

DDNPに関する研究

(第2報) 合成時の結晶生成機構並びに 二三の性質に就て

石川 正 治*

1. 緒 言

DDNPの合成は化学反応の中では比較的簡単なものであり、純度も相当良い結晶が容易に高収率で得られる。従つて此の点から考えるとDDNPの合成法の研究などは不必要のように思われるかも知れないが実際はやはり相当むずかしい問題を含んで居る。その問題点の第一はどうすれば火工品の製造に便利な型の結晶を得るかと言う事であり、第二はどんな製造法で合成したDDNPが火薬として勝れた性能を示すかと言う点である。第一の点に就て言えば普通の方法で合成した場合に得られるDDNPの結晶は黄色の針状であり、此のものは嵩張つた流動性の悪い粉末である為火工品に填充しようとしても計量工具の孔にうまく入らなかつたりして作業困難となる。又第二の点に就て言えば点火により爆発し添装薬を起爆する性能とか取扱ひ感度とかが問題になるが、此等の性質も結晶の大きさや形状によつて相当異なるものであるから以上すべてを総合して最も良い結晶型のDDNPを合成する方法が研究の題目となり得る訳である。勿論これまでもDDNPの結晶型を改善する研究は種々発表されて居る¹⁾が此等の合成法はいずれもジアゾ化の際に或る種の物質を添加して結晶を析出させるものであり、或る程度有効である事は事実であるが、何故このようなものを添加すれば結晶型が変わるのかと言うような理論的な報告があまり見られないので、結晶型の改良に有効な物質を見付けるのも暗中模索の状態であつた。本研究では此点を検討し添加剤の作用機構を明らかにしたので此を發展させ新しい添加剤を開拓する事も可能となつた。又本研究に関連しDDNPの興味ある性質も発見されたので此点も併せて報告する事にした。

2. 各種合成法と生成DDNPの結晶型

(合成法に関する此迄の研究の概要)

ジアゾ化の手法はGriess²⁾以来多くの提案が出されて居る。³⁾即ち

(1) The "Direct Method"

- (2) The "Inverted Method"
 - (3) The "Nitrosylsulphuric acid Method"
 - (4) The Method of Witt
 - (5) The Method of Griess
 - (6) The Method of Knoevengel
- 等である。

併し乍らDDNPの合成の場合は原料のピクラミン酸やそのソーダ塩は水に多少溶けるし、又化学構造から考えてもジアゾ化され易い⁴⁾ものであるから上記のような特別な手法を用いなくても、Martius⁵⁾の提案した亜硝酸ソーダを用いる方法で比較的容易にジアゾ化し得る。DDNPの合成法としては上記の外に炭酸ソーダ法⁶⁾やアンモン法⁷⁾等もあるがあまり実用的でないので本研究では取上げなかつた。本研究では専ら原料にピクラミン酸ソーダを用い、亜硝酸ソーダと塩酸を用いてジアゾ化を行つた。その際の合成諸元の詳細は個々の実験報告の際に記すが、問題となるのは原料の品位で特にピクラミン酸ソーダの結晶の型が異れば合成条件が同じでも生成するDDNPの性質は全く異なる。本実験ではピクラミン酸ソーダ等はすべて40メッシュで篩つたものを用いた。Knecht, Platt¹⁰⁾によれば亜硝酸ソーダ中の硝酸塩が問題と言うが本研究で用いた試薬では特に問題は起らなかつた。

次に個々の実験に就て報告する。

2. 1) 原材料及び合成装置

本実験に使用した原材料は次の通り

亜硝酸ソーダ	} 共に試薬一級を使用
塩 酸	
ピクラミン酸ソーダ	} ピクリン酸を原料として硫酸ソーダ法で製造した赤紫色の粉末である。
ピクラミン酸	

純度分析の結果は96.35%であつた。ペーパークロマトで展開してもジアミノ化合物等の不純物はあまり見当らなかつた。

本実験に使用した合成装置はFig. 1の通りである。図中イは攪拌用のモーター(1/16 H. P.)であり、スライダックで回転数を調節する。ロはガラス製の攪拌棒で、ハは温度計、ニは2lのビーカー、ホは外槽で此

