炭壁圧出区域の異常地圧と放圧ボーリングの効果*

——炭層の山はねに関する研究(第4報)——

菅 原 勝 彦¹

木 村 治²

1. 緒 言

山はねやガス突出のような異常な破壊現象には地殻運動に起因する異常な地圧あるいは褶曲地帯や断層付近に残留する地圧が関係していることが多いといわれてきた。しかし、第1報に詳述した地質構造から判断して四山鉱上層の炭壁圧出区域に地質構造的な異常地圧が残留しているとは考え難い。

そこで、筆者らは、炭壁圧出区域で初期応力測定を試みるとともに、炭層中にボーリングし、その際得られる緑粉量および孔内破壊音を計量して、炭壁圧出の原因となつた異常地圧の特徴を調査するとともに、その原因を種々検討してきた。また、炭層ボーリングによる放圧効果について実験的検討を進めてきた。その結果、採掘空洞周辺に発生している異常地圧分布の特徴と放圧ボーリングの効果について、2, 3の知見を得たので以下に述べる。

2. 初期応力状態の検討

初期応力測定はFig. 1に示

すように西6片で採掘が進められていた昭和53年10月に、西7片のボーリング座で実施した。天盤中に2方向からボーリングし、炭壁から水平に4~9m、炭層から上方に2~4mの均質細粒砂岩中で、8素子モールドゲージを用いて孔底ひずみ状態を応力解放法により計測した。¹⁾²⁾ 測定された孔底ひずみおよびこれらから弾性理論により分析した初期

Fig. 1 Pre-mining stresses in the coal burst area in Miike mine measured by the stress-relief technique. (a) Eight gauges, A ~ H, affixed on the bottom surfaces of boreholes in the roof-sandstone and the measured strains in 10^{-6} . (b) Relations among the three co-ordinates. (c) Pre-mining stress condition analyzed by the use of the elastic relations between the three dimensional initial-stresses and the strains on the bottom surfaces of boreholes.

応力状態は同図に示すように、最大主応力 σ_3 の方向は鉛直方向に近く、21MPaで、鉛直方向の直応力 σ_z は推定かぶり重量圧16MPaより幾分大きく、水平方向の二つの直応力の和にほぼ等しいとの結論を得た。したがって、炭壁圧出区域の初期応力が異常なものであつたとは考え難く、緩傾斜した夾炭層の単調な地質的構造からみて納得できる初期応力状態と思われるが、各地の測定例と比較しながら、その特徴を検討してみるとつぎのようである。

初期応力に関しては、Kühnの仮説がよく知られている。

* 1980年3月28日受理

1. 正会員 工博 熊本大学助教授、工学部資源開発工学科

2. 正会員 三井石炭鉱業株式会社保安部

No.	Geological conditions		Results obtained			Reporter	Remarks
	Depth(m)	Kind of rock	Vertical normal stress σ_V (MPa)	Horizontal normal stresses			
				σ_{H1} (MPa)	σ_{H2} (MPa)		
1	107	Amphibolite	3.3	2.9	3.0	Merrill ³⁾	Determined by the variations in borehole diameters
2	254	Granite	6.3	2.8	3.0	Obert ⁴⁾	
3	700	Limestone	24.5	23.8	45.5	Obert ⁴⁾	
4	270	Limestone	6.4	4.0	6.3	Wisecarver ⁵⁾	
5	300	————	10.9	9.7	12.5	Hobbs ⁶⁾	
6	277	Granite	5.7	3.1	8.9	Hiramatsu ⁷⁾	
7	225	Limestone	4.8	0.2	11.1	Sugawara ⁸⁾	Determined by the strains on the bottom surfaces of boreholes
8	330	Limestone	9.6	0.0	36.6	Sugawara ⁸⁾	
9	502	Sandstone	16.2	15.2	18.8	Sugawara ⁸⁾	
10	667	Shale	20.6	20.9	30.8	Sugawara ⁸⁾	
11	1300	Sandstone	37.6	37.1	38.7	Sugawara ⁸⁾	
12	264	Tuff	5.7	4.8	6.9	Kameoka ⁹⁾	
13	281	Granite	8.3	4.7	6.2	Kameoka ⁹⁾	
14	312	Tuff	10.6	10.7	35.6	Kameoka ⁹⁾	

