

Photomicroscopic Observations on Interface Between Dissimilar Metals Welded by Detonation

Yōkan Nomura

When two metal parts are welded by detonation of explosive, a clad metal is formed. An interface layer between the parts is different from the parent metals owing to an action of surface jetting. It is necessary to know the metallurgical nature of the layer for practical use of the clad metal. Several photomicroscopic observations on the cross section of the interface between the two dissimilar

metal parts have been made. If an alloy is easily made from the parent metals by an usual method they are welded not mechanically but metallurgically by the explosive method. In the present work, however, it is pointed out that the interface layer is not always a perfect alloy and is accompanied with cracks in some cases. (Department of Chemistry, Defense Academy, Yokosuka, Kanagawa).

D.D.N.P. に関する研究

(第1報) D. D. N. P. のアルカリ分解物に就て

石川 正 治*

1. 緒 言

D. D. N. P. 即ち 4-6-ジニトロベンゼン-2 ジアゾ-1 オキシドは1858年に Peter Griess¹⁾ によつて合成されたジアゾ化合物であり、又これを火薬として利用する事も Clark²⁾ 其他によつて研究されて居る。併し乍ら D. D. N. P. はその合成法によつて生成する結晶の形が非常に変わるものであり、現在までも針状、板状、球状等種々の形のものが得られて居る。此等は工業的に D. D. N. P. を利用しようとする際に種々の異つた性能を示すが、此等の点を検討した報告は少いし、又更に進んで、何故このような合成法を用いれば此のような結晶のものが得られるかと言うような化学的方面の検討は更に少いように思われる。筆者は此等の点に関して一連の研究を行つたが、第一報に於ては其のうちの基礎的研究として D. D. N. P. のアルカリ溶液中での分解機構に就て報告する。此等の事柄は D. D. N. P. の分析、合成等の化学的研究に関連して

重要な意味を持つものであるが、その詳細に就ては別報で報告する事にした。

2. D. D. N. P. のアルカリ分解物の分離

D. D. N. P. を苛性ソーダ水溶液のようなアルカリ中に投入すると完全に溶解、分解して黒褐色の溶液になる此の溶液の組成が如何なるものであるかを研究し、それから D. D. N. P. のアルカリ溶液中での分解機構を推定するのが本報の目的であるが、此の溶液は化学的に単一な化合物の溶液ではないので、先づ各成分に分離する事を研究しなければならない。その方法として最初にペーパークロマトグラフによつて成分を分類し、次にカラムクロマトグラフにより各成分の分離を試みた。その状況は次の通りである。

(2)-1 分解液のペーパークロマトグラフイー

1g の D. D. N. P. を苛性ソーダ水溶液 (2g の苛性ソーダを 20cc の水に溶かした液) を用いて分解する。30分位攪拌すると大体分解を完了する。この分解液をペーパークロマトグラフを用いて展開した。用紙は No. 50 の濾紙を用い、展開液としてはブタノール、

昭和36年8月3日受理

* 日本火薬株式会社折尾作業所火工品研究課 福岡県若松市渡川

エタノール、水の4:2:1の混液を使用した。その結果得られたクロマトグラムは Fig. 1 に示すように Rf 値が0より0.5位までに種々の色調で連る種々の物質の混合物である事を示す。筆者は此等を図に示すように区分して、

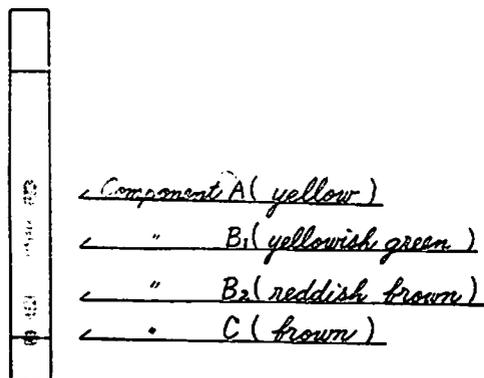


Fig. 1. Paper chromatogram of the decomposition product.

