



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	石狩炭田における主要夾炭層岩石の強度試験結果について（第1報）：幌内層，幾春別層，幌加別層岩石の強度特性
Author(s)	木下，重教; Kinoshita, Shigenori; 石島，洋二 他
Citation	北海道大學工學部研究報告，90，11-21
Issue Date	1978-11-29
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/41507">https://hdl.handle.net/2115/41507</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	90_11-22.pdf



## 石狩炭田における主要夾炭層岩石の 強度試験結果について (第1報)

——幌内層, 幾春別層, 幌加別層岩石の強度特性——

木下重教 石島洋二 後藤龍彦 中村 章  
(昭和53年6月30日受理)

### Results of the Strength Tests of Rocks in Coal Bearing Formations in Ishikari Coal Fields (Part I)

—The Strength Characteristics of Horonai, Ikushunbetsu  
and Horokabetsu Formations—

Shigenori KINOSHITA, Yoji ISHIJIMA, Tatsuhiko GOTOH and Akira NAKAMURA  
(Received June 30, 1978)

#### Abstract

In order to investigate the strength characteristics of rocks in main coal bearing formations at Ishikari coal fields in Hokkaido, a series of strength tests of the rock samples taken from coal mines at those coal fields were carried out in our laboratory for last two years. The results will be reported dividing into two parts.

The present paper of Part I gives the experimental data concerning Horonai formation composed mostly of shale, Ikushunbetsu formation consisting of coal seams and various coal bearing rocks and Horokabetsu formation locating intermediately between Yubari and Noborikawa formation. The items of strength tests are uniaxial compression, tension and triaxial compression test.

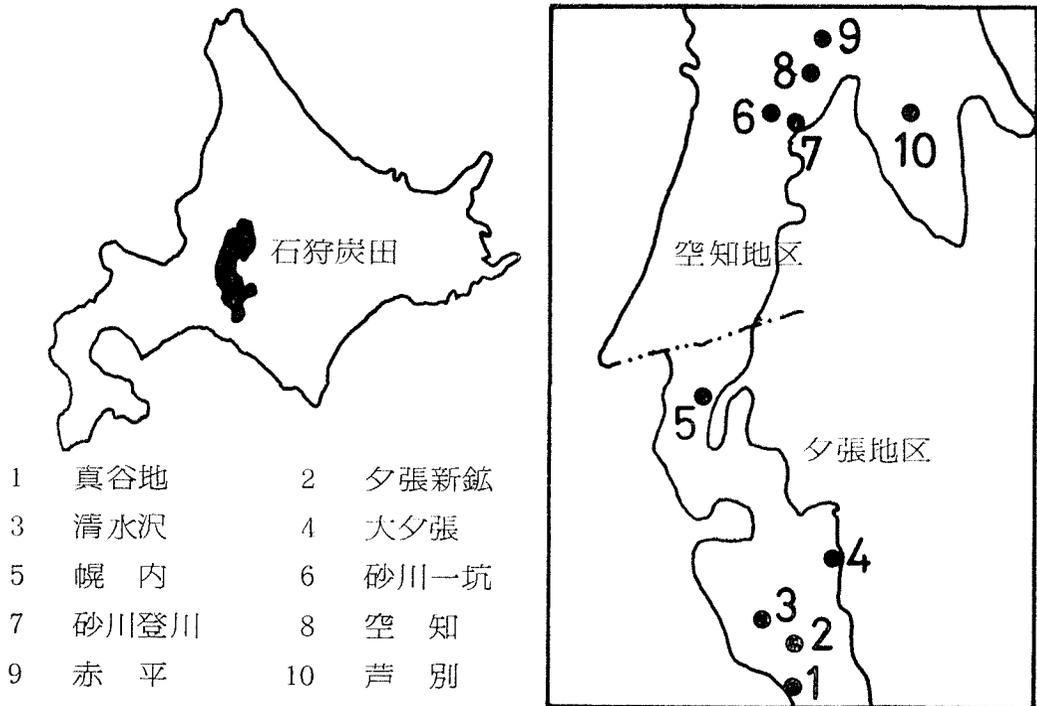
All the specimens were prepared from the boring cores obtained in coal mines by cutting and grinding in state of dry condition.

#### 1. 序

石狩炭田は北海道中央部山岳地帯の西方に広大な分布を示している。炭田の南北延長はほぼ90 km, 東西の中は北部で約25 km, 中部で約15 km, 南部において約4 kmとなっている(第1図参照)。地層は下位から白亜紀, 古第三紀, 新第三紀と続いており, 夾炭層は古第三紀の石狩層群に属し下部から登川層, 夕張層, 若鍋層, 美唄層, 幾春別層, 芦別層がある。

本炭田は岩見沢市東郊, 峰延山脈添いを通過する北北東性の一大衝上断層である奔別断層を境にして南北にわけられ, 本断層以北を空知地区, 以南を夕張地区と呼んで区別している。これは両者において堆積状況および地質構造に著るしい相違があるからである。