これは、地盤を弾性体と仮定し、地盤の単位体積重量を γ 、深度を z とすると鉛直方向の直応力 σ_V が $\gamma \cdot z$ に等しく、水平方向の直応力 σ_H は地盤のポアソン比 ν に関係し、 $\nu/(1-\nu) \cdot \gamma z$ で与えられるとするものである。Table 1に示した各地の測定例をみると σ_H についてこの仮説に合うものは少ない。その理由は地盤の粘性¹⁰⁾や地殻運動¹¹⁾が考慮されていないためであろう。いま、地球の中心を原点とする球座標 r （半径方向）、 φ （子午面間の角）、 θ （天頂角）における、半径方向の釣合い式を書くつぎのようである。

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial \tau_{r\varphi}}{\partial \varphi} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{2\sigma_r - \sigma_\varphi - \sigma_\theta + \tau_{r\theta} \cot \theta}{r} + F_r = 0 \quad \dots (1)$$

ここに、 F_r は体積力の r 方向成分である。地表に近い部分では σ_r は被り重量圧に等しいと考えると、

$$\sigma_r = \gamma \cdot z \quad \dots (2)$$

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + F_r = 0 \quad \dots (3)$$

が成立する。さらに、地形の影響が無視できるような状態では σ_r は一つの主応力と見なせる。すなわち、 $\tau_{r\varphi} = \tau_{r\theta} = 0$ が成立する。したがって、(1)式は、

$$2\sigma_r - \sigma_\varphi - \sigma_\theta = 0 \quad \dots (4)$$

となり、地殻運動や地形の影響のないとき、地盤の力学的性質とは無関係に、初期地圧の水平方向の直応力の平均値 $\sigma_H = (\sigma_\varphi + \sigma_\theta)/2$ と鉛直応力 σ_V との間に次式が成立することを示している。すなわち、

$$\sigma_V = \sigma_H \quad \dots (5)$$

Table 1の測定値について σ_V と z との関係を示すFig. 2のようであり、(2)式が確かに成立している。なお、同図

Fig. 2 Relation between the depth, z , and the normal stress in rock, σ_V , determined by the stress-relief technique.

Fig. 3 Relations between the vertical normal stress, σ_V , and the averaged horizontal normal stress, σ_H . (●): The relations between the stresses in Table 1, (○): The relation between the stresses in Fig. 1)

の白丸はFig. 1の解析値である。 σ_V と σ_H の関係はFig. 3の黒丸のようであり、 σ_V が9 MPa以下では $0.5 \leq \sigma_H/\sigma_V \leq 1.0$ 、 σ_V が9 MPa以上では、すなわち $z \geq 300$ mでは、 $1 \leq \sigma_H/\sigma_V \leq 2$ が成立している。同図には白丸でFig. 1の解析値を示したが、これは $\sigma_H = 0.5 \sigma_V$ の関係を満足し、Kühnの仮説に従えば $\nu = 1/3$ の場合に相当する。したがって、一般に深部では(5)式が成立するか、あるいは地殻運動の影響で水圧地圧が卓越することが多いのに、本測定結果にはこのような関係が見出せず、この意味では特異な例のように思える。しかし、もともと水平地圧が少なかつたわけではなく、長年に亘り広大な区域で採炭が行なわれ、広範囲に地盤が運動して水平地圧が解放されたためではないだろうか。

3. 炭層ボーリングの力学的検討

炭層に対してボーリングを行ない繰繰量を分析して炭層に作用する地圧の大きさを検討したり、地圧を解放しようとする試みはかなり古くから行なわれてきた。¹²⁾¹⁴⁾実際の炭層ボーリングの実験結果を示すまえに、地圧との関係を基礎的に検討してみることにする。

弾性論によると、上下盤と炭層とが同じ弾性を示すとき、水平な炭層に作用する地圧について、 $\sigma_x - \sigma_y = p_x - p_y$ が成立する。¹³⁾ここに、 σ_x および σ_y はそれぞれ炭層に作用する水平および鉛直応力であり、 p_x および p_y はそれぞれ水平および鉛直方向の初期地圧である。したがって、 $p_x = p_y$ のときには、炭層内の応力状態は常に静水圧的であり、掘の接近により静水圧の大きさが次第に増大することになる。¹³⁾そこで、一次近似的に、地圧が静水圧的であるとして、検

Fig. 4 (a) The schematic section of the borehole drilled in a high-pressure coal seam.
(b) The idealized section for analysis.