A成分……Rf. 値 0.5附近にある黄色の部分

B₁成分……Rf. 値 0.3の附近の青紫色の複雑な色調の部分

B₂成分……Rf. 値 0.1附近の淡赤褐色の部分

C成分……Rf. 値 0即ち原点から全く移動しない黒褐色の部分

の4部分に分けた。(Bのみ B₁B₂の二部分に分けたのは分解時の条件によりそのうちの一方が現われないうちがあるからであるが、此等は後述するように近似の化学構造のものと考えられる。)

(2)–2 D. D. N. P. のアルカリによる分解物を A, B₁, B₂, C なる成分に分離する方法

各成分を単離する基礎的な手法として先づカラムクロマトグラフを応用してみた。装置は普通のカラム用のガラス管で径約 4cm 長さ約 50cm の寸度のものを使用した。カラムの材料としてはシリカゲル、アルミナ等を実験したが、シリカゲルの場合は吸着が強すぎる為かうまく展開しなかつた。

アルミナを用いると一応展開するが Rf. の近いもの等が混合する事も考えられるので、結局次のような方法で4成分を分離する事にした。

成分 B₁……分解液を遠心チューブに入れ懸濁して居る B₁ 成分を沈澱させ上澄液を別に保存して置く、泥状の沈澱を集め水を加え良く攪拌し遠心分離する。上澄液は捨てる。此の洗浄操作を3回くり返せば、B₁ 成分は夾雑無機塩が無くなる為、加水分解状を呈し上澄液が透明でなくなる。此を洗浄の終点とし、此の沈澱に水を加え攪拌し乍ら 10%塩酸を液が、0.5N

位になるまで加える。此の沈澱を遠心器で分離するか濾別するか、して水洗し、真空デシケーター中で乾燥する。

成分 A……上記 B₁ 成分を分離した液を4倍に稀釈し、アルミナカラムを用いて展開する。カラム内径 4cm, 長さ約 50cm でアルミナは 200~300メツシのものを約 200g 充填し、試料を 200cc 注加する。展開剤としては水を用いる。最初の黄色の流出液を集め温度 10°C 以下に冷却し、10%塩酸で全体が 0.5N 位になるようにする。析出した A 成分を濾別し冷水で洗浄した後、デシケーター中で乾燥する。

成分 B₂……カラムの成分が移動した後、次の褐色層を分離し 10%塩酸で、0.5N にした後エーテルで抽出しエーテル可溶分を B₂ としエーテル層を水洗した後蒸発せしめ B₂ を析出させ乾燥する。

成分 C……上記のエーテル層と水の界面の浮遊物をエーテル洗浄し乾燥する。

以上の方法で得られた物質をペーパークロマトグラフで展開したが Rf 値及び色調共に所望の物質である事が確認された。

3. 分解物各成分の化学構造の研究

前記のような方法で分離した A, B₁, B₂, C, 4成分に就て各種の物理化学的測定を行つた。その結果に就ては下記の通りであるが、此等の測定値だけから各成分の化学構造を推定するのは多少無理があるように思われる。従つて此所では先づ各成分に関する測定結果を報告し、次に分解機構の推定を行い、此等を総合して種々の問題点を矛盾なく説明し得るような化学構造を考えるようにする。

(3)–1 A 成分の化学構造の研究

(1) 分子量の測定……溶媒に水を用い、氷点降下法を用いて分子量を測定した。数回の実験でも可成り測定値が変動するが、大略の分子量として 190前後の値が得られた。

(2)……窒素量の測定……島津製の微量窒素測定装置を用いて測定した。これも2回の測定値が多少バラツキがあるので厳密な比較は出来ないが平均15%前後と言う結果であつた。此は予想される各種化合物のうちジニトロフェノールの15.2%に近い値である。

(3) 吸収スペクトルの測定……島津製ベックマン DU-2 型紫外線分光光度計を用いて吸収曲線を求めた。測定はアルカリ性溶液の場合と酸性溶液の場合に就て行つたが、その結果は Fig. 2 の通りである。此と対比する為同じ条件で測定した 2-4-ジニトロフェノールの吸収曲線を Fig. 3 に記す。此の両者は可成り似て居り、A 成分が 2-4-ジニトロフェノールであると考へても矛盾はない又、此等の吸収曲線で波長

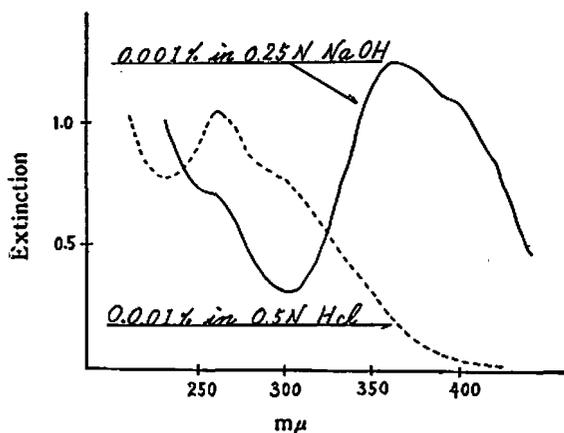


Fig. 2. Absorption curve of the Component A.

