

放射線により強化された高分子材料の磨耗特性

大阪大学産業科学研究所 栗 谷 丈 夫

本文に入る前に、まず、放射線を高分子材料に照射する場合に起る主な効果と照射条件の影響について簡単に述べよう。

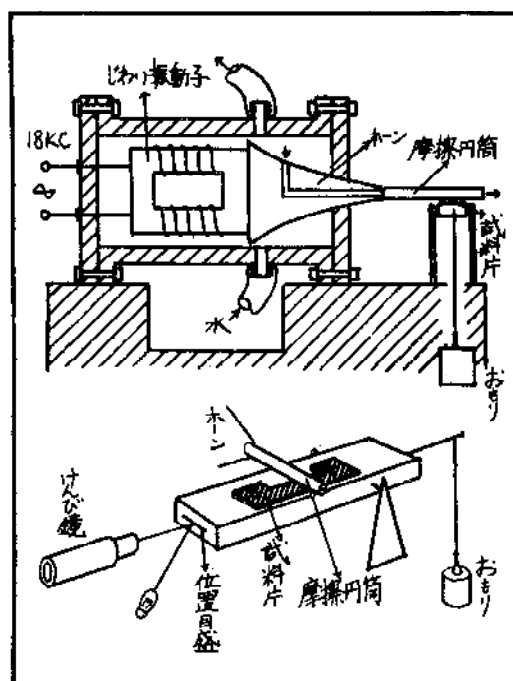
高分子材料が放射線照射を受けると多くの遊離基が形成される。これらの遊離基が互に結びついて、隣接する長い分子間に橋架けをつくり、分子間の相互運動を抑制する。かくして融点が上昇すると同時に機械的強度が大きくなるわけである。これに反して、せつかく出来た遊離基が互にうまく結合せずに、2重合などを起して、長い分子が切断するような場合もある。現在では、高分子の分子構造によつて、この中何れが起るかと言うようなことも大体判っている。前者はいわゆる架橋形 (Cross-linking type) と呼ばれ、ポリエチレンやナイロンなどはこれに属する高分子材料である。後者は崩壊形 (degradation type) といわれ、テフロンやポリ塩化ビニールなどはこれに属している。

放射が示す以上の二つの効果も照射する時の条件によつて著しく左右される場合がある。それは、

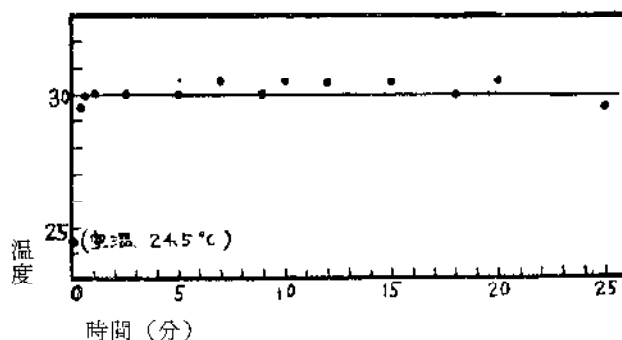
- (1) 照射中の雰囲気の影響
- (2) 照射線量率の影響
- (3) 照射温度の影響
- (4) 照射後材料の熱処理の影響

などである。(1) 照射中に酸素が存在すれば、出来た遊離基もカルボニル基 ($C=O$) などの形成に費されて、有効な架橋を起さないことになる。とくに、うすい材料を照射する時、この影響が著しいので、このような場合には、真空中または N_2 中で照射することが望ましい。(2) 照射の効果は全照射量 のみに左右されて、線量率には関係しないといわれている。しかし、これも酸素が存在しないという条件での話であつて、若しこれが存在すれば、線量率が小さいほど、同じ全照射量に対して長時