討を進めることにする。

いま、炭層を弾塑性連続体とすると、静水圧的地圧の大きさ p がある限度を越える領域にボーリングするとき、ボアホール周囲には Fig. 4 (b) のように同心円的な塑性域と弾性域とが生じると考えられる。しかし、実際の孔まわりの石炭は山はねの破壊を繰返して起こすことがあり、また、過度なせん断変形を履歴すると強度劣化し、自重の作用も加わって崩落するため、Fig. 4 (a) のような状況になることが観察されている。したがって、厳密には、破壊や強度劣化などを考慮すべきであるが、仮りに、塑性域の石炭がクーロンモールの式で示される強度応力状態にあつて、塑性変形するような連続体であると仮定して検討してみよう。このとき、塑性域の円周方向の直応力 σ_θ と半径方向の直応力 σ_r との間に、

$$\sigma_\theta = S_c + q \sigma_r \quad (6)$$

の関係が成立する。ここに S_c は 1 軸圧縮応力状態の降伏応力で、 q は定数で、内部摩擦角を ϕ とすると $q = \tan^2(\pi/4 + \phi/2)$ で与えられる。また、石炭中では、つねに力の釣り合い式

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0 \quad (7)$$

が成立する。ボーリングが完了すると $r = R_1$ で $\sigma_r = 0$ となるから、(6)、(7)式より、

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{S_c}{1-q} \left[1 - \left(\frac{r}{R_1} \right)^{q-1} \right] \\ \sigma_\theta &= \frac{S_c}{1-q} \left[1 - q \left(\frac{r}{R_1} \right)^{q-1} \right] \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

なる解を得る。一方、弾性域の応力は r が十分大きいとき $\sigma_\theta = \sigma_r = p$ であるとして、弾性論により、

$$\sigma_r = p - Br^{-2}, \quad \sigma_\theta = p + Br^{-2} \quad (9)$$

で近似できる。ここに、 B は未知定数である。塑性域と弾性域との境界 $r = R$ で、 σ_r および σ_θ が連続とすれば、 B および R はつぎのように求められる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{R}{R_1} &= \left[\frac{2(q-1)p + 2S_c}{(q+1)S_c} \right]^{\frac{1}{q-1}} \\ B &= \frac{(q-1)p + S_c}{q+1} \cdot R^2 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

したがって、 $p = S_c/2$ のとき $R = R_1$ となり、 $p \geq S_c/2$

Fig. 5 Relations between p/S_c and n calculated by eq. (14) and the relations between R/R_1 and p/S_c calculated by eq. (10).

のとき塑性域が発生することになる。

境界 $r = R$ における弾性変形は半径方向に生じ、その大きさ U_R は

$$U_R = \frac{2p - S_c}{q+1} \cdot \frac{1+\nu}{E} \cdot R \quad (11)$$

で与えられる。ここに、 E は石炭のヤング率、 ν はポアソン比である。いま、塑性域の石炭に体積変化がないものとすれば孔壁の半径方向変位 u は次式を満足する。

$$u = U_R \cdot R/R_1 \quad (12)$$

この場合、緑粉として孔外に排出される石炭の単位孔長当たりの容積 V はみかけの体積増加率を ρ とすると

$$V = 2\pi\rho \frac{2p - S_c}{q+1} \frac{1+\nu}{E} R^2 + \rho\pi R_1^2, \quad (p \geq \frac{S_c}{2}) \quad (13)$$

と書ける。上式の第 1 項は地圧の影響を示し、第 2 項は通常時の緑粉量を示すものと考えられる。したがって、緑粉量 V とその通常値 $\rho\pi R_1^2$ との比 n は

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{\rho\pi R_1^2} \\ &= 1 + 2 \frac{2p - S_c}{q+1} \frac{1+\nu}{E} \left[\frac{2(q-1)p + 2S_c}{(q+1)S_c} \right]^{\frac{2}{q-1}} \end{aligned} \quad (14)$$

と書ける。いま、 $\nu = 0.3$ とし、 $k = E/S_c$ および q の値を種々にとつて n と p/S_c の関係および R/R_1 と p/S_c との関係を示すと Fig. 5 のようであり、これらの関係は $k = E/S_c$ よりも q に強く支配されている。