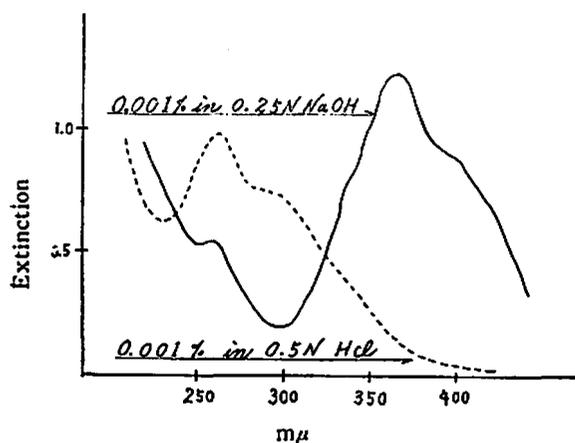


Fig. 3. Absorption Curve of 2-4-dinitrophenol.

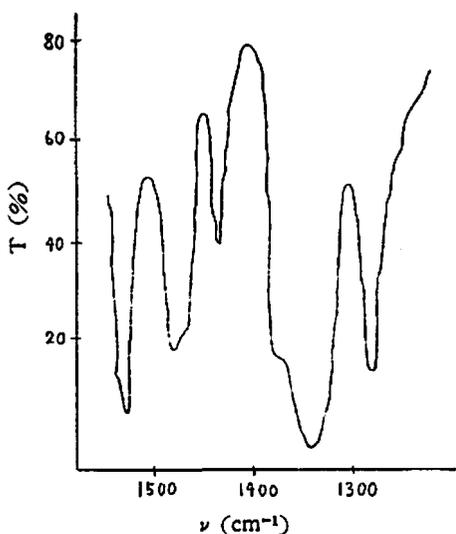


Fig. 4. Infrared adsorption Curve of the Component A.

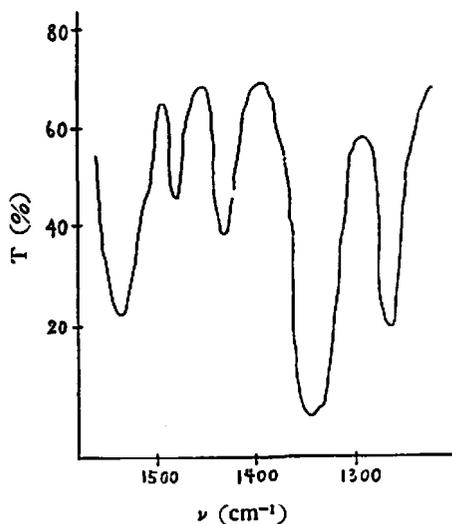


Fig. 5. Infrared adsorption Curve of 2-4-dinitrophenol.

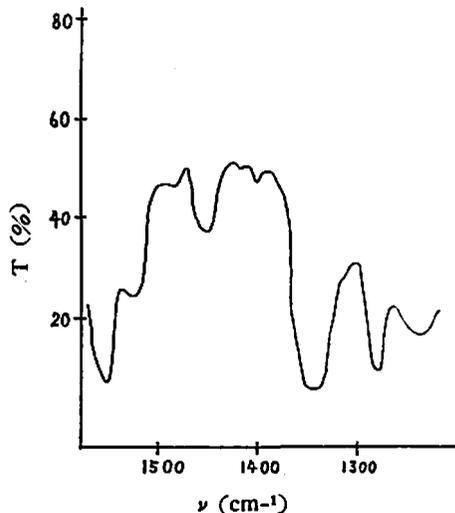


Fig. 6. Infrared adsorption Curve of 3-5-dinitrocatechol.