昭和37年4月30日受理

*日本化薬株式会社折尾作業所 若松市浅川

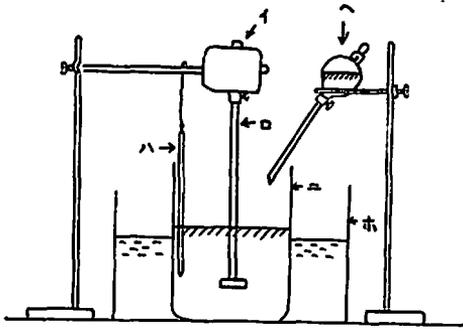


Fig. 1 Apparatus used in this study to prepare DDNP

とピーカーの間に氷水を入れ反応温度を調節した。へは分液漏斗で、これから所定量の塩酸又は亜硝酸ソーダ液を所定の流下速度で滴下せしめた。

2. 2) 実験 1 基本合成法に於ける添加順序の検討。

(目的) ここで基本的合成法と言うのは一番簡単な合成法と言う意味で、その具体的な手法はアミンを水に懸濁攪拌し乍ら、亜硝酸ソーダと塩酸を用いてジアゾ化するものである。添加順序と言うのは、

イ) ピクラミン酸ソーダに亜硝酸ソーダを一度に加えて、塩酸を少しづつ滴下する方法。

ロ) ピクラミン酸に塩酸を一度に加え、亜硝酸ソーダ溶液を少しづつ滴下する方法。

上記 2 種の方法を比較する事を言う。

この添加順序の差により、生成する結晶型に差が生じるかどうか検討するのが本実験の目的である。

(実験結果) イ) の方法によって得られたものもロ) の方法によって得られたものも共に黄色の嵩張った粉末で、いずれも流動性が悪く、添加順序による差は認められなかった。

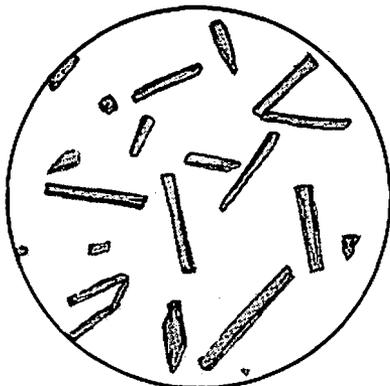


Fig. 2 Crystals of DDNP prepared by ordinary method.

顕微鏡で見たところも両者の間に全く差がなく針状、乃至柱状と称すべき結晶であった。

その状況を示すものが Fig. 2 である。

イ) とロ) では反応時の PH の変化様式は全く異なる筈であるから、結晶の型を変えるには PH だけでは駄目で他に何か晶癖を変える物質を添加しなければならない事が解る。

2. 3) 実験 2 コロイド添加の影響

(目的) アジ化鉛の合成の場合はデキストリンゼラチン等のコロイドを添加して所望の結晶型のものである事が出来るが、DDNP の合成の際も此等の物質が同様な効果を示すかどうか確認する為に此の実験を行った。

(実験結果) 生成した DDNP は実験 1 の場合と殆んど同じで、顕微鏡で見たところも前記の Fig. 2 と全く同じであった。

2. 4) 実験 3 界面活性剤添加の影響

(目的) 前記実験 2 と同様の目的で、ジアゾ化の際に界面活性剤を添加すると生成する結晶型がどう変るか確認する事を目的として本実験を行った。

(合成法) ピクラミン酸を水に懸濁させた中に塩酸を加え、これに界面活性剤 Daxad を少量添加する。この中に亜硝酸ソーダの水溶液を滴下してジアゾ化する。

(実験結果) ジアゾ化終了時の結晶は Fig. 3 に示す

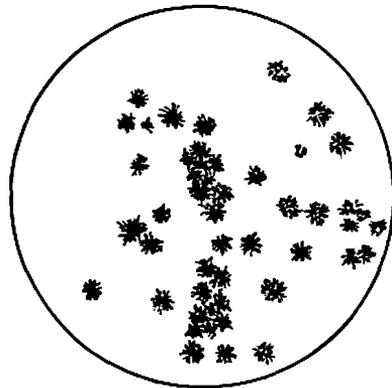


Fig. 3 Crystals of DDNP Obtained when a surface active agent was added in the diazotization process.

