

道路石材と其の熱影響に就て



内務技師 高田 昭

道路石材に於ては其の熱影響を云々する必要がない様にも考へられるが、如何なる石材に在りても加熱によりて影響を受けざるもの無く、不規則な變化が複雑な組織内で異方的に起ることが多いから、サーフェースヒーターの如き高温度の火焰を用ひて石材を加熱又は乾燥する時には石材の強度に多少影響を及ぼす虞れがある。従つて斯様な場合には相當注意を要すべきものと思はれるから敢て秃筆を弄する所以である。

一 道路用碎石の種類

本邦にて道路用に供する石材には諸種あるが、之を加熱又は乾燥して使用するが如き場合は瀝青混凝土又は瀝青透

入碎石道路等の如き瀝青を用ふる鋪装に供する場合であつて其の主なるものは一般に碎石に限られてゐる。

石材の種類は極めて多數であるが、本邦にて從來使用されてゐるものは主に安山岩、石英斑岩、花崗岩、石灰岩で

あつて、將來砂利又は鑛滓等を以て代用する場合は別として、碎石として使用する見込あるものは安山岩、玄武岩、石英斑岩の如き斑狀組織を有する火山岩、又は花崗岩、閃綠岩の如き比較的均整な粒狀組織を有する深成岩、或は珪岩、石灰岩の如き緻密なる組織を有する成層岩であつて、就中安山岩、花崗岩及石灰岩が相當廣く使用される様に思ふ。

安山岩は主に熔岩流となつて火山より流出した火成岩の一種であるが、其の組織は一般に斑狀をなす。即徑一乃至一〇耗の鑛物の結晶が極めて微粒な鑛物又は硝子質物の集合體の中に散在するもので前者を斑晶、後者を石基と呼ぶ。換言すれば混凝土に見るが如き組織を有するものである。

其の斑晶には必ず斜長石がある外に、輝石、石英、角閃石、黑雲母の何れかを伴つてゐて、最も普通に産するものでは斜長石及輝石が斑晶をなしてゐる。斑晶には斯様な種類があるが石基は一般に一定であつて斜長石、輝石及磁鐵鑛等より成り之に硝子質物が混じてゐることがある。

花崗岩は周知の如く石英、正長石及雲母より成り、石英

と正長石は大體同じ程度の大きさを有してモザイク狀に密着し、所々に雲母又は角閃石を介在する如き組織をなし、亂雑に積み重ねた石垣狀をなし、安山岩の場合とは全く異つた組織を有するものである。

石灰岩は主として方解石より成り極く少量の白雲石、粘土其の他鐵、炭素等の如き夾雜物を含むが、碎石に供されるものは其の組織が比較的細粒緻密なものに限らる。其の成因が安山岩、花崗岩とは全く異なるものであるから其の組織も火成岩に於て見るが如き均整なるもの少なく一般に不定である。