間を要するので、酸化の影響が大きくなる。(3) 放射線の影響を主に受けるのは非晶部分である。温度が高いほど結晶化度が減少するので、従つて照射効果も大き



第 1 図

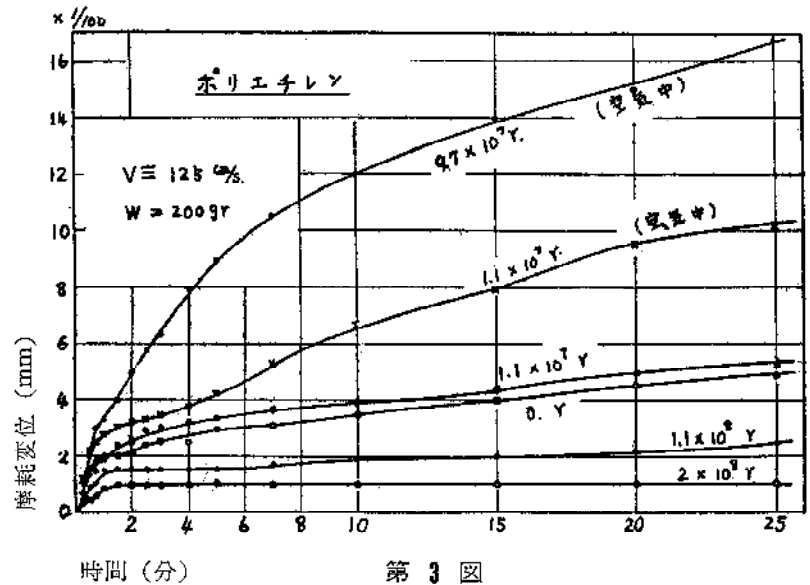


第 2 図

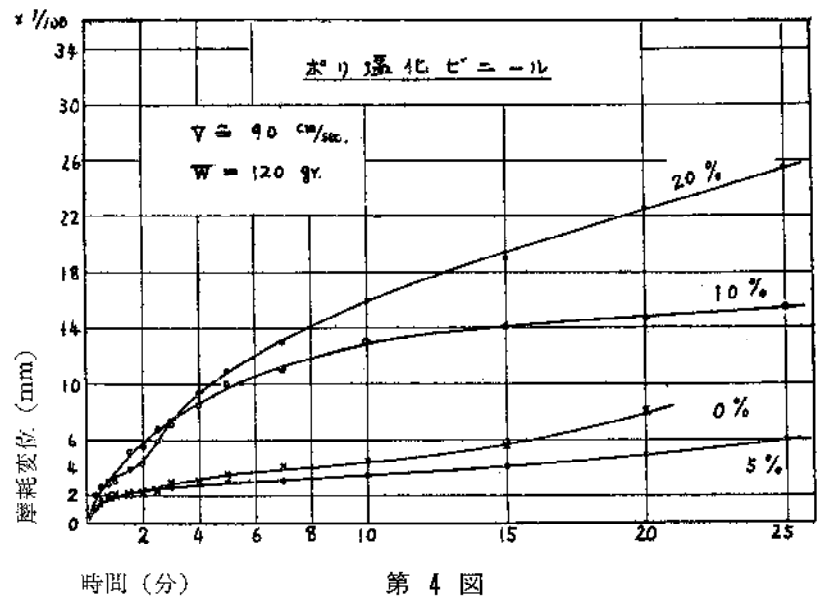
い。たとえば、ポリエチレンでは、 35°C 以下の照射では温度の影響は見られないが、これより高い温度では、照射効果は漸次大きくなるようである。(4)放射線によつて受けた高分子の性質の変化は安定なものであるといわれていたが、最近これが時間と共に可なり変化することが明らかになった。たとえば、ポリエチレンでは、非晶部分に出来た遊離基は比較的速に架橋に進むが、結晶部分に現われたものは、分子運動の困難性のために、トラップされた状態になる。これが Abter Effect として現われる。これを除くためには、結晶部の融点近くで熱処理をする必要がある。