370m μ 附近の吸収が溶液が酸性の場合とアルカリ性の場合で大きく異つて居るのは Eucken³⁾ の研究にあるフェノールとフェノラートの関係と同じと考えられる。

(4) 赤外スペクトルによる研究……化合物の分子構造の推定には赤外による測定が有力なデータとなるので測定を行つた。その結果は Fig. 4 の通りであるが此と対比する為同様な条件で測定した 2-4-ジニトロフェノール及び、3-5-ジニトロカニコールの測定結果を Fig. 5 及び Fig. 6 に示す。此等を比較するに、A成分は 2-4-ジニトロフェノールらしい事が相当確

実と考えられる。

(5) 呈色反応……呈色反応も物質を推定する上に有力な補助手段であるから FeCl_3 による呈色反応を試験した。予備試験として 2-4-ジニトロフェノール、及び 3-5-ジニトロカテコールを試験したところ前者は呈色せず、後者は緑色を呈した。A成分に就て実験したところ、全く呈色しなかつた。

(6) 元素分析……試料を水で再結晶して元素分析した結果は $(\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6)$ とする結果となつた。これをアセチル化して再び元素分析を行つた結果は $(\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_6)$ となつた。即ちアセチルは1つしか入らない。即ち OH が1つで NO_2 が2つと言う事になり、此は 2-4-ジニトロフェノールを立証するものである。

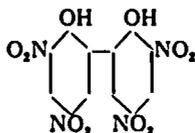
(結 論)

以上の各種測定の結果を綜合すれば、此のA成分と称する黄色の粉末は実は 2-4-ジニトロフェノールであると考えても良いであろう。ジアゾジニトロフェノールが分解する場合には先づ第一にジアゾ基の部分が切れる筈であるが水溶液ではその位置に水酸基が付く筈であるから、常識的に考えられる分解生成物はジニトロカテコールの筈であるのに上記の結果ではむしろジニトロフェノールを支持する結果となつて居る。此点若干疑問があるかも知れないが、後記の分解機構の部分で述べる事にする。

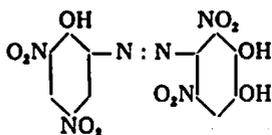
(3)-2 B₁ 成分の化学構造の研究

(1) 分子量の測定……前記と同様な方法で測定した結果 390 前後の値が得られた。データのバラッキから考えてあまり細い推論は出来ないが、とにかくA成分が芳香核1つ程度の分子量を示したのとは大きく異なり、B₁成分では芳香核2ヶ位を含む分子らしい事が解る。

(2) 窒素量の測定……前記と同様に測定して大略20%程度の値を得た。これは



ようなジアリルとして計算した場合の窒素量15%より大きな値であり、



のようなアゾ化合物として計算した場合の窒素量22%に近い値であると考えられる。

(3) 吸収スペクトルの測定……前記と同様に測定

した結果を Fig.7 に示す。此等が前述のアゾ化合物と合う仮説に矛盾するかどうかと言う事は残念ながら充分な資料がないが、前にも記した Euken の測定値

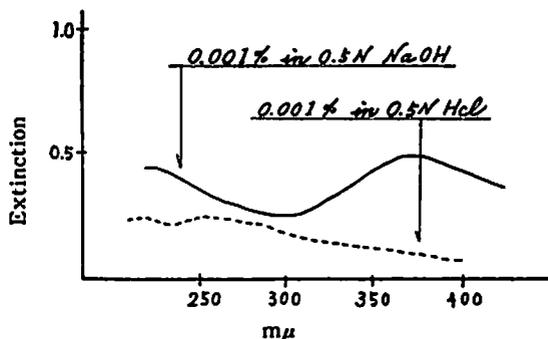
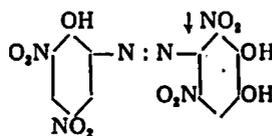


Fig.7 Absorption Curve of the Component B₁

の中に 4-ニトロアゾベンゼンの吸収曲線があつたので此と対比したところいづれも似たような傾向のものであつた。此から B₁ がアゾ化合物であると言う積極的な論拠は得られないが、勿論推定の支障となるような否定的な結果ではない。B₁に限らず後で述べるB₂, C, 等の吸収曲線もAと似たような傾向を示すのは基本の芳香核の構造が大同小異だからであろう。

(4) アゾ基の確認……試料を発煙硝酸で処理した後、H酸をカップリングさせたところ呈色した。これは



のようにアゾ化合物が矢印の位置で切断したためと考えられる。勿論置換基の種類、位置がこの通りかどうかは此迄の実験だけでは断定し得ないが、とにかくアゾ化合物である事は考えても良いと思う。