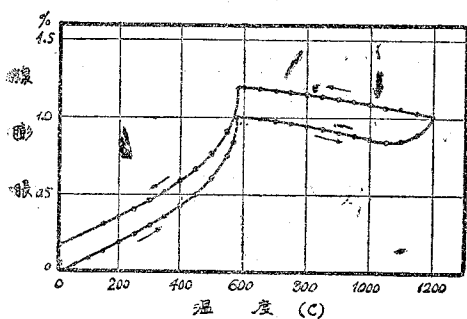
二 加熱に依る造岩鑛物の變化

岩石の耐熱性は其の造岩鑛物の性質と組織とによりて相異するものであるが、先づ次に造岩鑛物の二三に就て熱的變化を説明しようと思ふ。

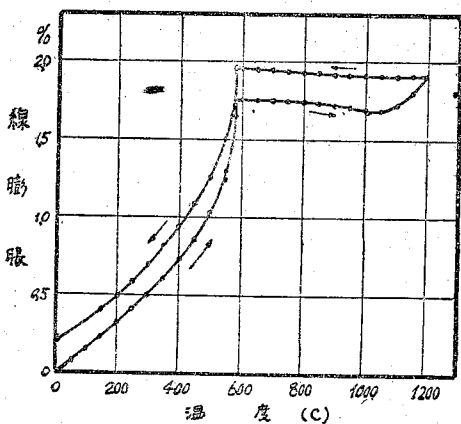
石英 石英は花崗岩中に約三〇%位含まれ又安山岩中に

も少量含まれることがある。此の鑛物は種々不思議な性質

を有し、例ば之は加壓、扭力、打撃、加熱等の外力を加へるときには静電氣を發生する、而して其の量は外力に比例するから近來各種の實驗裝置に應用される様になつた。然し此の性質は結晶軸の方向に密接なる關係を有するのである。此の礦物を加熱すれば静電氣を發生すると共に膨脹する。其の率は第一及第二圖に示す如く結晶軸の方向によつて著しく相違がある。



第一圖 石英の線膨脹 (NLG)

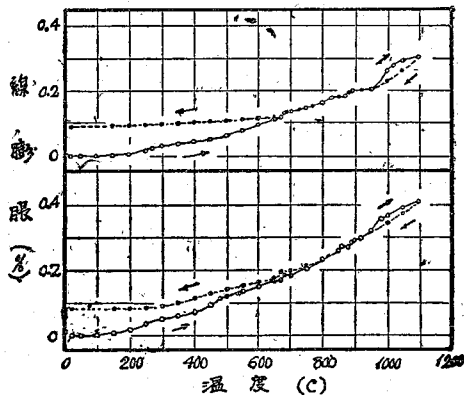


第二圖 石英の線膨脹 (11A)

即第一圖は主軸Cの方向(結晶の長手の方向)、第二圖は側軸Aの方向の膨脹率を示せるものであつて後者は前者の約二倍である。更に著しい特性は膨脹率が五七〇度乃至五七五度の間に於て急激に増加すること及び五七五度以上になれば約一〇五〇度位迄は却つて減少し、更に高温に加熱すれば再び急激に増加することである。又一〇五〇度以上に加熱せしものを冷却すれば永久的膨脹を起し、其の内部

に顕微鏡的龜裂を發するに至る。是等の性質より石英を相當に含む岩石を一〇〇〇度以上に加熱せずとも六〇〇度位に加熱すれば五七五度附近にて急激なる容積變化を起すから岩石内に異常なる内力を生じ、礦物粒間の結合力を著しく弛緩せしむることは容易に想像する事が出来る。

長石 長石には正長石と斜長石とあり、前者は主に花崗岩中に、後者は閃綠岩、安山岩、玄武岩等の中に組成分として存在す。何れの長石も亦數種類あつて其の區分方法も相當に厄介なものであるが茲には其の一例として氷長石の熱膨脹に就て述べることにす。此の礦物は加里を含む正長石にして氷の如く透明なものである。其の結晶は單斜晶系に屬し、熱膨脹率も亦石英の場合と同様に結晶軸の方向によつて相違するも、結晶の底面に直角なる方向の線膨脹状態を示せば第三圖の如し。其の膨脹率は石英に比すれば小なるも、約二七〇度、四八〇度、六七〇度、八七〇度及び九五〇度に於て急激なる増加を示し、九五〇度以上に加熱すれば永久的膨脹を起すに至る。即ち長石は大體に於て石英