夕張地区では石狩層群中登川, 夕張および幾春別(幌内地区)層のみが存在し, その上部を極めて厚い頁岩からなる幌内層が覆っている。これに対して, 空知地区では, 夾炭層としては石狩層群の全層が存在するが幌内層は欠如または薄化している。また地質構造的には, 空知地区は断



第1図 石狩炭田概況図

層密度が高く急傾斜構造をなしているところが多いのに対して、夕張地区は過褶曲な衝上げ構造をなしているところが多い。これらの堆積および地質構造の違いは炭田開発技術にも反映し、坑内骨格構造、採炭法、坑道維持、保安対策等の面でそれぞれ独自の対応がなされている。

特に最近採掘区域が深部化したため、両地区を問わず地圧に対する対策が重点課題の一つとして取り上げられ岩盤強度や変形挙動に関する現位置調査が行なわれるようになった。しかし一方では地下深部の地圧現象のモデルおよび数値実験の構想も進められ、このために地下を構成する各種岩石の物性値を知る必要に迫られている。

当研究室では過去長期にわたって、石狩炭田諸炭鉱の岩石強度試験を行なってきた。これらの試験は岩石物性の基礎研究のためたまたま現場から採取した試料について行なったものが多く、系統的に行なったものは少ないが、測定例としてはかなりの数にのぼっている。したがって現段階で一応、過去の測定結果をまとめておくことは、今後試験計画を立てる上にもまた現状を知る上でも参考試料になるものと考え、ここに総括報告を行なうことにした。

試験項目は、一軸圧縮強度および引張強度（圧裂試験）が主体であるが、後半は三軸圧縮試験も相当数行なった。その他比重、弾性波速度等の物理試験も一部実施した。

一軸圧縮および引張試験は10tまたは50tの万能試験を使用し、三軸試験は圧力ベッセル（最大封圧2,000 kg/cm<sup>2</sup>）と200tプレスを使用した。また弾性波速度はソニックビューア（応用地質調査事務所製）を用い測定した。

岩石試料を採取した炭鉱および夾炭層は第2図○印で示した。図中斜線で示した地層は当該炭鉱において欠如している地層を示す。

なお本報告では、幌内層、幾春別層、幌加別層から採取した岩石試料の試験結果を記述し、その他の岩石試料については次報において述べることにした。

地質時代	炭田		石狩炭田									
			夕張地区				空知地区					
	層準	炭鉱名	夕張新鉱	幌内	清水沢	真谷地	大夕張	空知	赤平	砂川登川	砂川一坑	
新第三紀			川端層群	川端層								
	滝の上層											
	紅葉山層											
古第三紀	石狩層群	幌内層	○									
		芦別層										
			平岸層									
		幾春別層		○								
		赤平層										
		美バイ層								○	○	
			若ナベ層									
		群	上部									
			下部									
			夕張層	○								
			幌加別層	○								
白亜紀	エゾ層群	登川層								○		
		函ブチ層										
		浦河層										
		中川層										
		富良野層										

第2図 石狩炭田の地質および試料採取炭鉱

## 2. 幌内層岩石強度試験結果

幌内層は石狩層群を緩傾斜不整合に覆う厚層の海成層で、夕張地区炭田の過半を占め広く分布している。同層の厚さは南部穂別地区で約 900 m、夕張新炭鉱付近で 1,300 m、北部幌内地区で 1,800 m に達している。したがって夕張地区炭田の開発には、立坑にしても斜坑を設けるにしても、同層は必ず掘さくしなければならず、重要な地層である。

この層の強度試験用岩石試料は主として夕張新炭鉱のベルト斜坑から採取した。この斜坑は傾斜 16 度、総延長 3,154 m であるが、採取場所は坑口延長 750 m、950 m、1,400 m、1,570 m、1,720 m の 5 箇所からである。試験岩石はそれぞれの位置の坑壁から奥部 (3 m 以内) へ向けて作孔した岩芯を使用した (試料番号として、750 m 位置の試料は B 755 と表示)。また、上記

