

ある。P が小なら W_K' が主となり、P が大なら W_D' が主となる。両者が同程度の大きさとなる蒸気圧を P_0 とすれば $W_D' = W_K'$ より

$$P_0 = \frac{6 \times 10^{-2}}{a'} \text{ mmHg}$$

$a' = 10 \text{ mm}$ では $P_0 = 6 \times 10^{-3} \text{ mmHg}$ 。故に流管中に静止してある異気體の抵抗が充分問題になり得るわけである。上式の限界は水蒸氣の中の空氣分子の mean free path λ が管の直径と等しい程度になる壓力を示す。

以上はすべて水蒸氣の場合であつたが、油蒸氣の場合も之と同じ関係が成立つと假定する。即ち導管中の油蒸氣の中の空氣の mean free path λ が導管の直径と同程度となつた時、 W_D と W_K とが同程度になるものとする。導管では $G_K = 200 \text{ l/min}$ 、 $G_D = 71 \text{ l/min}$ であるから

$$\frac{W_D}{W_K} = \frac{3}{1}$$

次に油分子の cross section を空氣のそれと比較するに兩方の分子が同じ密度の球であると假定すればその球の斷面積は分子量の $2/3$ 乗に比例するから油分子と空氣分子の cross section の比は、空氣の分子量を 29、油の分子量を約 300 とする時

$$\left(\frac{300}{29}\right)^{2/3} \approx 4.6$$

即ち約 4.6 倍となる。故に油の蒸氣壓は 60°C 附近に於いて

$$P = \frac{6 \times 10^{-2}}{a'} \times 3 \times \frac{1}{4.6} \quad (a' = 7 \text{ mm})$$

$$\approx 5.6 \times 10^{-3} \text{ mmHg}$$

即ち 10^{-2} mmHg の程度であらう。然し乍ら上記の計算は極めて大ざつばな假定に依るものである。

6. 結 論

導管中の油蒸氣が排氣速度を低下させるといふ事實は以上の實驗によつて充分確められたが、之より計算した油の溫度は實際より 20°C 前後高い。是迄の蛇管實驗では管が長い爲に油分子の流れの影響は少いと考へられたが、ポンプの導管の場合は管が短く、且つ溫度の勾配が大きい。従つて油分子の流れを考慮に入れば油の溫度は 60°C より更に低く出るはずである。又油に蒸氣壓の高い不純物が含まれることを考へると油の溫度が低くても相當の抵抗を示し得る。以上の考へによつてポンプ導管内の抵抗は油蒸氣によるといふ考へは妥當と思はれる。

以上の結果によつて實際の場合に注意すべきことは我々が利用出来る排氣速度はポンプの理想的排氣速度 S_0 と分子流的 conductance G_K とから計算した排氣速度より相當に低い場合が多いといふことである。この事實は排氣装置の設計に於いて参考になることである。

最後に此の實驗について種々御教示賜つた熊谷寛夫先生並びに實驗の手傳ひをして下さつた西川正己君に對して厚く御禮申上げる。

雷現象に伴う超短波の反射 (第2報)

庄 野 久 夫

(1947 年 11 月 11 日受理)

4. 考 察

本格的觀測としては本年が始めてであり、陰極線管に現われる現象を眼にのみ頼つて記録したため必然的に多くの誤差を含んでいる事が考へられる。又空中線が固定であつた爲に限られた地域内の現象しか捉へ得なかつた。

その外送受信系の諸特性の完全な検討を経ていないので、今日迄の記録から早急に結論を下す事は大きな誤謬を起すとも考へられるが、許され得る範囲内で本年度の記録を中心として簡単な考察を試みたい。

4-1 送受信機と測定の精度

75 Mc の空中線は前記のように固定されていて送受共同型のものが別々に使用されていて、指向性の計算値は夫々第 6 及第 8 圖に示してあるが、空電は點線、反射は實線の特性和大體受信されるものと思ふ。觀測には 3.1 に述べた所の SSE-120 G を 2.5 kV で用いた。この螢光物質は硅酸亜鉛を用いているので、殘光特性は Impulse 停止後 $1/100$ 秒にて 11%、 $1/20$ 秒にて 1% に低下する⁽⁴⁾。その外強勢な空電の中、中間周波の 10 Mc に相當する Component が空中線から侵入