ような小さいイガ栗状の結晶であり、此の界面活性剤は確かに DDNP の結晶癖を変える作用のある事は解る。併し乍ら此の生成物はやはり黄色の嵩張った粉末であり流動性は悪い。尤もこの小球状の結晶は崩れ易く母液と共に加熱すると Fig. 4 のような板状の結晶に転移する。この板状結晶の DDNP も起爆薬としては

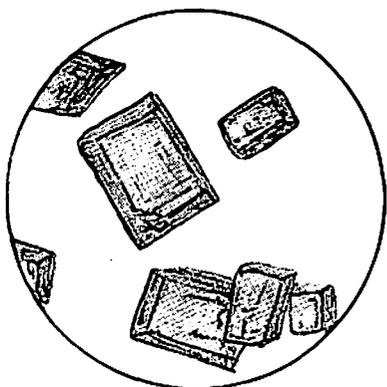


Fig. 4 Large crystals of DDNP obtained by heating the crystals in Fig. 3 in the mother liquor.

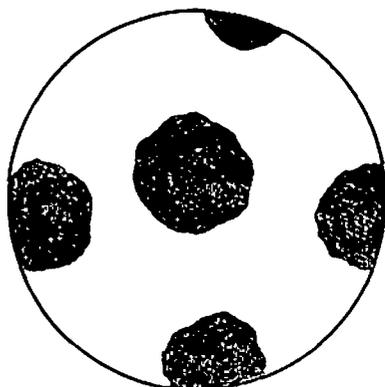


Fig. 6 Crystals of DDNP obtained when a little more amount of rosolic acid than in the case of Fig. 5 is used.

性能は良いが、此のままでは流動性はない。

2. 5) 実験 4 染料添加の影響

(目的) 文献¹⁾によればジアゾ化の際にトリフェニルメタン系の染料のうち化学構造の適当なものを添加すれば流動性の良いものが得られると記されて居たので追試した。

(実験結果) 染料系の添加剤ではメチルバイオレット等は効果はなく、実験 1 と同じような針状結晶となった。ロゾール酸は文献には記載していないがトリフェニルの構造を持つので実験したところ、次の Fig. 5 及

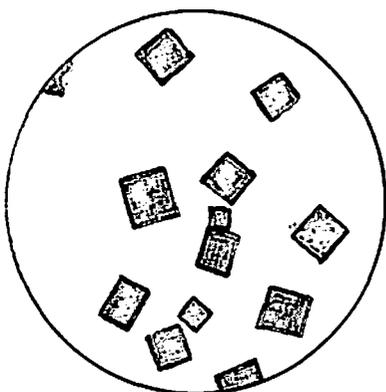


Fig. 5 Crystals of DDNP obtained when a small amount of rosolic acid was added in the diazotization process.

び Fig. 6 に示す通り少量加えた場合と多量加えた場合で生成する DDNP の結晶型が全く異り、少量の場合は Fig. 5 に示すような板状結晶となるが、多量に加えると Fig. 6 のような球状となる。此の球状のものは最少起爆量、取扱感度等火薬としての性能は良好である。

2. 6) 実験 5 フェノール類添加の影響

(目的) フェノール類を添加すれば DDNP の結晶型が変わる事は良く知られて居るがその作用機構を明らかにする為に実験 1 と同じように塩酸と亜硝酸ソーダの添加順序を変えた 2 種類の合成法でジアゾ化し、いづれの合成法でも添加剤が有効かどうかを確認するようにした。

(実験結果) 生成した DDNP の結晶型はジアゾ化の際に塩酸を先に加えるか、亜硝酸ソーダを先に加えるかで非常に異り、前者の場合は Fig. 7 のように針状結晶になるが後者の場合は Fig. 8 のような球状になる。尤もこの球状結晶の型は添加したフェノール類の種類により相当差があり、ナフトール等を用いた場合は球状とは言えない位の崩れた塊状となる。