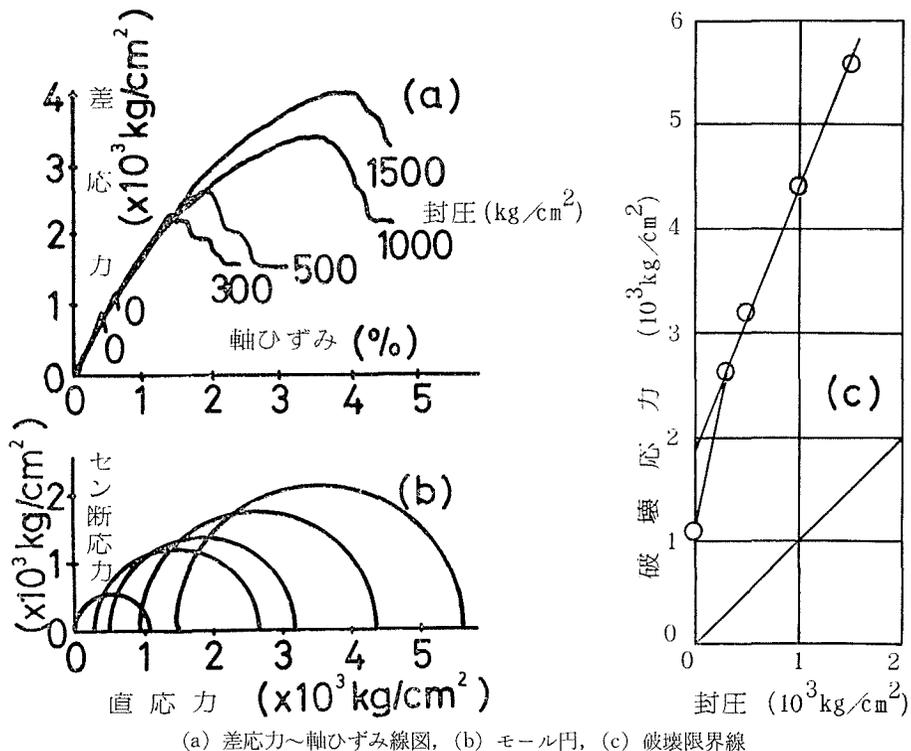
試料の他に沼ノ沢地表ボーリングの岩芯も一部使用した(試料番号 BA-1 とする)。これらの岩芯はすべて暗灰色で、比較的亀裂の少ない緻密な頁岩である。

採取試験片の成形は乾式で行なわれ、側面はグラインダーで仕上げ、端面は切断後研磨し円柱形に作成した。B 試料の一軸圧縮用供試体寸法は直径 55 mm、高さ 110 mm、BA 試料は直径 30 mm、高さ 60 mm を基準とした。また圧裂引張用供試体寸法は高さを直径の半分にとった。三軸圧縮試験は B 750 の供試体についてのみ行なったが、寸法は直径 30 mm、高さ 60 mm の円柱形である。強度試験に先立ち、岩石の物理的な測定を行なった。その結果、B 試料の見掛比重は 2.46~2.52 で平均は 2.49 であり、BA 試料の見掛比重、真比重、孔隙率はそれぞれ 2.43、2.63、7.6% であった。

第 1 表 (a) は一軸圧縮、圧裂引張強度試験の結果を採取場所ごとにまとめたもので、強度の最大、最小、平均ならびに変動係数および RQD が示されている。三軸圧縮試験は封圧を 0~1,500 kg/cm<sup>2</sup> の範囲で 5 段階に変化させ行なった。第 1 表 (b) はその結果を示した。ここで差応力とは軸応力と封圧の差、限界ひずみは破壊強度点における軸ひずみ、破断角は破壊面と円柱軸面のなす角、ヤング率は低応力直線部分の差応力~軸ひずみ曲線の接線をそれぞれ表わしている。第 3 図の (a) は各封圧に対する差応力~軸ひずみ曲線で、(b) は試験結果のモール円表示である。

試験結果を総括すると、一軸圧縮強度の平均は 630 kg/cm<sup>2</sup> で圧裂引張強度は 70 kg/cm<sup>2</sup> であった。これらの強度には頁岩特有のばらつきがみられる。しかし RQD 値は 45~66% を示し、頁岩としては高い。またヤング率も比較的大きな値が得られている。

三軸試験の結果から破壊限界線を求めると第 3 図 (b) のごとくであって、折れ線状の形状を



第 3 図 幌内層岩石の三軸試験結果

第1表 (a) 幌内層岩石の圧縮および圧裂引張強度

試料番号	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )				圧裂引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )				変動係数 (%)		RQD (%)
	個数	最大	最小	平均	個数	最大	最小	平均	圧縮	圧裂引張	
B 750	6	1,130	500	790	6	120	50	90	25	25	45
B 950	6	810	460	600	6	130	40	80	18	44	67
B 1400	6	750	490	620	6	70	30	40	15	33	66
B 1570	6	890	550	700	6	80	30	40	16	37	54
B 1720	6	680	270	520	6	90	50	70	31	23	
BA-1	3	570	480	520	2	96	90	90			

第1表 (b) 幌内層岩石の三軸試験結果

試料番号	封圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	破壊強度(差応力) (kg/cm <sup>2</sup> )	限界ひずみ (%)	破断角 (度)	ヤング率 (10 <sup>9</sup> kg/cm <sup>2</sup> )
B 750-1	0	1,100	0.47		2.25
B 750-2	300	2,370	1.42	26	2.00
B 750-3	500	2,710	1.91	27	2.12
B 750-4	1,000	3,400	3.68	27	1.82
B 750-5	1,500	4,110	4.11	29	1.88