試算例によると、 p/S_c がある値を越えるまで、 n の増加率は p/S_c のそれより少ない。したがって、この範囲では n の値から地圧の大きさを判断するのは実際上難しいと思われる。しかし、 p/S_c がある値を越えると p/S_c の増加率よりも大きな割合で n は増大し、この範囲では、緑粉量測定が地圧の推定に役立つと考えられる。このような臨界の点を同図に白丸で示した。したがって、臨界点の n の値 n^* を基準として、これより n が大きいとき、その領域にある限度を越すような地圧が作用していると判断するのが合理的であり、地圧の大きさは石炭の強度特性を考慮して判断すべきであると言えよう。

ところで、ボーリングによつて炭層地圧が解放される範囲、すなわち放圧範囲は、Fig. 5 の半径 R によつて判断す

ることができよう。炭丈に比して R がある限度を越すまでになれば、上下盤から炭層に作用している地圧を解放することができ、採掘などの影響で再び上下盤が互いに接近して炭層を圧縮するときでも炭層が弛緩した割合だけ、ここの圧力上昇が減少し、異常破壊の防止に役立つと考えられる。このような目的で一定の間隔に実施するボーリングを以下では放圧ボーリングと呼ぶことにする。Fig. 5の試算によると R/R_1 は p/S_0 にほぼ正比例し、比例定数は q によつて著しく異なる。したがって放圧効果を高めるには R_1 すなわち穿孔径を大きくすると有利であり p/S_0 が適当に大きい炭層でないと当然放圧できないが、さらに、興味深いことは、 q の値すなわち内部摩擦角 ϕ を低下させれば放圧効果が飛躍的に増大すると考えられることである。

4. 炭層地圧分布の検討

西4片坑道から実施した炭層ボーリングの結果を検討する。ボーリングは湿式で、 $\phi 100$ mmのビットを用いた。なお、 $\phi 90$ mm、ピッチ150 mmのスパイラル付の $\phi 50$ mm ロッドにより緑粉の排出を助けた。ボアホールの容量は約8 l/mであるが、通常でも、孔壁がくずれて孔径が幾分拡大し、またみかけ体積が増加するために、緑粉量は15~40 l/mとなる。

地圧が高いと思われる所では、予想通り緑粉量が増加し、その大半は大豆大のものであつた。しかし、孔内破壊音の度に、粒径が大きくなる傾向があり、粒径20 mm 程度の大粒の緑粉まで生じた。孔内破壊音は耳にはつきり聞えるものが1 m当たり最高11回観測され、緑粉量は20 m穿孔で18,480 l、1 m当たり924 l、通常値の23~62倍にまで達することがあつた。これは直径108 cmの円筒状空洞の容積に相当する。この例でもわかるように、一般に、緑粉量は孔内破壊音の回数にほぼ比例して発生する。

払を停止して実施した20本の炭層ボーリング

Fig. 6 Results obtained by the test drilling
(a) The distribution of the volume of drillings near the rise-side level entry.
(b) The distribution of the rock noise reached our ears during the test drilling.

の結果を整理してみると Fig. 6 (a)および Fig. 6 (b)のようである。Fig. 6 (a)は穿孔1 m当たりの緑粉量の等値線を、Fig. 6 (b)は穿孔1 m当たりの孔内破壊音回数の等値線をそれぞれ平面上に描いたものである。

いま、緑粉量および破壊音回数の大小が地圧の大きさを反映すると考えるとつぎのようなことがいえる。まず、私の肩側坑道から5~20 mの帯状区域に著しい応力集中が存在する。これはすでに肩側が採掘されて、この帯状区域に支台圧が作用しているためであると考えられる。つぎに、私から30 mの範囲にも地圧の高い帯状区域が存在し、私の接近に伴う地圧増加が、私前方80 mまでの肩側帯状区域に著しいことが読みとれる。

上述した炭層地圧分布は、それぞれの炭層内の位置と採掘域の幾何学的関係とから納得のできるものである。炭丈 M を尺度としてみると前片私の払跡の縁辺部では10~11 M の範囲に、採掘中の私前方では15~17 M の範囲にそれぞれ高い地圧が生じる。また、両者の重なる肩部では私前方45 M までの範囲に帯状に異常に高い地圧領域が生じる。

結局、初期地圧測定結果を考慮に入れると、鉛直地圧が卓越し、その大きさがかぶり重量圧程度の所でも、剛性の高い天盤が払跡で広範囲に吊るときには、異常に高い炭層地圧が採掘域の周囲に発生することが確かめられた。