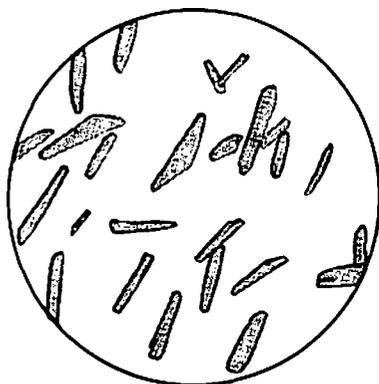


Fig. 7 Crystals of DDNP obtained when a small amount of pyrogallol is added when the mother liquor is in acid side.

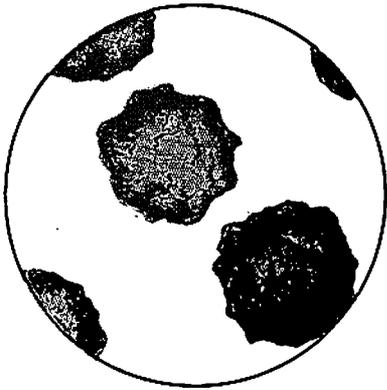


Fig. 8 Crystals of DDNP obtained in the condition similar to the case of Fig. 7 but pyrogallol was added this time when the mother liquor is in alkaline side.

2. 7) 添加剤によつて DDNP の結晶が球状化する機構の研究

以上の各種実験の結果を総合し筆者は球状結晶の生成機構を次のように仮定した。

1. ジアゾ化開始前の母液内にはピクラミン酸ソーダ、亜硝酸ソーダ、添加剤のアルカリ溶液等が共存して居り、PH はアルカリ性で此の状態では添加剤は溶液の状態にある。(勿論ピクラミン酸ソーダのみは全量溶解せず、一部結晶の状態で浮遊して居る。)

2. 此所に塩酸が少量滴下されると滴下点附近のみ酸性となり少量の DDNP が生成するが、攪拌により均一に混れば再びアルカリ性になる為、生成した DDNP は添加剤と結合反応を起す。

3. DDNP が添加剤と結合反応を起して出来た物質もアルカリには可溶と考えられるが、此のような反応が起つて居るうちに滴下された塩酸の量が多くなり母液が酸性となるに従つて、此の結合分子も析出しはじめる。

4. 此のような分子がPH の変化により析出する場合は、普通大きな単結晶にはならず所謂絮状沈澱となるものである。此の絮状沈澱は顕微鏡で見れば非常に微細な結晶が所々に寄り集つて星雲状とも言うべき不定型の集りが散在するものである。

5. 更に塩酸の滴下が進みPH もジアゾ化の主反応が起るPH になると DDNP が多量に生成しはじめるが、普通結晶が析出する場合は何か核になるものがあれば、その上に析出するものである上に、上記の絮状沈澱は化学構造も DDNP と似たようなもので更に DDNP もと化学的に結合し得るものであるから絶好

の結晶核となり、此の不定型物質の各所から DDNP が結晶化してくる。

6. 此の星雲状析出物は不定型であるから析出する結晶もランダムな方向であり、互に絡み合つたりして密な針状の核が型成される。

7. 以上の核の上に更に DDNP の結晶が成長するので、生成物は放射状の針状結晶で全体として球型に近いものとなる。

8. 此際母液中に添加剤成分が溶存して居れば此等は結晶表面に引き寄せられた状態になつて居り、此が針状結晶が縦方向に長く伸びようとするのを押るえる。其の結果で結晶は横にも大きくなり、放射状針状品の針状間もうづまり、全体として、ち密な球状の DDNP が生成する。

以上の仮定は此迄の実験の結果からだけでは説明不十分な点もあるので以下に補足的な事実を報告する。

実験 6 球状 DDNP の断面の観察

球状 DDNP の結晶を鉍薄片試料作成と同じ要領で研磨法により切断面の薄片を作り顕微鏡で観察した。その結果は Fig. 9 の通りで球状の核のまわりに放

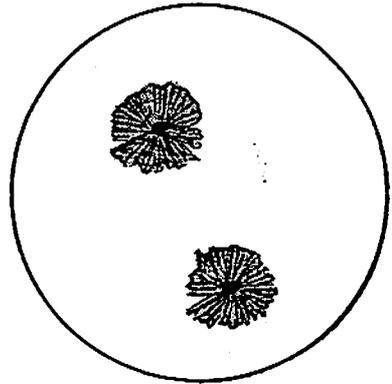


Fig. 9 Cross section of DDNP Crystals obtained as a spheric Granule.

