

# 山 鳴 に つ い て

樋 口 誠 一

## 1. 山鳴の現象

### 1) (山鳴とは) 概説

特に拂採炭中拂面の奥部2~3m位時には天井と  
 0 覚しい処で小発破音「ポーン」と大きな音を発  
 する。1方処によつては20~40回も大小折交ぜ  
 て生ずることもある。之を俗に山鳴という小生  
 も偶々盤圧測定に三坑坑東一卸拂で1方中に20  
 回以上田川三坑上四尺拂では1方8~10回も聞  
 いた程であるが宇部地方では数100回入坑した  
 が未だ1度も聞いたことはない。

### 2) 山鳴の生じ易い箇所

I) 拂の進行中でそれも軟化した荷重のかゝ  
 つてる拂に生ず

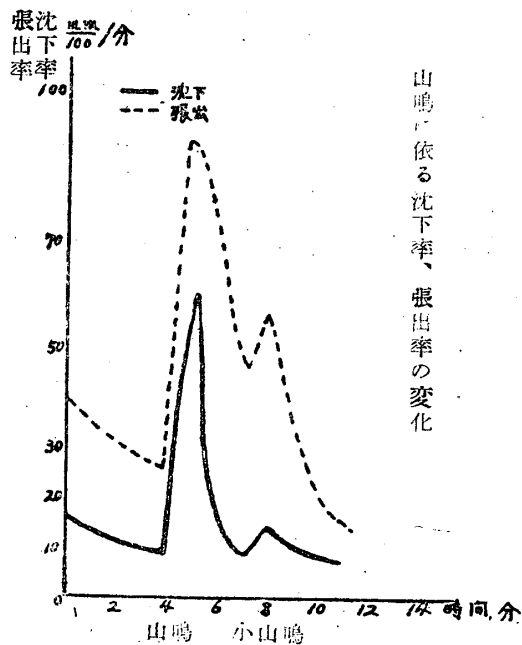
II) 拂跡附近に接した坑道掘進時にも時には  
 生ず。

### 3) 山鳴の生じ易い時

拂採炭を始めて2時間後位から採炭終了後2時間  
 迄の間及発破後等が殊に多い様である。

### 4) 山鳴の生ずる箇所に起る現象

1) 山鳴と同時に天井沈下及炭壁の張出が急  
 増する。測定法沈下計張出計に就ては精細中国  
 技術会誌第1巻第1号(24.7.15)に発表



第 1 図

山鳴に依る沈下率、張出率の変化

II) 山鳴の生ずる拂面の軟化現象は節理剝離破  
 壊又は節理剝離の屈身破壊でなく節理発達の少  
 い石炭で大荷重による無理に破壊せられた所謂  
 圧理破壊を生ず、時には粉化された場合もある

III) 石炭の破壊も60°附近の1m<sup>2</sup>以上の剪断破  
 壊面を示し尙その破壊面はどんより粉炭で汚さ  
 れた暗褐色で滑面光沢條痕を示す、即圧理面が  
 1m<sup>2</sup>以上。

IV) 石炭の破壊即軟化が炭壁の奥部 1.5~2m  
 (時には尙大) から生ずる即圧縮が深い地点か  
 ら来ている、表面近く丈の軟化ではない。

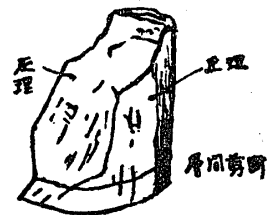
V) 天井岩石は堅い脆い岩石(砂岩)に多く  
 軟く粘りある岩石(頁岩)に少い

## 2. 石炭の壓縮試験結果

1) 石炭の試験片(5cm立方程度)を四自由面  
 で壓縮破壊すると宇部炭は130~350kg/cm<sup>2</sup> 田  
 川三池炭は350~400kg/cm<sup>2</sup> で破壊するが破壊  
 面は層に平行か節理剝離の垂直かで小部分に分  
 れてポロポロとなり飛散す残りもガクガク角張  
 つて斜めの剪断破壊面と思われる部分は少範囲  
 である、又破壊音はパチパチが主である。



第 2 図 自由面破壊



第 3 図 鉄筒中破壊

2) 石炭を鉄筒中で張出膨脹を防いで壓縮する  
 と450~500kg/cm<sup>2</sup> 附近で破壊されその場合上  
 部は粉化された部分もあるが全面を貫いて60°  
 附近の鮮かな大亀裂剪断破壊面を呈す、破面は  
 無理に押し潰されたと思われるどんより粉炭で  
 汚れた暗褐色を示し滑かして上り面を示し光沢  
 條痕あり所謂大きな圧理面を示す又そのときの  
 破壊音は「パン~プス」と小さいが聞かれるか  
 く石炭の破壊は自由面近くと奥部としては破壊  
 強度を異にし破壊面も異なる。