5. 炭層ボーリングの放圧効果

炭層地圧の解放を目的とする炭層ボーリングは地圧が適当に高い所で行なうのが効果的であると考えられるので、最も地圧の高い私の肩部にまず実施してみた。しかし、緑粉量が異常に増加し、スパイラルロッドが炭層中に固着し、穿孔不能になることが多く、現状では極めて能率が悪いことがわかった。このように極めて高い地圧中での放圧ボーリングには穿孔技術的問題が残されている。そこで、つぎ

Fig. 7 The relation between the occurrence of coal burst at the West No. 6 longwall face and the record of rock noise caught during the de-stress drilling, previously operated from the West No. 5 level entry through the high-pressure zone, 5 ~ 20m distant from the rise-side entry.

に、前片払の支台圧の解放を目標に、肩坑道から支台圧に向けて放圧ボーリングを実施してみた。以下に報告する放圧ボーリングの実績は、この実験で得られたものである。

放圧ボーリング中に観測された孔内破壊音の記録の1例はFig.7に示すようである。これは西6片払の実績で、ボーリングは払から平均150m前方で実施された。ボーリングのビット径は100mm、穿孔間隔は平均8m、穿孔長は平均36mである。放圧ボーリングを実施した区域における炭壁圧出の発生は、同図に●印でその位置を示したが破壊音頻度と高い相関を示し、穿孔1m当たりの孔内破壊音が2回以上記録された箇所では炭壁圧出が全く起こっていないことが見出された。

同図のa, b, cおよびdはそれぞれ互いに3m間隔で平行な4本の放圧ボーリングを行なった例であり、その繰粉量はTable 2に示すようである。

Table 2 Results of the de-stress drilling

Name of drilling	Average of drillings	Drillings in the high-pressure zone, 5 ~ 20m distant from the level entry
a	415 l/m	690 l/m
b	296	600
c	382	780
d	110	110

Remarks: Locations of the de-stress drilling are shown in Fig. 7.

はじめの穿孔aから順番に破壊音回数が減少している。a, b, cでは大きな孔内破壊音が聞える時には圧風が孔口まで伝えられ、その後繰粉量が異常に増大するという経過が繰返されたのに、dでは、孔内破壊音の前後で繰粉量に差が少なく、破壊音回数も穿孔1m当たり1回にしかすぎなかつた。これは、放圧された弛緩域中を穿孔したためと思われる。この実験により、孔内破壊音が穿孔1m当たり2回以上発生するような放圧ボーリングで600 l/m以上の繰粉量が排出されるとき、放圧される範囲は最大片側3m程度までで、通常は片側2m程度であり、放圧された区域の周辺に新しい応力集中域が生じるものと推察された。いま、初期の放圧が片側2mまで及ぶとすると、8m間隔でボーリングするとき、2孔間の中央部に幅4mの放圧されない炭柱が残ることになるが、実績からみると、この程度の炭柱が残っても炭壁圧出の危険はないようである。払が接近すると健全な炭柱の応力が高まるから、炭柱の幅が広いと、ここで炭壁圧出しても不思議ではない。しかし、炭柱の幅がある限度以内であれば、周囲が放圧ボーリングにより弛緩しているので、層方向の拘束圧が高まらず、払のかなり前方で炭柱は降伏し、炭壁圧出しなかつたものと推察される。ただし、これらのボアホールには低圧注水を払接近まで長期間続けていたので、その効果もかなりあつたと思われる。また、Fig.7では炭壁圧出の多かつた680~780mの区域で破壊音頻度が少なく、その前後で破壊音頻度が多い。この破壊音頻度分布は前片払の支台圧の地圧分圧を反映し、その周期性を示す証拠のように思われる。

さらに、放圧ボーリングをして、孔内破壊音が少なく、繰粉量も少ないときは時間を置き、地圧の増大を待つて再度ボーリングしなければ効果的な放圧が期待できず、放圧ボーリングにはその実施時期の選定が重要であることが示されている。なお、Fig.7では沿層坑道Bの前後で炭壁圧出が多く、沿層坑道Cの前後ではないことが示されているが、この点は次報に詳述する。