射状に結晶が並び全体として球状になつて居る事が解る。

実験 7 星雲状沈澱の生成

各種のフェノール類を DDNP と結合させて、生成物をアルカリに溶かした後、塩酸を用いて酸性にして沈澱の状況を観察した。その結果いづれの場合も酸性になると絮状沈澱(その沈澱の色は使用したフェノールの種類により赤色から黒褐色まで色々ある)を生じ上澄液は透明となる。これを顕微鏡で見ると Fig. 10 のようである。使用したフェノール類の種別により多少の差はあるにしても、此のような型の沈澱を生じる事に変わりはない。

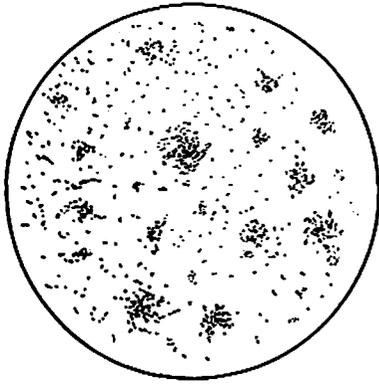


Fig. 10 Precipitate of the reaction product of DDNP and the crystal-form improving reagent.

実験 8 予め添加剤と DDNP を結合させたものを添加する合成法

上記の機構を確認するため、次の 2 種の合成法を行った。

(合成 1)

ピクラミン酸ソーダを水に懸濁させこれに亜硝酸ソーダを投入攪拌する。別にフェノール（ここで言うフェノールは所謂、石炭酸で一ケの水酸基を持つものである。前記実験 5 等でフェノール類と書いたのは 1 価 2 価、3 価等の各種フェノールの総称のつもりであるから本項とは一寸異なる。）のアルカリ溶液を少量添加する。これ等の混合液を充分攪拌して居る中に、塩酸を滴下してジアゾ化する。

(合成 2)

ピクラミン酸ソーダ、水、亜硝酸ソーダの混合液を作るところまでは合成 1 と同じであるが、添加剤とし

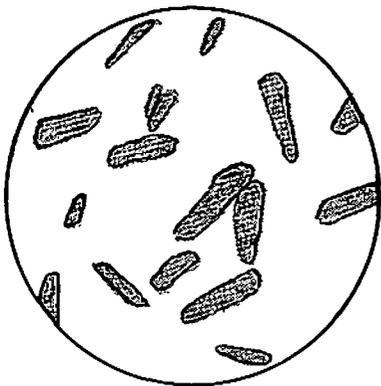


Fig. 11 Crystals of DDNP obtained when a small amount of phenol was added in the diazotization process.

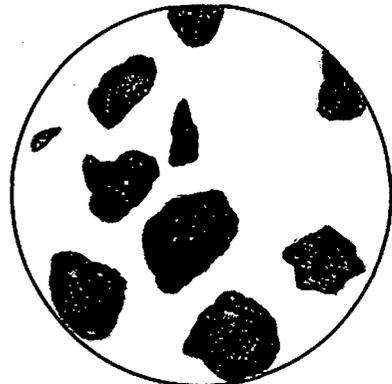


Fig. 12 Crystals of DDNP obtained when a reaction product of DDNP and phenol was added in the diazotization process.