(5) 其他の一般的性質……B₁成分はアルカリに可溶で酸性で沈殿する。これから考えてもやはり水酸基も含まれて居ると思う。又エーテルに可溶であるが此を乾固したものは最初タール状で更に乾燥すると固化し粉碎し得る。筆者が別の実験でフェノール類と D.D.N.P. のカップリング生成物を作成した際も此と同様な事が経験された。此も積極的な証明にはならないが参考にして良い事実と思う。

(結 論)

以上綜合すると B₁成分は芳香核2ヶを有し、その間の結合はアゾ結合であろうと考えられる。芳香核の置換基の位置、種類に関しては上記だけでは結論は出せないが此点に就ては後述する。

(3)-3 B₂ 成分の化学構造の研究

(1) 分子量の測定……前記と同様な方法で測定した結果370~380程度の値が得られた。これから B₂ 成分もやはり芳香核が2ヶ位結合した分子であろうと言う事が推定される。

(2) 窒素量の測定……前記と同様に測定して大略16%程度の値を得た。これは前記のようにアゾ結合と考えると少な過ぎる値でありむしろジアリルとして計算した値に近い。

(3) 吸収スペクトルの測定……前記と同様に測定した結果を Fig.8 に示す。曲線の形も前記 B₁ と大

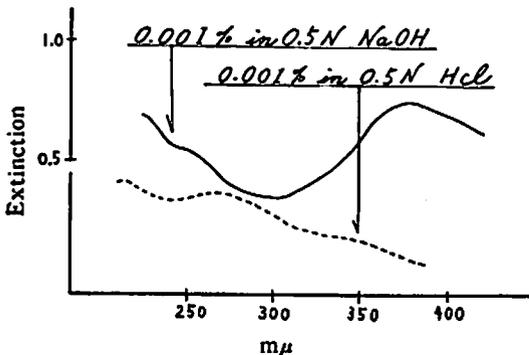


Fig.8 Absorption Curve of the Component B₂

差なく、化学構造が似て居る事を示す。置換基にニトロ基や水酸基の入ったジアリルの吸収に関しては十分な資料もなく、積極的な結論は出せないが Euken のポリフェニルの曲線と対比しても著しい相違はなくジアリルを否定する点も無かった。

(4) 元素分析……B₂ 成分を更にカラムで展開し夾雑成分を分離して元素分析を行った結果、(C₆H₃N₂O₄)_n とする値を得た。此の場合も化学構造としてジアリルを想定しても支障はない。

(結 論)

以上総合すると B₂ 成分は芳香核2ヶを有すると言う点では B₁ 成分と同様であるが、其間の結合では B₁ のようなアゾではなくジアリルであろうと思われる。此点に関しては更に後述する。

(3)-4 C成分の化学構造の研究

(1) 分子量の測定……前記と同様な方法で測定した結果620~680と言う値が得られた。此から考えれば C成分は前記 B₁, B₂, 等とは異り芳香核が3~4ヶ或はそれ以上結合したものである。

(2) 窒素量の測定……前記の測定前記と同様に測定して、平均18%と言う値を得た。これは前記 B₁ と B₂ 中間の値であるが、此は3ヶ以上の芳香核が結合

する際にアゾ結合の部分とポリフェニルの部分が入り混つて居る為とも考えられるし又C成分は分離、精製が困難なのでそのまま一成分のように取扱つて居るが元来化学的に純粋な単一物ではなく、そのうちに種々の構造のものが入つて居る為とも考えられる。

(3) 吸収スペクトルの測定……前記と同様に測定した結果を Fig.9 に示す。曲線の形はこれまでの B₁, B₂, 等とも大体同じような傾向を示し化学構造も類似のものらしい事を示すが、アルカリ性の場合 230 mμ 附近の山が特徴があり D.D.N.P. の光分解物の吸収曲線に似て居る。

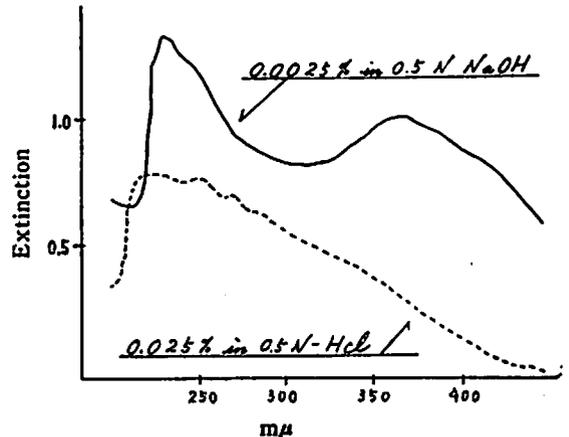


Fig.9 Absorption Curve of the Component C

(4) 元素分析……C成分を精製せず、そのまま元素分析した結果 (C₆H₃~₄N₂O₄)_n とする値となつた。

(結 論)