するか否かを調べるため、空中線を直接中間周波増幅入力に接いで見たが陰極線管には殆んど感じなかつた。使用状態では此の外に 75 Mc の 3 段増幅を通過しているため實際に受信される空電は 75 Mc のもののみと考えられる。次に測定値に就いて見ると、距離の測定の場合第 3 圖にも見られるように約 10 μ s の送信 Puls を用いたため、反射波の幅は約 1.5 km に相當する。又 Time mark として變調周波數 1 kc に同期した 15 kc 發振器の出力を變形して用いているので、觀測範圍の 150 km の間を 10 km 毎に目盛つている。そのため瞬間的に又頻りに出現する反射では ± 1 km 程度の誤差は生じ勝ちである。振幅の測定では反射が大體 15 km 内外の範圍に不規則に現われるため 20% 程度の誤差も多いと思う。反射の繼續時間に就ては後に述べるように眼に頼る觀測である以上 $1/15$ 秒以下の測定は不可能と見られるから、反射波の諸特性を知る事は相當の熟練を要し又限度があるので夫々特殊の記録装置を用ふる必要を痛感する。

4.2 反射波の特性

4.2.1 繼續時間 既に述べたように雷反射は流星反射と共に瞬發性であるが、流星反射より一般に短く平均 $1/20$ 秒以下で $1/10$ 秒以上のものは少いように思つた。從來空電波形又は閃光の光學的分析によれば、最も多い主放電繼續時間は夫々 150 μ s, 50 μ s であり、空氣の殘光が感じられる時間は約 1 ms とされている⁽⁶⁾。

しかし個々の反射は螢光面の特性と眼の殘像効果が利いて來る爲か、殆んど一様に $1/20$ 秒程度と感じそれ以下の判別は不可能であつた。1944 年 80 cm 波の實驗では $1/5 \sim 1/2$ 秒と記録しているが、全く豫期しない時の資料であつたので幾分長く感じたのかも知れないが $1/10$ 秒以下ではなかつた様に思う。

4.2.2 出現位置と時刻 雷反射は流星反射が距離的に散漫に受信されるに反して、大體 15~20 km の範圍内に密集していてその間では勿論不規則に出現する。又その群は時間の経過とともに移動する。これは雷雲の移動を示すものである事は明瞭であると思う。又出現する時刻は流星の場合不規則で特に流星雨の時或は夜明に多い様であるが、雷の反射は勿論雷雲の發生時のみである。

4.2.3 單一反射及多重反射 瞬發性の雷反射は單に 1 回のみの反射で終る場合(以後單一反射と呼ぶ)と § 3.7 に述べた A 型及 B 型多重反射とに大別する事が出来る。8 月 19 日の例についてこの種反射を分類して見ると、282 回の記録は 202 の反射波の群とすることが出来るが、その中觀測の誤差を考慮して殆んど同

一時刻に ± 2 km 以内にあつた反射を B 型その外、3~10 km の差をもつて現われた反射を A 型とすれば單一反射 65%, A 型反射 15%, B 型反射 20% となり多重反射の合計は 35% に達する。

Empire State Building への直撃雷について觀測された所によると 70% は第 1 閃光丈で終つている⁽⁶⁾。又鳳氏の本邦の雷について觀測された結果は 50% が多重電撃であつた⁽⁷⁾。電波觀測では殆んど同時刻頃起きた放電を一緒に感じる場合があり得るし、これを多重型に入れ、又極めて接近した弱い多重反射を單一と分類した事も考へられる。

A 型は一般に 4~5 個の反射が感じられたが、その現れる距離が必ずしも近くから遠く、或はその反射とならず不規則であるのは、階段前驅放電の枝分れした放電によるものと思われる。一方 B 型では殆んど 2~3 回の反射波が感じられるが、Camera による多重電撃の記録では放電間隔は統計的に $1/25$ 秒が最も多いとされている⁽⁵⁾。實際には反射波が同距離に現われても、その振幅が完全に同一でない限り、明らかに 2 個或は 3 個の反射として認め得る。これは A 型の時に違つた位置に現われた陰極線管の像は 4.3 で述べた螢光面と目の殘像効果の制限を受けないが、これと同様に眼によつて時間の間隔を測定を測定出来なくても、多重電撃の場合も容易に夫々別個の反射としては認められる。次に反射體が空中にあり程動する場合直接波と大地面反射との合成値が影響し、反射波は航空機反射の場合と同様に極大極小を繰返すことも考へられるし、第 8 圖に示す Sub Beam の影響も見のがし得ないと思われる。

4.2.4 空電との關係 既に多くの所で述べたように雷反射と同時に空電波が大きく受信され、夜間では閃光も全く同一時に感受される。これらの時間的の遅れは殆んど感じない。この事は雷反射の最も著しい特性によつてこれで容易に流星反射と區別される。本年の記録も空電と反射波の絶對値が測定出来ていないので簡単に結論を下す事は出来ないが、75 Mc の空電も近雷の場合には烈しい妨害となりこのため反射の記録は困難であつた。8 月 19. 22 日の例では近距離になるに従つて反射波對空電波の強度比が明らかに大きくなつている。これら空電は受信空中線の特性によつて、又反射波は送受空中線夫々の指向性係數の積で利いて來る筈であるから、近づくに従つて反射波は容易に受信される様になり、又輻射電力を増大することによつてこの比は向上されることは明かである。