て予め別に調製した DDNP とフェノールのカップリング生成物を加える。

上記 2 種類の合成法で得られた DDNP の結晶型を顕微鏡で比較したところ、Fig. 11 及び Fig. 12 のようになった。フェノール単味を加えた場合は柱状結晶の DDNP が生成するのみで、添加剤により DDNP の結晶を丸くする効果はなかつたが、フェノールと DDNP を予め結合させた化合物を添加した場合は一応球状に近いものが得られた。

以上実験 6、実験 7、実験 8 のような補足実験はすべて前記 1~8 の機構を立証するものであると思う。此のような推定を活用する事によつて、従来暗中模索であつた DDNP の結晶型の改良剤が理論的に求められるようになった。

3 DDNP の二三の性質に就て

緒言にも述べたように DDNP の合成研究に関連して DDNP の二三の性質が明らかとなつたので報告する。これは DDNP の耐水現象に関係するものであり実用上の意味がある。起爆薬は元来水分によつて性能の劣化するものが多く、吸湿により不点火になつたり、たとえ発火しても爆轟に到らず燃焼するため添装薬を起爆し得ず所謂半爆の現象を示す場合が多い。

吸湿でも此のような現象が起る位であるから起爆薬に水滴が接触すれば勿論吸水して不点火となるのが普通である。併し乍ら DDNP は耐湿性は良好であり DDNP を起爆薬とする雷管は 1 ヶ月位多湿の場所に置いても半爆を生じない（同じ構造の雷管で雷汞爆粉を用いると 1 週間で半爆を生じる。）更に直接水滴に接触したまま放置しても吸水せぬものが得られるので雷管をそのまま水中に浸漬して数時間放置しても取出

して水分をふり落して点火すれば充分完爆するものが出来る。従来も起爆薬に換水剤を混合して耐水性とする研究はあったが、DDNP の場合は特にこのような処理を行わなくても同様の性能を示す場合がある。勿論 DDNP でさえあれば、どんな結晶型のもでも此のような性質を示す訳ではなく、結晶型、合成法によつて非常に差がある。外見上殆んど同じ DDNP の一方が耐水性を示し他が示さぬと言う場合もあるので此が如何なる差異によるものか検討した。

3. 1) X線による結晶構造の比較

(要旨) 外見上殆んど同じ DDNP で耐水性のあるものと無いものがあるのは結晶構造に差異があるのではないかと言う事が先づ考えられる。即ち結晶内の DDNP の分子の配列方向が異なるため表面に親水部が出たり、疎水部分が出たりするのではなからうかと言う事が考えられる。此点を確認するために耐水性の良い DDNP と耐水性の無いもの(いずれも同じ系統の合成法で作つたもので外観も殆んど同じものを用いた。結晶の型は球状である。)を選び、此を更に粉碎して60メッシュと80メッシュの間のもをとり、X線によりデバイシェラー環を撮影した。

(実験結果) 実験結果は Fig. 13 及び Fig. 14 のようになり、両者の間に差はない。

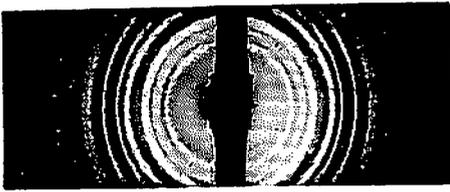


Fig. 13 Debye-ring of DDNP with water resisting properties.

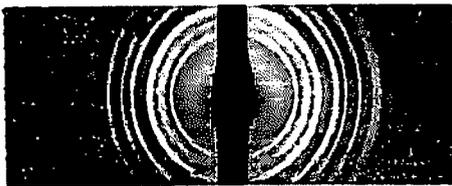


Fig. 14 Debye-ring of DDNP without water resisting properties.

3. 2) 結晶表面の微細構造の比較

(要旨) 物体の濡れの問題を論ずる場合は普通 Young²⁾の式が用いられるが、表面に微細な凹凸のある場合は此の関係は成立せず、所謂 Wenzel³⁾の式が成立し、物体表面の粗度因子が物体の濡れに影響する事になる。又粉末が外見上全く同じに見えても電子顕微鏡で見れば表面に微細なケバを生じて居る場合があ

る事も良く経験される所である。DDNP の濡れの問題にも此のような物理的の因子があるかどうか確認する為上記 3.2) の二種の試料粉末の各種の部分に就て電子顕微鏡による比較を行った。

(実験結果) 実験の結果は両者の間に差異はなく耐水性の良い DDNP だけが特に結晶表面にケバ立つた部分があると言うような事実は発見されなかつた。その代表的な写真を Fig. 15 及び Fig. 16 に示す。以上により DDNP の耐水性は表面の粗度のみが主原因でない事が解る。



Fig. 15 Surface of DDNP without water resisting properties. (powdered and observed by electron microscope.)