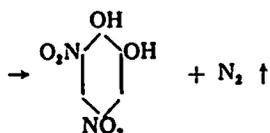
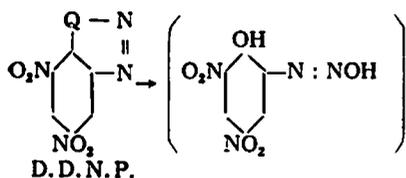
以上総合するとC成分は元々化学的に純粋な単一物ではないから、明確な構造式は定め難いが大体 B₁, B₂ と同じような構造のものに更に D.D.N.P. の分解により生じた種々の物質が結合したもの或は更に此等同志が重合した分子量の大きい物質の混合物と考えられる。

4. D.D.N.P. のアルカリ分解機構の推定

前記の物理学的測定値から得られた各成分の化学構造に関する知見に基づいて分解反応の機構を推定し、又これから逆に各成分の化学構造に関する推定を確かめてゆく事にする。以下順を追つて検討を進める事にする。

(4)-1 D.D.N.P. の第1段の分解

D.D.N.P. にアルカリが作用した場合に先づ第一に考えられる事はジアゾ基の分解によるジニトロカテコールの生成である。

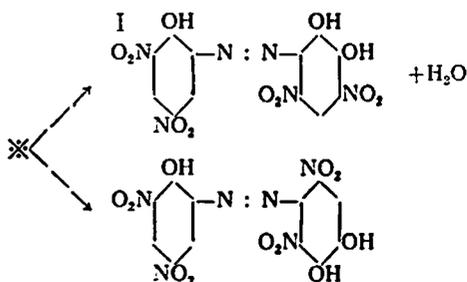
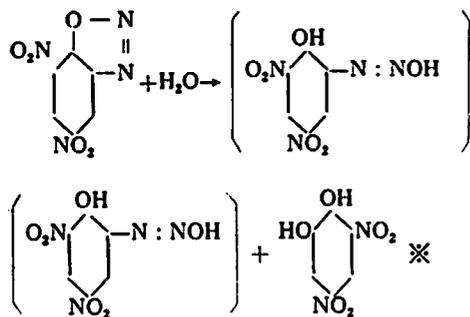


ジニトロカテコール

前記の A, B₁, B₂, C, 各成分中にジニトロカエコールが検出されなかつた事を考えると、此のものは生成すると同時に次の段階の反応（例えば未分解の D. D. N. P. とのカップリング反応）を起すものと思われる。前記A成分の正体がジニトロカテコールではなくジニトロフェノールであつた点は一考すると不自然なようであるが、此のジニトロフェノールの生因に就ては後で述べる事にする（ジニトロカテコールがアルカリ溶液中で直接ジニトロフェノールに変るとは考えられない）又アルカリ分解の際にニトロ基の部分が分解する事も考えられないでもないが meldola 及び Hay⁹⁾の説にもあるようにジアゾ基に対して、オルソヌはパラ位置にある場合ならともかく、D. D. N. P. のようにメタ位置にあるニトロ基の場合は分解はそれ程簡単ではないと思われるし、又後で述べる第二段以後の反応生成物の窒素量から考えても、第一段の分解でニトロ基はそのまま残る場合が普通と考えて良いと思う。

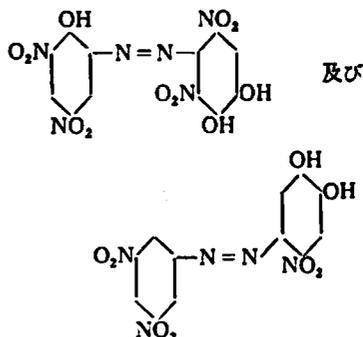
(4)-2 第2段の反応、カップリング反応

D. D. N. P. の一部が第一段の分解を起し、ジニトロカテコールのような2個のフェノールが一部生成した段階では、ジアゾ化合物とフェノール類がアルカリ性溶液中で共存する訳であるから当然カップリング反応が起る事が考えられる。此の場合は次の二つが考えられる。