呈する。このような破壊限界線については解折例があり、かぶり圧より大きな封圧下で得られた強度点については、次式の Coulomb-Mohr 条件式が適用できるとされている<sup>2)</sup>。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= A\sigma_3 + B \\ A &= (\sqrt{1+\mu^2} + \mu) \text{ あるいは } \mu = \frac{A-1}{2\sqrt{A}} \\ B &= 2S_c(\sqrt{1+\mu^2} + \mu) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここに、 $\mu$  は内部摩擦係数、 $S_c$  はある設定封圧下で岩石の孔隙がすべて閉鎖した時点での凝集抵抗である。本試験岩石試料については、 $A=2.44$ 、 $B=1,920 \text{ kg/cm}^2$  である。また、参考までに (1) 式より破壊のパラメータ  $\mu$ 、 $S_c$  を求めると、 $\mu=0.46$ 、 $S_c=615 \text{ kg/cm}^2$  が得られる。ただし、 $\sigma_1$  は最大主応力、 $\sigma_3$  は最小主応力 (封圧) を示している。

### 3. 幾春別夾炭層岩石強度試験結果

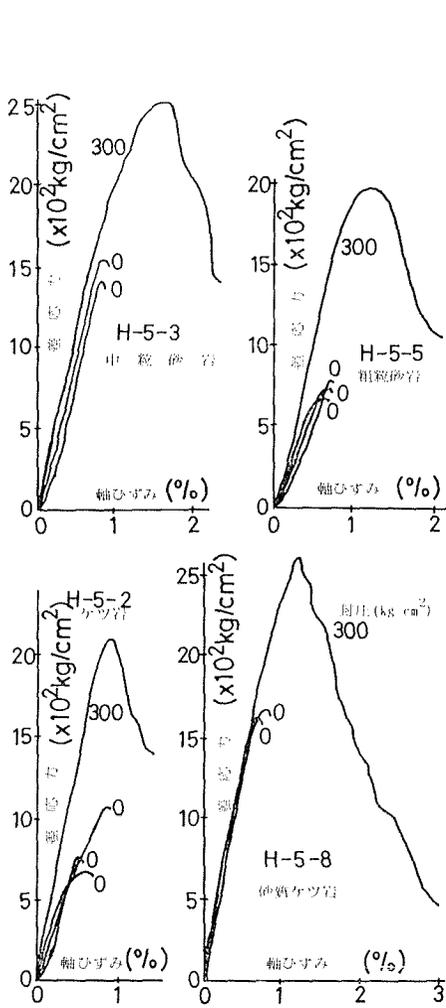
幾春別夾炭層は奔別、幌内地域において最も発達し、南方および東方に向かって本層自体が漸次

第2表 幾春別層岩石の採取箇所および物理的特性

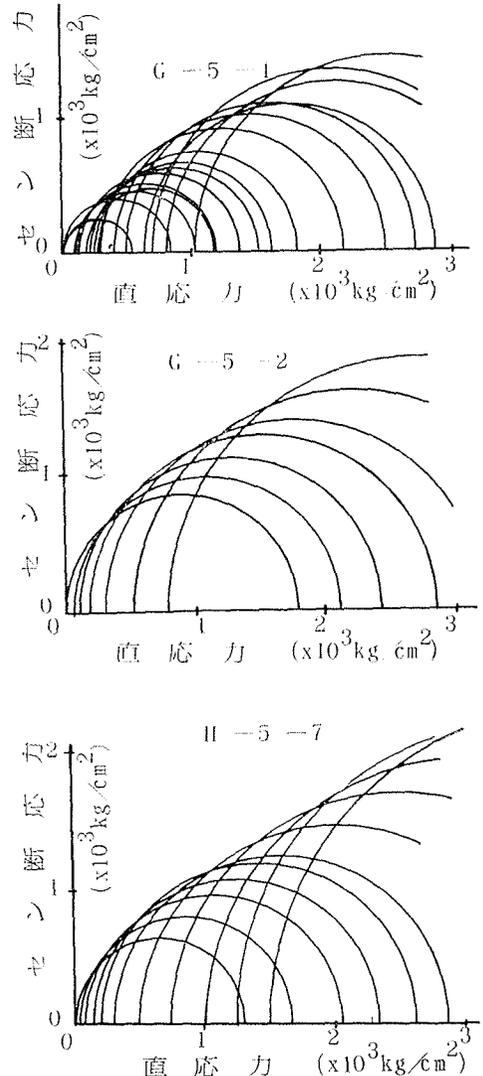
試料番号	採取箇所	岩種	真比重	見掛比重	孔ゲキ率
H-5-1	西部五片一層上盤	ケツ岩	2.63	2.43	7.6
H-5-2	西部五片一層下盤	ケツ岩	2.56	2.45	4.3
H-5-3	布引五片三層ロング上盤	中粒砂岩	2.56	2.50	2.3
H-5-4	布引五片三層ロング下盤	砂質ケツ岩	2.66	2.52	5.3
H-5-5	布引五片四層上層ロング上盤	粗粒砂岩	2.52	2.37	6.0
H-5-6	布引五片四層上層ロング下盤	炭質ケツ岩	2.41	2.25	6.6
H-5-7	西部五片五層第一ロング上盤	中粒砂岩	2.67	2.51	6.0
H-5-8	布引五片五層上層上盤	砂質ケツ岩	2.68	2.54	5.2
H-5-9	布引五片五層上層下盤	ケツ岩	2.71	2.56	5.5
H-5-10	西部五片五層上層下盤	ケツ岩	2.55	2.45	3.9
G-5-1	中央五片添立入	粗粒砂岩			
G-5-2	布引五片三層上層上盤	砂岩			
C-7-1	七片風道二番層二番上層間	淡灰色中粒砂岩	2.75	2.64	4.0

