg/m)	3.5	4.6	5.4	2.5	5.0
	ルジオン値	1.32	0.64	1.0	0.8	0.8
監 査 廊 (15~178L)	注 入 長 (m)	230	400	473	608	125
	単位セメント注入量 (kg/m)	33.2	8.7	8.8	5.7	2.6
	ルジオン値	5.1	2.0	1.7	1.2	1.2
洪水吐 (18~208L)	注 入 長 (m)	66	78	145	250	65
	単位セメント注入量 (kg/m)	9.7	51.3	9.9	20.1	3.3
	ルジオン値	4.4	3.1	2.5	1.8	1.1
計	注 入 長 (m)	1,199	1,188	1,788	2,228	610.5
	単位セメント注入量 (kg/m)	18.0	17.6	2.0	9.3	3.7
	ルジオン値	5.0	3.7	2.5	1.3	1.1

表-3 孔種別注入実績表

図-8 グラウト孔間隔における注入前透水性と単位セメント注入量



4.3.3 グラウト孔の間隔に対する検討

カーテングラウトの各孔種別の注入実績を表-3、図-8に示してある。この実績から河床部と洪水吐部で3次孔の単位セメント量が2次孔よりも大きくなっているが、4次孔で小さくなっている。これは3次孔で改良されていない部分に4次孔を追加したので、当然3次孔よりも4次孔の方が単位セメント量およびルジオン値が減少している。このことから当ダムで採用した孔間隔は妥当であったことを示すものと考えられる。

5. あとがき

新居ダムではカーテングラウト、ブランクットグラウト、FA断層処理グラウトおよびシーム処理などの基礎グラウト工事を実施した。今回はカーテングラウトのうち特に注入実績について述べたが、カーテングラウト工事は昨年の9月に終了したばかりで、未解析のものが多くあり、今後さらに検討していきたい。

参考文献

1. 新居揚水地点の地質について 電力中央研究所 1973.1
2. 藤井敏夫「奈川渡ダムの基礎グラウティングについて」大ダム No.57 1971.9
3. ダム基礎岩盤グラウティングの施工指針 土木学会 昭和47年制定