6. 結 言

まず、初期応力測定により、四山鉱上層の炭壁圧出区域には、初期応力として、ほぼかぶり重量圧に相当する鉛直地圧が作用し水平方向からはその約半分の大きさの地圧が作用していたことを確認した。このような初期応力状態であつても、曲げ剛性の高い天盤が払跡で吊るため、採掘域周辺の炭層には異常な大きさの応力が発生することを、炭層ボーリング結果を分析して具体的に論じた。つぎに、炭層ボーリングの放圧効果を実験的に検討し、炭壁圧出の防止に相当の効果のあつたことを報告した。

参 考 文 献

- 1) 岡行俊・平松良雄・斎藤敏明・菅原勝彦：3次元応力解析による観測方程式の確立とその応用、岩盤応力決定のためのボアホール底面ひずみ測定による応力解放法の研究（第1報）、日鉱誌、Vol. 92, No. 1055, ('76-1), p.1~6
- 2) 斎藤敏明・菅原勝彦・亀岡美友：8素子ゲージによる岩盤応力の決定、岩盤応力決定のためのボアホール底面ひずみ測定による応力解放法の研究（第2報）、日鉱誌投稿中
- 3) Merrill, R. H. : In Situ Determination of Stress by Relief Techniques, State of Stresses in the Earth's Crust, Elsevier, N. Y., 1964
- 4) Obert, L. : In Situ Determination of Stress in Rock, Mining Eng., Aug., 1962, pp. 51~58
- 5) Wisecarver, D. W. : Investigation of In-Situ Rock Stresses, U.S.B.M. Report of Investigation 6541, 1965
- 6) Hobbs, N. B. : Residual Stress Measurements by the Drill Hole Prestressed Meter and the Rigid Brass Plug, Proc. of the 1st Congr. of I.S.R.M., Lisbon, Vol. II, pp. 3~8, 1966
- 7) 平松良雄・岡行俊・菅原勝彦：応力解放法による地山応力測定の結果処理について、昭和47年度日本鉱業会秋季大会資料B-8, 1972
- 8) 菅原勝彦：山はね現象に関する研究、京都大学博士論文、1974
- 9) 亀岡美友：ボアホール底面上の応力の解放による岩盤応力測定に関する研究、京都大学博士論文、1978
- 10) 鈴木光・西松裕一・石島洋二：一次地圧の測定値とその粘弾性論的考察（第1報）、日鉱誌、Vol. 83, No. 950, 1967
- 11) Hast, N. : Recent Rock Pressure Measurements, 7th Congr. on Large Dams, Rome, R32, pp. 601~610, 1961
- 12) 後藤龍彦・石島洋二・木下重教・小田仁平次：赤平炭鉱における大口徑ボーリングのゆるめ効果、現場における諸測定結果について、日鉱誌、Vol. 93, No. 1068, ('77-2), p. 75~82
- 13) 菅原勝彦・木村治・尾原祐三・岡村宏：長壁式採掘時の地山挙動解析と炭壁圧出機構に関する一考察、炭層の山はねに関する研究（第2報）、日鉱誌、Vol. 97, No. 1115, ('81-1), p. 19~25
- 14) G. Bräuner : Kritische Spannungen in Kohlenflözen, Glückauf, Nr. 13, 1975, p. 618~625

Unusual Pressures in the Coal Burst Area and the Effect of the De-stress Drilling

— A study on coal burst (4th Report) —

by Katsuhiko SUGAWARA¹ and Osamu KIMURA²

First, the pre-mining pressures in the coal burst area of Miike mine are investigated by measuring the strains on the bottom surfaces of borehole, drilled in the roof, by the stress-relief technique. It is found that the vertical normal stress, equivalent to the weight of overburden, acts on the coal seam and both of the horizontal normal stresses are nearly equal to the half of the vertical normal stress. Secondary, the distribution of the pressure, induced by longwall mining, is examined by the test drilling method developed in Germany. Analyzing the volume of drillings and the frequency of rock noise, reached our ears during the test drilling, as shown in Fig. 6, the existence of unusual additional pressure in the coal seam surrounding the mined area is concretely found out, and it is pointed out that this unusual pressure is ascribed to the behavior of the rigid hangingwall consisted of the thick sandstones.

The effect of the de-stress drilling is practically studied by examining the relation between the occurrence of coal burst and the record of the drilling. It is found that the hazard of coal burst at the longwall face can be removed by the effective parallel drilling, 100mm diameter, with the constant interval, 8m, of which the drillings is over 600 liters/m during the drilling in the high-pressure zone, 5 ~ 20m distant from the rise side entry, and the averaged frequency of the rock noise is caught over 2 times/m as shown in Fig. 7.