第3表 幾春別岩石の強度，変形特性

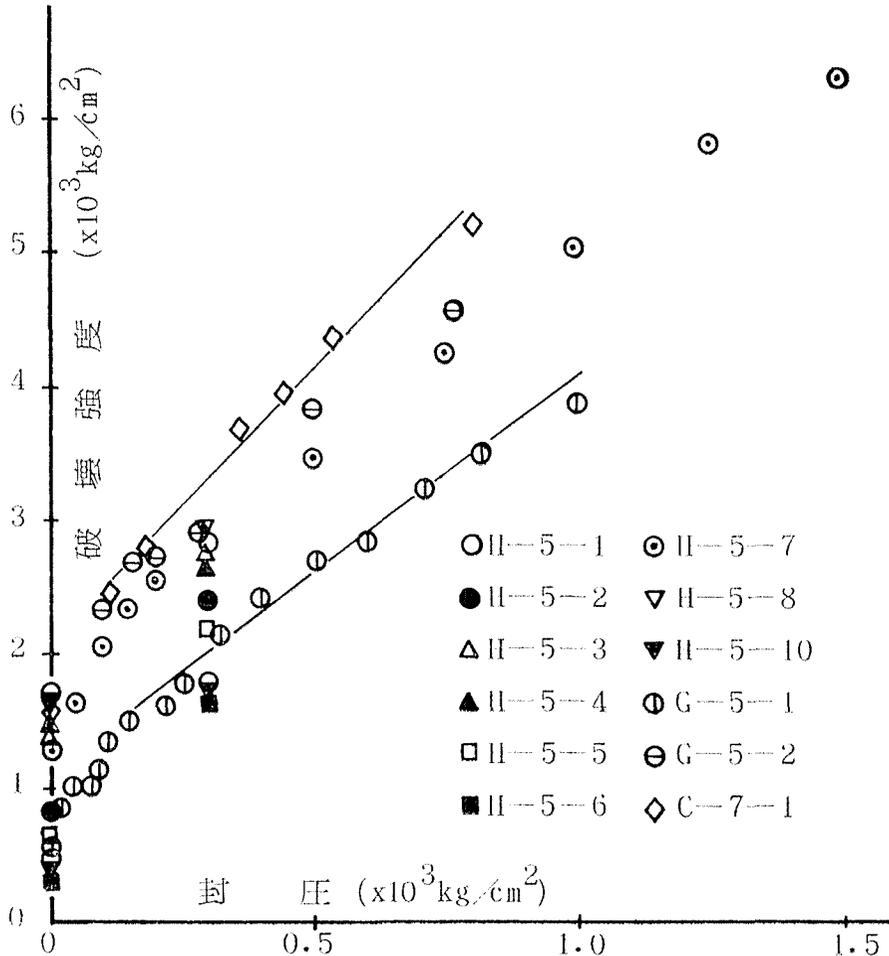
試料番号	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )				圧裂引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )				せん断強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	ヤング率 (10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup> )
	個数	最大	最小	平均	個数	最大	最小	平均		
H-5-1	3	570	480	520	2	100	90	90	110	1.14
H-5-2	3	1,190	630	850	4	170	30	100	140	1.47
H-5-3	3	1,530	1,450	1,500	12	160	80	130	270	2.15
H-5-4	2	1,780	1,290	1,540	4	130	60	90	260	2.14
H-5-5	3	660	600	630	12	60	30	50	100	1.09
H-5-6	2	400	300	350	1			30	60	1.61
H-5-7	3	1,530	1,160	1,310	12	100	60	80	210	2.59
H-5-8	2	1,640	1,640	1,640	5	180	100	130	300	2.85
H-5-10	2	570	440	500	3	80	40	60	100	1.18
G-5-1	8	760	490	600	5	50	20	30	90	
G-6-2	4	1,980	1,500	1,750	6			140	320	
C-7-1	5	2,300	1,300	1,650	17	190	70	130	280	



第4-a図 幾春別岩石の差応力～軸ひずみ線図



第4-b図 幾春別岩石のモール円



第4-c 図 幾春別岩石の破壊限界線

薄化する。同層は7枚の稜行炭層を有し層厚は270m前後、砂岩、砂質頁岩および頁岩の互層から構成されている。上部は厚い幌内層が被覆し下部は中川層からなっている(第2図参照)。

実験供試体は幌内炭鉱の13箇所から岩石ブロックで採取し、砂岩類はボーリングマシンにより円柱形コアを取り、所定寸法に整形して試験片を作製した。ただし頁岩はボーリングでは崩壊するので角柱試験片から乾式で整形した。一軸および三軸圧縮試験用試料は直径30mm、高さ60mmの寸法とし、圧裂引張試験用試験片は直径30mm、高さ15mmとした。第2表は採取箇所、岩種を示したものであり、各試験片には表に示すような試料番号を付した。なお同表には参考までにこれら岩石試料の物理的な性質も示しておいた。