第三圖 氷長石の線膨脹

に見る様な著しき加熱影響を蒙らざるも比較的低温度に在りても異狀なる小變化を起し、又九五〇度以上に加熱せられるときは自體内に破綻を生ずるに至ることを知る。

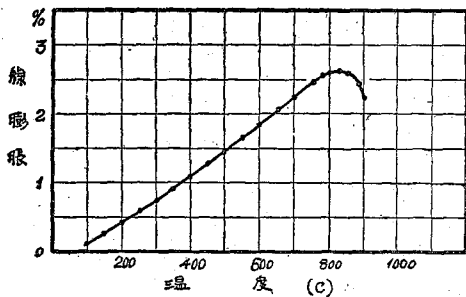
雲母 花崗岩内に含まれるものには黑白の二種あるも、

白雲母を含むものは一般に可なり變質したるもの多く一般に道路石材としては不適當である。黒雲母は花崗岩以外に安山岩中にも含まれることあるも其の量は極く少量であ

る。黑雲母は一・二乃至四・六%の水分を含有し、之を加熱すれば次第に其の水分を放散し約八五〇度にて脱水し其の容積を縮小す。併し乍ら花崗岩中に含まれる量は一〇%を超ゆることが稀である程少量であるから之れによる影響も比較的輕微であるが組織内に間隙を生じ鑛物間の結合を弛緩せしむる虞れがある。

輝石 輝石は安山岩中に極く普通に存するもので其の量は約三〇%に達するものがある。其の熱的研究は未だ多く行はれたことなきも、其の膨脹率は長石に比し大であることは判明してゐるから其の影響も顯著である様に考へられるが今後の研究に待つべきである。

方解石 方解石は石灰の原料として使用される如く、之を加熱すれば極めて容易に解離するに至るものである。第四圖は其の主軸のC方向に於ける線膨脹を示したもので、加熱溫度が七〇〇度迄は略直線的に膨脹するも、之を超れば炭酸瓦斯の一部を放散すると共に次第に膨脹率を減小し、八〇〇度を超ゆれば、急激に收縮し九二〇度附近に於



第四圖 方解石の線膨脹 (C)

て完全に解離するに至る。然るに側軸の方向は高溫度に加熱するに従ひ却つて縮小す。其の率は主軸の方向の膨脹率に比し約四分之一に過ぎない僅少なものであるが、七〇〇度を超ゆれば急激に收縮し九〇〇度に至りて線縮少率は約二%に達す。

即方解石は加熱されるに従ひ主軸の方向にのみ伸び、之に直角なる方向は何れも收縮して次第に細長き形に變化し

七〇〇度を超ゆれば其の表面より内部に向ひ漸次解離作用を起し九二〇度附近に於て完全に解離して石灰となる。

三 加熱による岩石の耐壓強度の變化

以上述べた様に造岩礦物は何れも熱的影響を受けるから之等の集合體である岩石も必づ影響を受けることは容易に想像される。

石灰岩は前述の如く其の大部分が方解石より成るから熱的影響も方解石と全く同様にして、其の耐壓強度も七〇〇度迄の加熱には殆ど影響を受けないが夫れ以上になれば急激に低下す。

花崗岩及安山岩は數種の礦物より成るものであるから石灰岩の場合と多少相違する點がある。第一表は花崗岩及安山岩を加熱した場合に其の耐壓強度に及ぼす影響を示したものである。(近藤鐵郎の實驗による)

花崗岩は石英を含有する關係上五七〇度附近に於て相當影響を受けるが其の程度は餘り著しきものではなく、寧ろ

第一表 耐壓強度 (Kg/Cm)²

加熱溫度 (C)	花崗岩		安山岩	
	I.	II.	III.	IV.
室溫	1,625	2,250	840	338
300	1,672	2,504	841	409
520	1,663	2,349	1,076	471
600	1,289	1,675	1,021	—
750	88	1,308	1,126	587
900	101	1,053	1,012	503
1060	166	924	1,342	549

I. 群馬縣勢多郡東村大字澤入, 渡良瀬
みかげ
II. 茨城縣眞壁郡樺穂村, 練みかげ
III. 神奈川縣足柄下郡, 本小松石
IV. 長野縣南佐久郡田口村, 佐久石

六〇〇度乃至七五〇度の間に於て顯著なる影響を受ける様である。然し其の程度は組織に關係を有し、粗粒なるものは前記の溫度内に於て著しき變化を爲すに反し、細粒なるものは一〇〇〇度位迄は其の影響が比較的輕微である。即ち第一表に於ては(I)は前者に屬する粗粒なるもの、(II)は後者に屬するものである。