(1. Assoc. Prof., Dr., Faculty of Engineering, Kumamoto Univ.

2. Mitsui Coal Co., Ltd.)

世界の休日

— なんと日本は
休日数で世界第2位 —

ある本にWorld public holiday 1980という表が載っていた。世界各国の公的休日をしらべ上げてある。但し書きがついていて、同じ国の中でも州によってちがうものもあるし、一国の公的休日といつてもいろいろあるらしい。しかし夏休みとか、土・日曜日はこの表には含まれていない。

その表を基にして、各国別に休日の数を計算し、多い国から順位をつけてみたら第1表のようになった。これを見ると、最も休日の多い国はサウジアラビアで、なんと1年に約26日もある(約26日というのは、はつきり決まっていなからである)。そして8月と10月にかたまっている。第2位は我が日本の19日であり、最下位は東ドイツと中国の7日である。

働きアリのように働くという日本は、公的休日の面から見れば、決して働きアリではない。夏休みとかなんとかを入れると日本はその順位がずつと下がるわけである。

もし世界のどこかの国で休日となつてゐる日を挙げて見ると第2表のようになり、年間に141日もある。これに土曜と日曜とを勘定に入れたらもつと多くなる。

もし世界のどこかの国の休日には必ず休むという国際休日採用会社があつて、これに土曜日曜の年間休日約106日を入れ、その上有給休暇なるもの最低14日と夏休み7日を勘定に入れたら、休日の合計は268日となり1年73%を休むことになる。恐ろしいことである。(H₂O)

第1表 各国の年間公的休日数

国名	休日数	多い順位	国名	休日数	多い順位
アルゼンチン	9	⑪	日本	19	②
オーストラリア			メキシコ	11	⑨
メルボルン	13	⑦	オランダ	9	⑪
シドニー	11	⑨	ニュージーランド	9	⑪
オーストリア	13	⑦	ノルウェー	10	⑩
ベルギー	12	⑧	ポーランド	9	⑪
ブラジル	12	⑧	ポルトガル	14	⑥
カナダ			サウジアラビア	26	①
モントリオール	17	④	シンガポール	12	⑧
トロント	12	⑧	南アフリカ	10	⑩
中国	7	⑬	ソ連	9	⑪
デンマーク	10	⑩	スペイン	13	⑦
エジプト	18	③	スウェーデン	11	⑨
フィンランド	12	⑧	スイス		
フランス	10	⑩	ジュネーブ	12	⑧
東ドイツ	7	⑬	チューリッヒ	13	⑦
西ドイツ			トルコ	14	⑥
ボン、デュッセルドルフ、	13	⑦	イギリス連邦		
フランクフルト			イングランド、ウェールズ	8	⑫
ハンブルグ	10	⑩	北アイルランド	11	⑨
ミュンヒ	15	⑤	スコットランド	8	⑫
ギリシャ	12	⑧	アメリカ合衆国		
ホンコン	17	④	ニューヨーク	11	⑨
アイルランド共和国	9	⑪	サンフランシスコ	13	⑦
イスラエル	11	⑨	ベネズエラ	17	④
イタリア	11	⑨			

第2表 世界のどこかの国で休日となる日

月日	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	26	27	28	29	30	31	計
1月	○	○	○	○	○						○		○														○	○				9
2月						○	○					○				○	○	○	○	○	○	○										10
3月		○						○	○	○							○	○	○	○	○			○						○		9
4月	○	○	○	○	○	○	○	○									○		○	○	○	○	○									11
5月	○	○	○	○					○	○				○			○	○	○	○	○	○			○					○		13
6月	○		○						○							○	○				○	○	○									7
7月	○		○	○				○			○	○	○	○							○	○	○	○	○							12
8月	○		○					○	○	○	○	○	○	○			○							○								13
9月	○						○	○			○	○		○					○			○	○	○	○							10
10月	○	○		○	○	○					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		24
11月		○	○	○	○	○	○	○	○			○							○	○			○	○			○					14
12月	○					○	○									○						○	○	○	○			○	○			9
計	9	4	5	4	7	6	4	5	5	5	3	6	3	3	6	5	6	2	6	5	7	3	5	7	7	3	2	2	1	3	3	141