さて次に、高分子材料とくにポリエチレン、ナイロンやポリ塩化ビニールについて、摩耗特性に及ぼす γ 線照射の効果などについて述べよう。高分子の摩耗試験は、金属のそれと同様に、極めて長時間を必要とし、その上得られた結果は温度、湿度や加重、速度等の実験条件に左右される。しかし、これらの諸条件を厳密に規定するには複雑な装置を必要である。ここでは、これらの諸点には余り考慮を払わず、単に、短時間内に摩耗特性の大体の傾向を調べることが目的として、第1図(上)のような装置を試作した。その原理は、金属テーパー・ホーンで磁歪振動子の振巾を拡大し、その先端に摩擦円筒を接着する。試料は第1図(下)に示すように pivoted-arm により一定の力でこの円筒に接触して摩擦され、その摩耗量は試料を取りつけたアームの変位量として顕微鏡で読み取られる。試料の温度上昇を防ぐために摩擦円筒には冷水を通した。このようにすることにより、試料の温度を常温より数度高いある一定の温度に保つことができた。(第2図参照)。

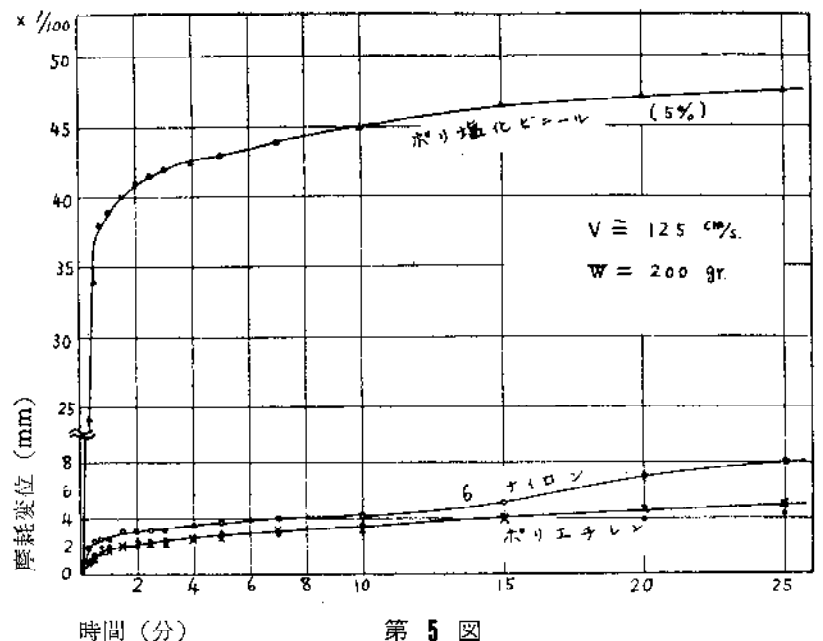
第3図は γ -線の照射量や照射雰囲気、低圧法ポリエチレンの摩耗特性に及ぼす影響を調べたものである。真空照射では照射線量と共に耐摩耗性はきわめてよくなるが、空气中照射では、かえつて劣化している。これは酸素の存在下では試料の表面は架橋よりもむしろ崩壊が主に



第3図



第4図



第5図

生産と技術

起つていることを暗示している。

第4図はポリ塩化ビニールの摩耗特性を示したものである。このプラスチックは可塑剤の含有量によつてその強度や硬さを加減しているが、ここに用いた試料では加塑剤（di optil Phtalate）の含有量が、0，5，10 および20%である。耐摩耗性は微量の加塑剤を添加する方が良好なようである。

第5図は以上三つの高分子材料の耐摩耗性を比較するために行つた測定結果である。もちろん、ナイロンは強

度の点では最も優れているが、耐摩耗性はポリエチレンよりも多少劣るようである。塩化ビニルは硬さの点では優るが、耐摩耗性はきわめて悪い。

ここに述べた測定方法は摩耗試験としては特殊なもので、ただ迅速に試験を行うということのみを目的としているために、これから得られた結果が、長時間を要する通常の試験の結果に対応するか否かは、今後の比較研究にまたねばならない。