Fig. 16 Surface of DDNP with water resisting properties. (observed as in the case of Fig. 15)

3. 3) 球状 DDNP の表面の性質

(要旨) DDNP を合成する場合は合成の副反応により生じる物質や原料に含まれて居る不純物等各種の不純物が母液中に混在して居るので再結晶精製でも行わない限り DDNP の表面には各種の不純物が吸着されて居る筈である。DDNP の結晶の表面が此等の異物質で覆われて居る為耐水性を生じるとすれば適当

な溶剤で結晶の表面を洗滌すれば耐水性は無くなる筈である。此の点の確認実験を行った。

(実験結果) 耐水性の良い DDNP の一定量をビーカーにとりアセトンの一定量を加えて攪拌し直ちに濾過する。同様の操作を数回くり返す。各洗滌段階毎に少量の試量を取り乾燥させてから耐水性、純度等を測定した。その結果純度は1回の洗滌で急に良くなり2回目、3回目等ではそれ程変化しない事、及び耐水性は1回目の洗滌で急激に低下し2回以上洗うと全く耐水性が消失する事が解つた。以上により耐水性の原因は表面に吸着された不純物によるものである事が解る。

4. 総 括

以上の報告を要約すれば次のようになる。

(1) DDNP の結晶型と合成法の関係を研究した結果ジアゾ化の母液に多価フェノールを添加する方法で得られる球状 DDNP が火工品の製造に一番望ましい結晶型である事を確認した。

(2) 更に此のような化合物を添加すれば何故結晶が球型になるかと言う機構に就て研究した結果、此等の物質が直接結晶型を変えるのではなく、ジアゾ化の初期に於て生成する微量の DDNP と此等の添加剤が化学結合をしてその生成物がジアゾ化時の PH 変化により析出しその析出物が核を作り此の核のまわりに、DDNP が放射状に成長するため全体として球状となるかと言う機構が確認された。

(3) 従つて従来暗中摸索で探して居た結晶型改良剤が積極的に開拓し得るようになった。例えば従来 DDNP の結晶型改良に殆んど無効と考えられた一価

フェノールも予め DDNP とカップリングさせてその生成物をジアゾ化母液に添加すれば結晶型改良剤として作用する事が解つた。

(4) DDNP の合成法の研究の途中発見された性質として、DDNP は特に油類等を添加しなくとも水に濡れ難い性質を示す事が解つた。

(5) DDNP の此の作用の原因に就て研究した結果、DDNP の表面の微細構造とか結晶系とかは原因ではなく、結晶の表面に吸着された不純物が合成から乾燥、雷管への填実等の工程中に水に濡れ難い皮膜となり結晶の表面を覆うためであるとの結論を得た。

本研究に就て御指導を賜つた日本化薬折尾作業所の木下博士、研究発表に就て御指導御配慮を賜つた南坊前火薬部長、山田部長はじめ火薬部の方々、研究推進に協力して下さつた折尾研究課坂本氏他の方々には深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) U. S. P. 2, 408, 059
- 2) Young: Trans Roy. Soc. (London) 96, A65 (1936)
- 3) Wenzel: Ind. Eng. Chem, 28, 988.
- 4) Griess: Ann. 106, 123, (1858) 113, 205(1860).
- 5) Saunders: The Aromatic Diazo-Compounds. and their Technical Applications. (1936) p. 2.
- 6) 小方: 有機反応論 昭:25 p. 391.
- 7) Martius: J pr. Chem. 1866, 98, 94.
- 8) PB: 74027, 3441, 3456.
- 9) U. S. P., 1460, 708. (1923年7月3日)

Studies on DDNP (II)

Methods of preparing round granules of DDNP,
and some properties of the granules.