このいづれが起つて居るかは此迄のデイトからでは何とも言えないが、常識的に言つて水酸基に対しパラ位置にカップルするⅡの方が普通と考えられる。（上記の式は反応物質と生成物の関係を示しただけで、機構としては所謂カチオノイド反応であるとの説には異議はない）このようにして生成したカップリング生成物が前章で述べた B₁ 成分と考えられる。

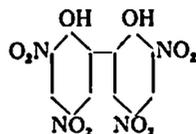
尤も B₁ 成分もクロマトグラフで更に細分すれば幾つかの成分に分けられるが、その化学的性質は殆んど同じである事を考えれば此等は同じカップリング生成物で、Cis-アゾ、及び trans-アゾの関係にあるもの即ち



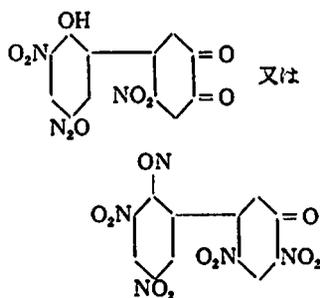
のようなもの、及び前述のオルソ及びパラの関係にある二種類が混合して居る為と考えられる（Bergmann¹⁰⁾によれば trans のみが安定であると言うが、此等は相互に移り得ると思われるのでクロマトグラフで展開する際は此の両者が出る事もあり得ると思う）。

(4)-3 第3段の反応、ジアリルの生成

ジアゾ化合物が分解する過程に於てはカップリング反応と併行してジアリルの生成が起る筈である。B₂ 成分がジアリルと考えられる事を述べたが、実際にどのような構造のものが生成するかを考えるにフェノール型のジアリルであれば Gombert¹¹⁾の研究等から考えて非対称ジアリルの生成は考え難い。しかし



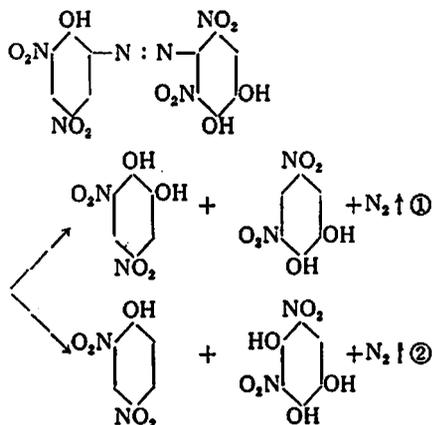
のようなジアリルが生成すると考えるのはジニトロフェノールが D.D.N.P. の第一段の分解から直接生成しないと言う考え方と矛盾する、従つてフェノール型のジアリルも勿論存在するであろうが、此所で考えなければならないのはアゾ化合物とキノンの反応である。D.D.N.P. の分解液のように生成したカエコール類がアルカリ溶液として存在する場合は酸化されてオルソキノン誘導体を生じる可能性があるし、アゾ化合物のアルカリ液はキノンの核に容易に結合してジアリルを生じるものである事が Kvalness⁹⁾ 其他⁹⁾ によつて研究されている。従つて



のようなものが生成する事は充分考えられる。

(4)-4 第4段の反応, B₁ 主成分の分解

前項までの研究で B₁B₂ 成分が生成する事は解つたが、元々カップリングの起るような PH の範囲では安定度も低下するので、Goldschmidt¹⁰⁾ の指摘する通り、カップリング反応はアゾ化合物の生成と分解の競争として考えられる。従つてアゾ化合物である B₁ 成分も生成と同時に次のように分解する事が考えられる。



上記①からは2分子のジニトロカテコールが生成するが、②からは1分子のジニトロカエコールと一分子のジニトロオキシハイロドキノンが生成する。此等がいずれもアルカリ溶液中で D.D.N.P. と共存するのであるから当然再びカップリングする事が考えられる

が、実際は陽性の置換基の一番少いジニトロフェノールが最もカップリング速度が小さく従つて単体のまま成分中にとり残される可能性が一番大きいと思われる。D.D.N.P. の分解物中に A 成分として、2-4-ジニトロフェノールが検出されたのは此の様な機構によるものであろう。