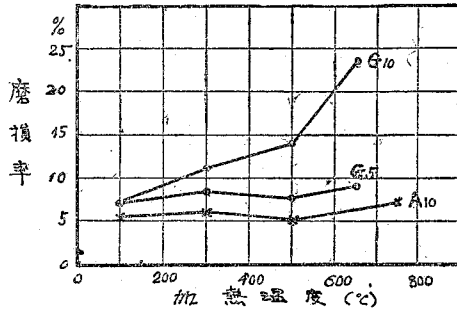
安山岩は其の性質、組織等によつて強度が一定でないが
 一〇六〇度に加熱するも悪影響を認めない。唯三〇〇度以上に加熱すれば其の色調を變ずる位の程度である。却つて三〇〇度以上に加熱すれば強度を増加するから好影響を與へるものと考へらる。安山岩中には斜長石及輝石等の斑晶は石基中に單獨に散在し、石基は微細な結晶の集合體にして其の間隙には、等方性を有する硝子質物で充填されるものが多く、又屢々其の内に氣孔、間隙等を藏するものが多いから、熱的影響によつて生ずる内力及變形の異方性も石基に依つて消化されて比較的均等な分布をなし内部の組織に變化を及ぼさないから其の耐壓強度に殆ど變化を生ぜしめないものと考へらる。又強度の増加することは次の理由に基づく様に考へらる。又強度の増加することは次の理由に基づく様に考へらる。即岩石内には礦物質を溶解した水分を多少含有するが之れが加熱に遭ひ其の水分を發散し、溶解物を結晶の間隙に沈澱せしめて之を充填し、結晶相互の結合力を増大せしむるに因るものと思はれる。

四 加熱による磨損率の變化

花崗岩又は安山岩碎石を加熱した場合に其の磨損率に如何の影響があるかを知る爲めに次の如き試験を行つた。

花崗岩は茨城縣眞壁町産黒雲母花崗岩、安山岩は靜岡縣賀茂郡下河津村見高産のものをを用ひ、其の大きさは總て $3\frac{1}{4}$ 吋篩を通過し $1\frac{1}{2}$ 吋篩に止るものみに一定し其の重量を二坩とした。各供試體を一〇〇度にて重量に變化を生じない迄充分乾燥した後、約十回に分けて電氣爐に入れて加熱した。加熱には先づ爐を所要の溫度より二〇乃至三〇度位高い溫度として置き、金網製圓筒内に更に直径の小さい金網製圓筒を挿入し兩方の間隙へ供試體を一重に並べて各供試體を周圍より成る可く均等に加熱し得る様にしたものを爐内に入れて一〇分間加熱した。次に之を取り出して室内にて冷却した後、ドウバル磨削試験機に依り、直径約四・五種の鑄鐵球三個(全重量約一・二坩)を入れて試験した。其の結果は第五圖に示す如し。

加熱温度は最高六五〇度又は七五〇度とした。之れはサーフェースヒーターを用ひる場合には火焰の最高温度が九



第五圖 磨損率の變化

五〇度に達するが、斯様な高温部は極めて狭小な範囲に限られ廣い面積に亘つて加熱する温度は七〇〇度以下であるに依る。加熱時間は最初一〇分間とした其の結果は第五圖のG₁₀ (花崗岩) 及 A₁₀ (安山岩) に示す様に花崗岩は三〇〇度以上に加熱すれば順次に磨損率を増加したが、安山岩には殆ど變動を認めなかつた。次に花崗岩のみを五分間加熱して試験したるに其の結果は殆ど變化がない程度である。

細粒花崗岩でも其の碎石を一〇分間加熱すれば六〇〇度附近に於て著しき影響を受けて其の磨損率を低下するが、加熱時間を五分間に短縮すれば六五〇度に於ても殆ど影響を蒙らないのである。(丁)