第3表は一軸圧縮、圧裂引張強度の結果をまとめたものであるが、試験の結果からヤング率および三軸圧縮試験におけるモールの包絡線から推定した剪断強度も示した。ただしH-5-9の頁岩は亀裂が多く試験片の作製が不可能であった。また第4-a図は一軸圧縮および三軸圧縮試験でられた差応力～軸ひずみ曲線の代表例を、第4-b図は試料番号H-5-7、G-5-1、G-5-2の3種についてモールの破壊円を示した。三軸圧縮試験の結果からすべての試料について封圧と破壊強度の関係を一括図示したのが第4-c図である。砂岩類は概して直線上に配列するが、頁岩類はばらつきも多く試験数も少ないので明瞭な傾向はつかめなかった。

これらの試験の結果を総括すると頁岩類（炭質頁岩を含む）の一軸圧縮強度は平均  $560 \text{ kg/cm}^2$  であり、一方砂岩類は、中粒砂岩で  $1,550 \text{ kg/cm}^2$ 、粗粒砂岩で  $620 \text{ kg/cm}^2$ 、砂質頁岩は  $1,600 \text{ kg/cm}^2$  であった。一般に頁岩類は砂岩類に比べ整形不能が多く、かつ強度も小さかった。また砂岩類の中では粗粒のもの強度が一番小さかった。

第4-c 図の傾向から砂岩類の上限および下限の曲線を(1)式にしたがって直線近似すると次の関係式がえられる。

$$\text{上限 (C-7-1): } \sigma_1 = 3.45\sigma_3 + 2,540, \quad \text{下限 (G-5-1): } \sigma_1 = 2.49\sigma_3 + 1,410$$

また、それぞれの直線勾配から内部摩擦係数を求めると、 $\mu = 0.66$  (上限)、 $\mu = 0.47$  (下限) となる。さらに凝集抵抗 ( $S_c$ ) は上限では  $S_c = 683 \text{ kg/cm}^2$ 、下限では  $S_c = 448 \text{ kg/cm}^2$  と計算できる。

#### 4. 幌加別層岩石（幌加別頁岩）強度試験結果

幌加別層は登川夾炭層と夕張夾炭層の間に堆積した暗灰色ないし灰色の頁岩層で、層厚は場所によって異なるが、清水沢、夕張新炭鉱付近で  $100 \sim 150 \text{ m}$  に及んでいる。

夕張新炭鉱では、この層内に坑道を開さくし盤下先行方式を採用しているが盤膨れが著しく坑道維持にかなりの苦勞をしている。

採取供試体は2種類であり、1つは夕張新炭鉱開発に際して実施した地表からの試錐ボーリングでえた岩芯、他は夕張新炭鉱の西第一盤下立入から10尺層めがけて行なったボーリングの岩芯である。何れも試錐ボーリングでえられた岩芯を実験室に持ち帰り、整形し実験した。一軸圧縮用試験片の寸法は直径  $50 \text{ mm}$ 、高さは直径のほぼ2倍、圧裂用試験片は同じ直径で、高さは直径の約  $1/2$  である。試験片の数は約180個である。

第5図は当試験結果を総括し、一軸圧縮、圧裂引張強度の分布を示したものである。

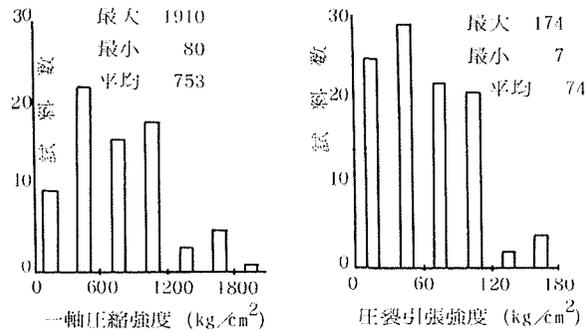
第6図は西第一盤下立入から斜上向に10尺層まで直径  $60 \text{ mm}$  で作孔し採取した全長約  $26 \text{ m}$  の岩芯を肉眼観察に基づいて、七略分類したものである。この場合、幌加別層は作孔長  $0 \sim$  約  $14 \text{ m}$  までの範囲である。図には参考までに試料番号および RQD の値も付記しておいた。全体として岩芯の RQD は低い。試料は変化に富んだ（色、亀裂、縞、含有物等が異なる）頁岩が主なため試験片は試料番号を付した比較的長いコアの部分を選び乾式整形によって作製した。すなわち側面はグラインダーにより直径  $25 \text{ mm}$  に仕上げ、両端面を切断し整形した。したがって一軸圧縮および三軸圧縮試験用試料寸法は長さを約  $50 \text{ mm}$ 、圧裂引張試験用試料は長さを約  $25 \text{ mm}$  とし実験に供した。供試体は自然状態で試験され、一軸、三軸試験では歪速度をほぼ  $5 \times 10^{-3} / \text{sec}$  に制御した。