M. Ishikawa.

In this paper several methods of preparing round granules of DDNP were investigated.

Addition of some surface active agents, colloid and some aromatic compounds was tried. The crystal forms of the obtained DDNP were compared.

The most desirable granules were obtained when a small amount of some aromatic com-

pound was added in the diazotization process.

Further investigations were made to make clear the mechanism of the formation of round granules. The conclusions are as follows,

- 1) The aromatic compound, when added, reacts at the first stage with DDNP in the solution.

2) This reaction product makes nucleus for the crystals of DDNP which were to be formed after the above-mentioned reaction.

3) Many needle crystals of DDNP grow on every nucleus, making consequently a round shape of granules as a whole.

Among the properties of DDNP, water-resisting property was especially investigated. The conclusions are as follows.

1) Even after they were immersed into water, blasting caps charged with DDNP can be detonated completely by ordinary means, only if the water in the caps is

removed by shaking.

2) This property is not always common in the DDNP, thus obtained. Some of them have this property, but others have not.

3) This difference was investigated by many means, and it was confirmed that water-resisting property depends on the structures of the surface of the granules. In other words, a kind of impurity caused on the surface of the granules during the diazotization process gives the granules water-resisting property.

ニュース

感温性極小のロケット推進薬

防衛庁が今年度から第二次防衛力整備計画で、AAR, SAM, ATM などミサイル、ロケットの開発を急いでいるほか、東大生産技研が銅を打上げるなど、ミサイル、ロケットの開発が活発化している。これに伴ない各推進薬メーカーの研究も活発に行なわれている。すでに旭化成のポリウレタンをバインダーとする推進薬、大日本セルロイドの ATM 用推進薬、日本油脂の NAP 推進薬などが開発させているが、このほど日油では「感温性極小のロケット推進薬」を発表した。これは従来のものが周囲の温度や圧力によつて燃焼速度が変化するに対して、 $-40\sim+55^{\circ}\text{C}$ および圧力変化の下でも一定の燃焼速度を保持するものである。

同社では製造法や触媒などに関する特許を申請中とのこと。(日刊工業 37-6-11)

強力な火炎で石切り

採石場で岩石を大きく切るのに、強力な火炎を噴射する方法が使われている。これは酸素、パラフィン混合物を燃して、火炎を吹管から高圧で噴き出し、岩石に溝をつける方法である。溝の中は3~4インチで、深さと長さは自由に調節できる。この溝に少量の爆薬を仕込んで爆破する。この方法はアメリカのユニオン・カーバイド社が開発したもの。[日刊工業 37-7-26 (Engineering 5月4日 p. 584)]

簡易溶接法の開発に成功

帝国火工品では、熱化学反応を応用した分子的溶着方法の研究を進めていたが、このほど僅か10秒で溶接のできるテイカウエルド工法の開発に成功した。

その原理はテルミット溶接法を簡略にしたもので、鉄の代りに燃焼熱の低い銅を選び、パウダーには酸化銅とアルミのほか特殊添加物を加えたものを使用する。

ケーブル溶接の例では、まずこれに適した黒鉛製の鋳型を作る。その上部に混合パウダーを入れ、点火窓から点火銃により点火すると、パウダーは溶けながらステンレスのディスクと共に湯口に落ち、溶接部に向つて流れ落ちる。そして10秒で完全に溶接は終る。この工法は接合物の通電性が良い、ゆるみや腐蝕がない、手軽である。など優れた特長がある。(日刊工業 37-7-24)

ロケット推進薬に石炭の使用

フォード研究所の R. W スプレグ氏によれば、ロケットの推進薬に石炭を使うことは技術的に可能であるといわれる。石炭粉末と金属粉末とを混合した固体推進薬は、石炭の灰に似た炉焼生成物を作るが、推進薬として使用できる。これはある種のロケット推進薬のコスト切下げ法として考慮の価値がある。[日刊工業 37-7-25 (Machine Design 6月7日 p. 24)]