4.2.5 雷と電離層の關係 超短波の瞬發性反射源の

1つとしての流星は 1929 年長岡氏⁽⁸⁾の電離層に対する影響の豫言以來各國に於て特に E 層等について多くの研究がなされて來、1946 年の流星雨研究によつて電離源としての性質が相當明確になつて來た。他方雷の電離層に対する影響は多くの研究があるが末に結論に達していない様である。こゝに簡単にこの方面の研究を調べて、雷放電による反射との關連を考へて見たい。

1935 年箕原氏等⁽⁹⁾は雷雨の接近とともに E 層の臨界周波數が著しく増し近距離に至つた時に 15~45 分間全周波數に亘つて總ての反射波が消失したことを觀測した、これより先古く 1925 年 C. T. R. Wilson⁽¹⁰⁾は雷雲の電界によつて平常は低高度迄届かぬ微粒子、電子、宇宙線等が吸引されそのため衝突電離を増すと提唱した。この説に従い 1933 年 Appleton 等⁽¹¹⁾及 Racliffe⁽¹²⁾等は或程度の雷と E 層反射との關係を見出している。又 Bailey 等⁽¹³⁾は雷の放電による強い電磁波によつて電離層の電子が加速されて、電離が増加すると見ている。箕原氏等は上記の實驗結果から以上の二つの説を支持している。

一方 1935 年前田氏等⁽¹⁴⁾及 Kirby 等⁽¹⁵⁾の實驗に於ては殆んど雷との關聯は現われていない。次に C 層すなわち對流圈反射に關して Watson Watt⁽¹⁶⁾は C 層を發見した最初の報告に於て雷雲が近くに存在する時は C 層、D 層の反射が旺盛な事を傳えている。その上地上 6~10 km に 5×10^{12} 個以上の Ion を毎立方厘米に長時間保つていて、これには局地雷が大きい役割をなすと唱へた。この事に関して Gish 等⁽¹⁷⁾は氣球 Explorer II の成層圏飛翔記録と Andes 山脈中 3.3 km にある Huancayo 地磁氣觀測所の記録から否定している。又 Wilson の説も支持出来ないと述べている。1941 年河野氏⁽¹⁸⁾は 4 Mc の裝置で C 層の觀測中雷鳴時 2~50 km の等價高に多數の反射が現れ最も烈しかつた 15 分間 E、F 層の反射が消失したという。空中線は半波長 doublet で高角輻射を得ていても、broad な指向性により⁽¹⁹⁾水平方向の雷の影響を受けたものと思われ、この 2~50 km に現われた反射は前田氏によれば 10~20 分間連続し雷雨時に必ず出るとは限らなかつたという。以上の結果から雷のために局部的な ion の雲を生じ近距離にある場合短波の有効な反射源となり、それが空中線上空に來た時にはこれを突き抜けて E、F 層に達しようとする電波は強い吸収を受けるため E、F 層からの反射が得られないのだとする考は大體一致している。結局この電離の原因が、雷雲の電界か、或は雷放電による強力な電磁波か、又

は我々の觀測した放電そのものゝ爲か今なを容易に決する事は出来ない。

5. 結 論

以上のべた超短波の反射は雷の放電路の Ion から反射すると考えるのが最も自然である。4 M 波或は 80 cm 波を用いて相當強力に受信されたのであるから、放電路の Ion の濃度は電離層の Ion 濃度よりも遙かに大きいと考えられる。反射され得る限界周波數は興味ある問題である。

現在の裝置に於ても 100 km 以内の多數の反射波を得る事が出來たが、反射繼續時間は殆んど $1/20$ 秒以下の瞬發性である事を示した。又反對と同時に閃光或は空電が受信出来る點に於て流星反射と明らかに區別出来る。

尙氣象臺の雷雨觀測記録等を参照するとき、共に同一時間中の資料があれば相當よく對應のつく事が分つた。又反射波を單一反射と A 及 B 型多重反射の三つに分類したが、A 型は技分れした放雷により、B 型は多重電撃による可能性が多いと思われる。その外雷と Ion 層の關係は今なを不明な點が多く今後の電離層研究との協力が必要と思われる。

謝 辭

本研究は 1944 年以來幾多困難な時勢の時にも多くの方々の理解ある庇護の下に續けられて來た、特に星合正治先生、宇野秀郎氏並に理工學研究所に於ては熊谷寛夫先生により絶大なる便宜と指導とを賜はつた。又本所の霜田光一氏、辻清雄氏により常に助言と激励とを與えられ且協力を得ている。尙中央氣象臺研究部皆川理、北川信一郎兩氏により雷雨報告参照の便宜が與えられ、本所阿部英太郎氏の好意により實際觀測の近雷についての資料を得た。その他本年夏の實驗は三浦勇一氏、結果の整理は大森敬子氏に負う所が多い。今茲にこれらの方々に對して心からなる感謝を捧げるとともに、1944 年雷反射について多大の關心をよせ助言を與へられた故佐々木清四郎氏の意志を銘記するものである。