第4表は本実験結果をまとめて示したものであり、封圧0は一軸圧縮試験を示す。この場合のヤング率は差応力～軸ひずみ曲線の最大ピーク値の割線ヤング率をとった。なお試験片の中には一見無傷のように見えても試験後に潜在亀裂面および砂粒や石炭等の含有物を含む面から破壊が生じている例がいくつかあった。これらについては第4表の備考に記述した。

第7-(a) 図および (b) 図は各試料番号に基づき、同類と思われる試験片グループについて差応力～軸ひずみ曲線ならびにモール円を例示したものである。また第8図は封圧と強度の関係を表わしている。非常にばらつきが多く特定の関係は見出し難い。これは幌加別層そのものが場所的に性質にむらがあるためと思われる。

最後に本試験結果を総括するとつぎのごとくである。

(1) 地表からの試錐で得られた岩芯を供試体とした試験では第5図に示すように強度がかなり



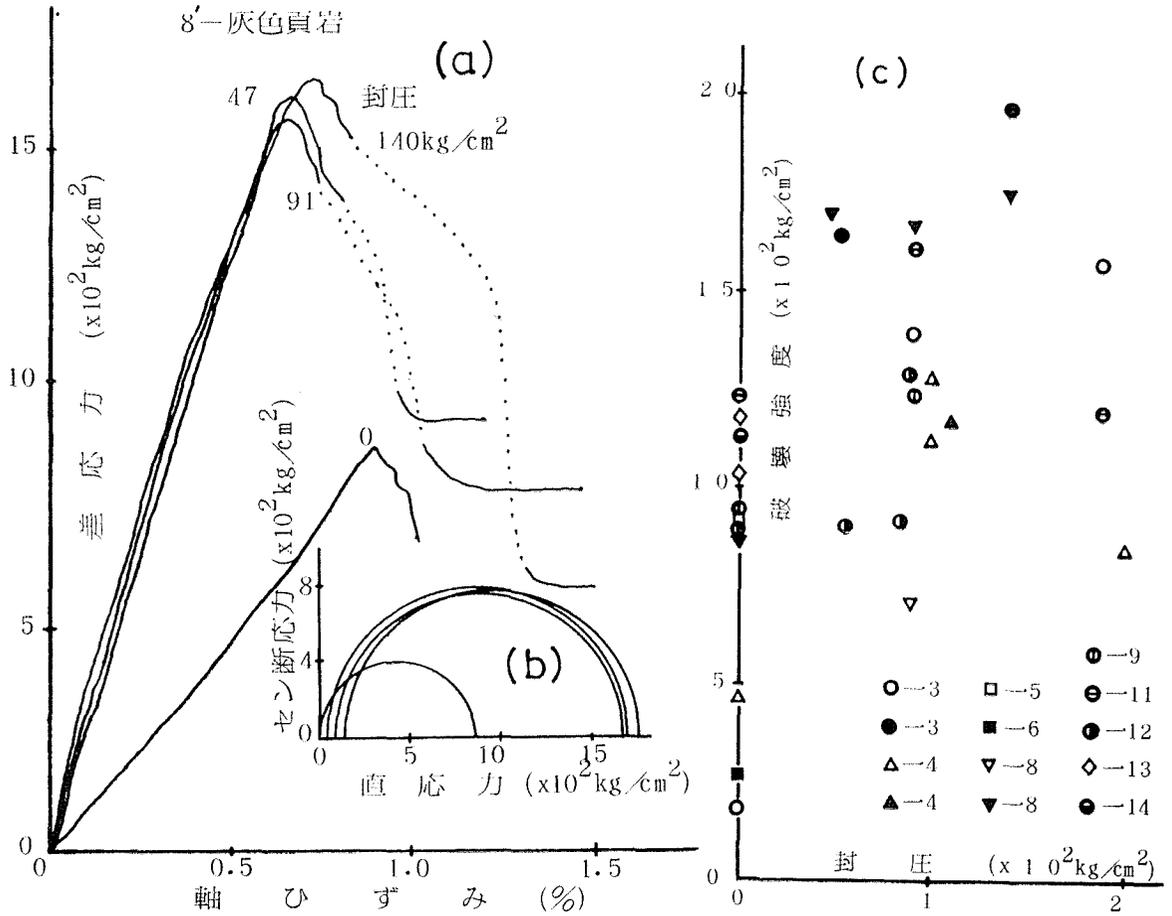
第5図 幌加別頁石の強度分布 (試錐ボーリング)

第4表 幌加別頁石の岩石試験結果 (西第一盤下立入)