3) 花崗岩の如き硬い岩石 2.5 cm 立方の小試験片を圧縮すると25t 附近で1時に非常に大きな「バーン」と音を発して飛散する。

3. 山鳴の定義

山鳴とは岩石（主に稼行石炭又はその天井岩石）が採掘による地圧荷重のために広範囲に亘り圧縮されその蓄積された energy が1時に剪断破壊することにより放出する場合に生ずる音であると云い得る。

4. 山鳴を生ずるための条件

1) 稼行石炭中に生ずる場合：節理亀裂の少い所謂硬い石炭であること及天井岩石は堅い粘りの少いこと即節理亀裂が発達すると僅かの荷重で節理間が小部分に剝離小破壊を生じ又天井岩石は軟く粘りがあると炭壁面にのみ荷重が集中して少部分のみの破壊をすることになり(2)の条件に適合ぬので山鳴を生ずる程に至らない。

1') 天井岩石中に生ずる場合：天井岩石は石炭の圧縮破壊強度より弱いかその附近にあること及び粘り気の少い脆いこと即石炭より強いと荷重は石炭破壊が主となり天井岩石の剪断破壊を生ずる迄に至らぬ天井に亀裂を生じない又軟く粘りと剪断破壊を生じない時には粘り出す Bend により拂跡に亀裂を生ずるときは山鳴にはならぬ様である。

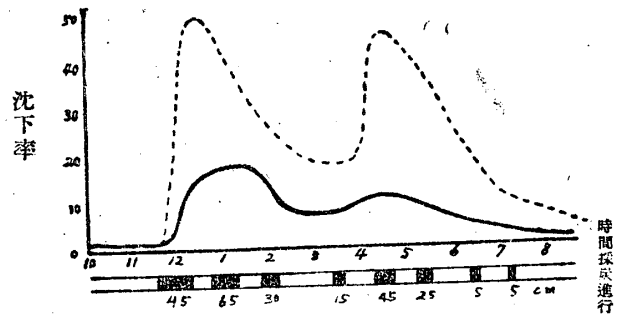
2) 圧縮により1時に剪断破壊をなす面積が少くも0.5m<sup>2</sup>以上あること。即1時に破壊する面積が大きい程大きな音を発す之はそれによつて生じた圧理面を調べることにより知る。

3) 荷重が拂炭壁より奥部少くも1.5m以上に集中するを要す、即奥部にかゝることにより広範囲に荷重がかゝり得ることになり剪断破壊面積が大きくなり得べ大energyの蓄積の機会が多くなる、張出計で破壊始発点を調べることが出来る。

4) 荷重は少くも 350kg/cm<sup>2</sup> 以上あるを要す、即350kg/cm<sup>2</sup> 以下では石炭の破壊は生じ難いしそれ以下で軟化する場合は節理亀裂等を有して小破壊をする場合表面破壊をする場合等で山鳴を生ずるに至らない沈下率の大で大体知ることが出来る、荷重も強ければ強い程山鳴の機会が大となることは云える。

5) 急激に荷重の増加するとき生ずる普通採炭後2時間位から始り採炭後1時間以内で終る即荷重曲線は採炭2時間後から上昇す、採炭後1時間以内には平衡する。

三川東一卸荷重曲線



第 4 図

5') じわりと長期間圧縮を受けていても急激 shock を與えると生ずることがある、即既に蓄積 energy があれば新に少荷重の急増した丈で生ずることもあり残柱又は拂跡等で既に圧縮されている所に新しく坑道を採掘すると荷重は少いが既荷重に加つて大破壊を生ずることになる

5. 實例による検討

1) 三川坑東一卸拂

I) 石炭は節理の發達は少い硬い普通の処では発破でないで採掘されぬ状体である。

岩石の種類	圧縮強度 kg/cm <sup>2</sup>	E Young率 t/m <sup>2</sup>	厚さm
稼行石炭	350~410	(10~5) × 10 <sup>5</sup>	2 m
直天砂岩	1290	1.5 × 10 <sup>6</sup>	1 m
大天砂岩	657	7.2 × 10 <sup>5</sup>	沈下 8 m