文 献

- (1) E. Appleton & R. Na'smith : Nature 153 (1946) 936.
- (2) O. P. Ferrell : Phys. Rev. 69 (1946) 32.
- (3) J. H. Hey : Nature 159 (1947) 119.
- (4) 長島躬行、京富太郎：“テレビジョン工學第 2 卷” 誠文堂 (昭 15).
- (5) 金原 淳：“空電” 河出書房 (昭 19).
- (6) 中谷宇吉郎：“雷” 岩波書店 (昭 14).

- (7) 鳳誠三郎：“雷をよける”科學朝日（昭22年7月）。
- (8) 長岡半太郎：Proc. Imp. Acad. of Japan 5 (1929) 233.
- (9) 箕原 勉，伊藤庸二，新川 浩，山本正治：電信電話學會秋季大會豫稿（昭14）。
- (10) C. T. R. Wilson：Proc. Phys. Soc. 37 (1925) 32D.
- (11) E. A. pleton & R. Naismith：Proc. Phys. Soc. 5 (1933) 389. 46 (1935) 107
- (12) J. A. Racliffe & E. L. C. White：Proc. Phys. Soc. 45 (1933) ; 46 (1935) 107.
- (13) V. A. Bailey & D. F. Martin：Phil. Mag. 18 (1934) 369.
- (14) 前田憲一，去來川幸夫：電信電話學會秋季大會豫稿（昭10）。
- (15) S. S. Kirby & E. B. Judson：I. R. E. 23 (1935) 73'.
- (16) R. A. Watson Watt, A. F. Wilkins & E. G. Bowen：Proc. Roy. Soc. London 161 (1937) 181.
- (17) O. H. G'sh, H. G. Booker：I. R. E. 17 (1939) 117.
- (18) 河野哲夫：電信電話學會誌 222號（昭16年9月）613.
- (19) 前田憲一，河野哲夫，大森武夫：電氣通信學會誌 194（昭14）242.

機械的轉移溫度について (軸受金の組合せに関する基礎實驗)

曾田 範宗・宮川 行雄

(1947年11月25日受理)

まえがき

金屬面上に配列した油脂の分子が，ある特定の溫度以上で配列を失うことは，一つの物理學的現象として既に電子廻折法による研究^{1), 2)}から知られている事實である。一方潤滑面の摩擦の實驗において，摩擦がある特定の溫度以上において連続的なこり摩擦からいわゆる Stick-Slip に移行するという現象³⁾も，また一つの實驗的事實である。この兩現象における限界點はともに轉移溫度 (Transition Temperature) とよばれ，兩者の間に密接な關係のあることは容易に想像できるが，その關連はなお明瞭でない。テイバー³⁾はかれの實驗における轉移溫度——電子廻折法によるそれと區別するため，假りに機械的轉移溫度とよぼう——を潤滑劑の融解點と結びつけ，長鎖狀飽和脂肪酸の薄膜においてはその機械的轉移溫度は融解點より約 75°C 高いこと，そしてそれはこの溫度において油脂の分子の配列が失われるか，あるいは配列層の密度が急に低下するかするのが原因であると考えている。

しかるに，元來摩擦面における分子の配列機構は極めて複雑で，大別しても分子相互間のファン・デル・

ヴァールス力による横方向の結合力と，極性原子團による金屬面との親和力による結合力がまず配列に大きな役割を果していると思われ，實際に同一物質でも金屬面の性質いかんによつて配列をもつたり失つたりする事實も知られている⁴⁾。また摩擦の實驗になると問題は一層複雑し，以上の分子間諸力と配列の状態とが摩擦によつていかなる擾亂をうけるかによつて，機械的轉移溫度もまた甚しく影響されることが考えられる。電子廻折法による方法では單純な熱的擾亂のみを與へるから問題は比較的簡單であるが，後者の摩擦による方法では擾亂の要素に力學的なものかはいらぬためその結果は極めて複雑なものとなり，テイバーの實驗におけるように單なる鋼と鋼との摩擦の結果から一義的に轉移溫度が決定できるかどうか疑わしくなるのである。そして實はこの點に實際の軸受の問題——軸受金の組合せと焼付きとの關係——との深い關連が生ずるのである。

われわれは以上のような考えでは機械的轉移溫度に関する實驗を行い，潤滑劑の融解點，電子廻折法による轉移溫度との關係をしらべ，さらに摩擦面金屬の組