試料番号	P波速度 (km/sec)	封圧 (kg/cm²)	破壊強度 (kg/cm²)	限界ひずみ (%)	ヤング率 (10 <sup>9</sup> kg/cm²)	破断角 (度)	内部摩擦角 (度)	圧引張強度 (kg/cm²)	備考
3-a	2.77	95	1,389	1.13	1.15	35	20	92	弱面から破壊
3-b	2.77	188	1,568	1.58	0.83	21	48		
3-c	2.77	278	2,018	0.76	2.29	30	30		
3-d	2.92	0	180	0.43	0.42	25	40		
3-a'	3.06	139	1,959	0.49	3.71	29	32		
3-b'	3.47	51	1,641	0.81	1.96	24	42		
4-a	2.52	100	1,120	1.11	0.92	31	28	114	弱面から破壊 弱面から破壊
4-b	2.64	0	470	0.58	0.81	20	50		
4-c	2.17	200	840	2.45					
4-e	2.23	100	1,276	1.03	1.14				
4-b'	3.26	110	1,170	0.76	1.40				
5-a	2.29	0	920	1.35	0.86	25	40		
6-b	3.13	0	270	0.40	0.86	4	82		弱面から破壊
8-a	2.60	89	709	0.78	0.80	21	48	65 151	
8-a'	2.94	0	864	0.92	0.94	28	34		
8-b'	3.03	140	1,746	0.66	2.43	25	40		
8-c'	3.11	91	1,681	0.70	2.26	26	38		
8-d'	2.89	47	1,697	0.75	2.20	17	56		
9-a	2.89	0	924	0.95	0.97	28	34		
9-b	2.80	91	1,237	1.05	1.09	31	23		
11-a	3.88	0	1,230	1.22	1.01	34	22		弱面から破壊
11-b	3.57	90	1,604	0.69	2.19	33	24		
11-c	2.84	188	1,192	1.34	0.75	36	18		
12-a	2.53	54	904	0.83	1.02	20	50		内部に介在物
12-b	2.53	0	900	0.98	0.92	42	6		
12-c	2.66	83	913			23	44		
12-d	2.66	88	1,288			38	14		
13-a	3.32	0	1,180	0.84	1.40	23	44		
13-b	3.15	0	1,030	1.00	1.03	25	14		
14-a	3.67	0	1,130	0.83	1.36	29	32		

地層	幌 加 別 層														夕 張 キ ヲ ウ 炭 層											
作孔長 (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
RQD (%)	12.5	0	12	39	10	10	10	10	13	0	37	40	53	10	15	0	17	0	0	0	0	0	0	0	34	47
岩 種	薄灰色頁岩			灰色頁岩	暗灰色頁岩			灰色頁岩	薄灰色頁岩	コア未回収	細粒砂岩	薄灰色頁岩			微細砂岩	薄灰色頁岩	薄灰色頁岩	石炭・炭質頁岩・含バイ 10 尺下層							粗粒砂岩	黒色頁岩
試料番号			3	4	5	6		8	8'	9		11	12	13	14	15		17							24	25

第 6 図 幌加別層のボーリング柱状図



(a) 差応力～軸ひずみ線図, (b) モール円, (c) 破壊強度と封圧の関係

第 7 図 幌加別層岩石の三軸試験

ばらついているが、その全平均は一軸圧縮強度  $753 \text{ kg/cm}^2$  (最大  $1,910 \text{ kg/cm}^2$ )、圧裂引張強度  $74 \text{ kg/cm}^2$  (最大  $174 \text{ kg/cm}^2$ ) である。

(2) 夕張新炭鉱西第一盤下立入から採取した岩芯を供試体とした試験では、RQD は平均 17% (最大 39%) と低い値を示したが、試験片作製可能であったコアについて行なった強度試験結果は、一軸圧縮強度平均  $787 \text{ kg/cm}^2$  で地表試錐の岩芯試験とほぼ同じ値が得られた。しかし潜在弱面から破壊したとみられる試験片では  $180 \sim 470 \text{ kg/cm}^2$  で強度は低下した。

(3) 夕張新炭鉱第一盤下立入で採取した岩芯については、三軸圧縮試験も実施したが、第 8 図

に示すごとく測定値のばらつきが多く、封圧と破壊強度に関する特定の関係は見出し難かった。

(4) 地表からの試錐による岩芯については、場所、深度を異にする数本以上の試錐から、かなり多数の試験片を作製して試験したものであるが、西第一盤下立入で採取した岩芯の試験は、1本のボーリングコアによる試験である。したがって幌加別層の強度としては地表試錐コアによる試験結果の方が代表的であると考えられる。しかしこの場合は岩質、色調など試験片の識別は行なっていないこと、新炭鉱の現在の採掘区域以外の場所の幌加別層も含まれていることなどのために、地圧現象で盤ぶくれと関連づけて幌加別層の特徴を明らかにするには概査の域を一步も出していないように思う。故に今後、岩石試験結果を現実の問題と結びつけるためには坑内ボーリングによる試料についてさらに試験を積重ねる必要があると考える。

## 5. む す び

以上幌内層、幾春別層、幌加別層岩石の強度試験結果について述べたが、他の夕張層、登川層、美唄層岩石の試験結果については第2報で行なう。なお文献についても第2報に一括掲載するので御了承されたい。