(4)-5 第5段の反応, 縮合反応

これまでの研究でアゾ化合物、ジアリル等の生成や分解の機構が相当明らかとなつたが此のような生成物はアルカリ溶液中では更に酸化縮合したり、未分解の D.D.N.P. とカップリング反応を起したりして高分子物質を作る事が考えられる。ジアリルも更に大きなポリフェニルを作る事が考えられるし、又一部はアゾで又別の一部は C-C 結合と言うような連結法の高分子物質を作る事も考えられる。このような縮合が進めば所謂アゾ樹脂のようなものに近いものとなると思われる。従つて此の系統のものは種々の構造の物質の混合物であり分子量等は平均値を示すに過ぎないと思われる。D.D.N.P. の分解物中 C 成分と呼んだものはこのようにして生成したものである。

5. 総括

D.D.N.P. のアルカリ分解と言う化学的現象に就て研究した結果分解液中には A, B₁, B₂, C, と言う4成分がある事が解つた、又此等の化学構造に就て研究した結果

- (1) A 成分は 2-4-ジニトロフェノールである
- (2) B₂ 成分は D.D.N.P. の分解により生じたニトロカテコールと未分解の D.D.N.P. カップリングにより生じたアゾ化合物である
- (3) B₁ 成分は B₁ と似たものであるがアゾではなくジアリルである
- (4) C 成分は此等が更に縮重合した高分子量物質である。等が解つた。

本研究に種々御援助を賜つた大阪女子大、林先生、京大若園先生、並びに種々御激励御指導を頂いた日化山田所長木下課長をはじめ実験推進に協力をして下さつた日化火薬部、宮崎、有村氏、折尾作業所配川氏、研究課第一係の各位に深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) Griess : Ann 106, 123 (1858). 113, 205 (1960)
- 2) Clark : Ind. Eng. Chem, 25, 663 (1933).
- 3) Eucken, A Hellewege RH (Ed) "Landolt-Börnstein Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik" 6 Aufl, Band I Teil 3, Springer Verlag (1951)

4) 京大, 若園吉一氏実測
 5) Meldola, Hay : J. C. S. 1907, 91, 1974.
 6) Bergmann Engel Sander : Ber 1930, 63, 2542.
 7) Gomberg Bachmann : J. Am. C. S. 46, 2339,

1924.
 Gomberg Pernert : ibid 48, 1372, 1926.
 8) Kvalness : J Am C. S. 56, 2478, 1934.
 9) I. G. : EP 390, 0.29 : D. R. P. 508, 395.
 10) Goldschmidt : Ber. 28, 2020, 1895.

Studies on D. D. N. P. (I)

The chemical decomposition products of D. D. N. P.

M. Ishikawa

In this paper several properties of the alkali decomposition products of D. D. N. P. were studied. Decomposition products of D. D. N. P. were separated into four parts by column chromatograph. The four components were named as A, B₁, B₂, C, component, in the order of the R_f value.

The molecular weights, nitrogen contents, absorption curve in several wave length, and some other chemical properties of the components were studied, and the following conclusions were obtained.

(1) Component A is considered to be 2-4-dinitrophenol.

(2) Component B₁ is considered to be a azo-compound, formed by [coupling between the decomposition products of D. D. N. P. and undecomposed D. D. N. P.

(8) Component B₂ is considered to be a diaryl formed by the direct combination of the two aromatic nucleus of the above mentioned azo-compound.

(4) Component C is considered to be a mixture of several high molecular substances. They are considered to be polymerized forms of the above mentioned several phenols.

雷管威力試験法の検討

(第1報 雷管起爆作用との関係)

井田一夫* 磯谷隆*

山本顕一郎* 工藤隆義*

I. 緒言

従来雷管の威力とは即ち猛度であると定義され、雷管の威力測定も猛度を測定することであると考へられていた。猛度は色々定義されているが⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾、概念的には衝動圧或は衝動量を以て表わすことが出来る。然し乍ら雷管の威力(起爆力)には、衝動圧による作用、管体破片の投射による作用、爆発熱による作用等

が考へられ⁽⁵⁾、この中で最も有効なものは、管体破片の投射による作用であることが判明した⁽⁶⁾。而してこれらの諸作用の総合されたものが雷管の威力であるから、雷管の威力試験法としては之等の諸効果を適切に表現するもので、而も操作が簡単で試験経費の少ないものが望ましいのである。

本報告は、従来から提示されている種々の試験法を紹介し、代表的な試験法について、それが表現する起

* 日本化薬KK折尾作樂所 福岡県若松市大学渡川