II) 拂は非常に軟化し粉炭化する程であるが圧理面は1m<sup>2</sup>以上のが炭丈の中央附近に45~60°をなして判然と出ている。

III) 炭壁の張出始発点は2m以上である。

IV) 荷重は計算方法に就ては中国技術会誌第1巻第2号(昭24. 11. 1発行)に示す。沈下率最大

$$20 \frac{mm}{100 \text{分}}$$

$$H=500m \text{ (深さ)} \quad h'=2m \text{ (炭丈)}$$

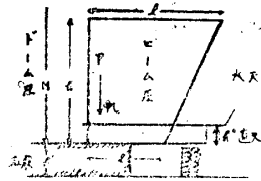
$$h''=1m \text{ (直天厚さ)}$$

$$h=8m \text{ (天井奥部沈下により測定)}$$

$$l=3m+1m \text{ (張出始発点2m 乱れ始め1m)}$$

$$l'=18m \text{ (拂跡の沈下落付点)}$$

$$\frac{1.5+5}{24} \downarrow x \quad \frac{15 \times 8}{2}$$



第5図

$$24x = (6.5 - x) \times 60$$

$$84x = 6.5 \times 60$$

$$x = 4.6 + 1.5$$

P (炭壁にかゝる荷重)

$$= \frac{3+18}{2} \times 8 \times 2.5 = 210t$$

$$M_0 \text{ (moment)} = 210 \times 6.1 = 1280t \cdot m$$

K 基礎係数

$$\text{石炭 } E \div \text{厚さ} = 10 \times 10^5 \div 2 = 5 \times 10^5 \text{ (厚さ } 2m)$$

$$E \text{ 直天 } E \text{ 直天 } \quad I = \frac{1}{12}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K}{4EI}} = \sqrt[4]{\frac{5 \times 10^5 \times 12}{4 \times 1.5 \times 10^6}} = 1$$

$$Y_{x=0} = \frac{1}{2\beta^3 EI} [P + \beta M_0]$$

$$= \frac{1 \times 12}{2 \times 1^3 \times 1.5 \times 10^6} [210 + 1 \times 1280]$$

$$= 0.006m$$

$$kg = 5 \times 10^5 \times 0.006 = 3000t/m^2 = 300kg/cm^2$$

(ビーム圧)

$$500 \times 2.5 = 1250t/m^2 = 125kg/cm^2 \text{ (フォーム圧)}$$

$$300 + 125 = 425kg/cm^2$$

故に石炭強度 (350~410kg/cm<sup>2</sup>) 以上だから十分破壊し得、事実粉炭化する。以上の事実より山鳴は十分生じ得、1方20回以上聞く。

2) 田川三坑四尺拂

I) 石炭は節理の発達少く非常に堅い。

岩石の種類	圧縮強度 kg/cm <sup>2</sup>	Et/m <sup>2</sup> 厚さ m
直天 砂岩	1260	2.5 × 10 <sup>6</sup> 厚 1 m
大天 砂岩	349	8 × 10 <sup>5</sup> 沈下 8 m
石 炭	383	5 × 10 <sup>5</sup> 2 m

II) 拂は殆んど軟化せず時に大塊厚 0.5m 巾2m 以上が壊れる。

III) 張出始発点は1.5m以上

III) 荷重は以上の計算により沈下率最大  $12 \frac{mm}{100}$

/分 H=500m. h=8m. h'=2m. h''=1m.

l=1.5+1.5cm. l'=18m として 380kg/cm<sup>2</sup> 故に辛じて石炭は破壊するも大塊粉化に至らず山鳴は時折1方6~8回生ず。

3) 宇部沖之山、東見初炭坑五段層拂

I) 石炭は節理著発達し10~15cm 厚さに剝離中央より屈身破壊す、又表面小亀裂よりの破壊採炭は非常に樂で中央附近は搔板で十分。

岩石種類	圧縮強度 kg/cm <sup>2</sup>	Et/m <sup>2</sup>	厚さ
直天頁岩	270	3.3 × 10 <sup>5</sup>	略1m
大天砂岩	160	1 × 10 <sup>5</sup>	沈下10m
石 炭	230	3 × 10 <sup>5</sup>	1m

II) 及III) 直天も頁岩で塑性變形し易く荷重は表面丈によく集中するも奥部迄は達せず10時間80cm 附近である、板状屈身破壊だから大圧理は生ぜぬ。

III) 荷重、沈下は非常に大、最大沈下率  $20 \frac{mm}{100}$  /分 H=200m. h=10m. h'=1m. h''=1m. l=1+1.5m l'=12m として 250kg/cm 故に石炭は十分破壊し得るも荷重は拂面近くにかゝり、プチプチと小破壊音は発するも山鳴音は発するに至らない。

(科學研究費に依る)