

流動 N プロセス

Study on Fluid N Process

西山 太喜夫\* 高野 憲三\*\* 南郷 忠勇\*\*\*  
Takio Nishiyama Kenzô Takano Tadao Nangô

要 旨

ケイ酸ナトリウム水溶液とケイ素粉末との反応を利用して、ケイ砂を強固に結合させて鑄型を造型する“Nプロセス”の流動化の研究を行ない、つき固めをせずに鑄型を製作する方法を開発した。この方法を“流動Nプロセス”と呼ぶことにする。

この方法で製作した鑄型はNプロセスで製作した鑄型と同様な特性を持ち、大物鑄物に適用できる見通しを得た。本報では流動Nプロセスによって造型した鑄型の性状および実用化実験の状況を説明する。

1. 緒 言

最近の鑄物界における造型技術は目ざましい発展を遂げつつある。

ここ数年の間に、幾多の新造型法が発表されている。そのうちの一つにソ連で開発された流動自硬性鑄型<sup>(1)</sup>(FS法)

がある。これは従来の造型法と異なり、鑄物砂に流動性を与え、鑄わくに流し込むだけで鑄型を作る画期的な方法で、作業の合理化、生産性の向上、環境衛生の改善などが期待できるので注目をあびている。国内においてもセメントを結合剤<sup>(2)(3)</sup>とした流動自硬性鑄型が開発されている。

日立製作所としては“Nプロセス”<sup>(4)(5)</sup>と称する、日立独自の造型法を持っている。このものは発熱自硬性鑄型の先駆をなしたもので、鑄型の強度が強い、残留水分が少ないなど、ほかの鑄型に見られないすぐれた特長を持っている。今回、これらのすぐれた特長を生かし、さらに流動性を与えた“流動Nプロセス”を開発した。まだ不十分な点が一、二あるが、実用化実験を進めながら改良を加えつつある。鑄込実験の結果はNプロセスと同様に鑄肌のきれいな鑄物を作ることができ、実用可能な見通しを得たので、それらの結果の概略を報告する。

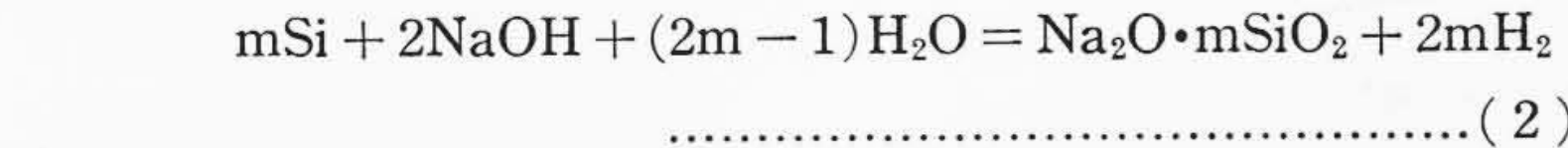
2. Nプロセスの硬化機構と流動化

Nプロセスの流動化を図るにあたってたいせつなことは、その硬化機構<sup>(4)</sup>をよく知っておくことである。そこでNプロセスの硬化反応をいま一度振り返ってみることにする。

ケイ酸ナトリウム水溶液とケイ素との反応は次のように考えられている。水溶液中においてはケイ酸ナトリウムの一部は、次式に示すように、ケイ酸と水酸化ナトリウムに加水分解される。



これにケイ素粉末を加えると、



のように水素ガスを放出して、ケイ酸ナトリウムを生成する。(2)式の反応によって、水酸化ナトリウムは消費されるので、(1)式の平衡は破れ右辺に進む。これらの反応はケイ素または水のいずれか一方が無くなるまで継続される。

反応系全体を考えると、ケイ素が酸化されてケイ酸となり、ケイ酸ナトリウム中のケイ酸分が増加し、その際、水が分解されて水素ガスを発生したことになる。

表1 チクマ5号砂，神宮5号砂の粒度分布 (%)

| メッシュNo. | 14 | 20 | 28 | 35  | 48   | 65   | 100  | 150  | 200 | 270 | Pan | Clay |
|---------|----|----|----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|
| ケイ砂     |    |    |    |     |      |      |      |      |     |     |     |      |
| チクマ5号砂  | 0  | 0  | 0  | 0.7 | 13.7 | 28.5 | 46.6 | 9.5  | 0.9 | 0.1 | 0.1 | 0.1  |
| 神宮5号砂   | 0  | 0  | 0  | 0   | 0.6  | 18.5 | 66.2 | 11.7 | 1.0 | 0.1 | 0.3 | 1.1  |

表2 チクマ5号砂，神宮5号砂の化学組成

| 化学分析値 (%) | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | Ig. loss |
|-----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|----------|
| ケイ砂       |                  |                                |                                |      |      |          |
| チクマ5号砂    | 93.24            | 3.45                           | 1.55                           | Tr.  | 0.41 | 1.07     |
| 神宮5号砂     | 74.00            | 16.16                          | 2.82                           | 3.55 | 1.24 | 1.83     |

また(2)式の反応は発熱を伴う反応であり、この熱によって余分の水は追い出されるほかに、硬化反応が促進されて、ケイ砂を強固に結合する。したがって前述したように、鑄型の強度は強く、残留水分は非常に少なく、注湯時の発生ガス量が著しく少ないので鑄型は乾燥する必要がない。

筆者らはNプロセス鑄型砂に流動性を付与し、しかもNプロセス本来の特長をもった鑄型製作方法の研究を行なった。

鑄型砂に流動性を与えるために、界面活性剤などの起泡剤を加え、攪拌(かくはん)して空気を連行させて気泡を作り、砂粒子間隔をおし広げて、砂粒子相互間の摩擦抵抗を減少させ、また空気の弾性を利用して砂を流動させやすくする方法を採った。したがって、発熱による気泡の膨張、発生する水素ガスなどによる鑄型砂の膨張収縮を最小限に止めるようにすることが必要である。

一般に界面活性剤を加えると発熱反応を抑制する。そこで多くの界面活性剤を分類し、その構造と反応性との関係を綿密に検討し、反応をあまり抑制しない一連の界面活性剤を見いだした。そのなかから最も適した界面活性剤C-3、C-6の2種を選出した。C-3とC-6とは構造は少し異なり、C-6のほうが鑄型の性能がややすぐれている。本報ではC-6を使用した結果を報告する。

3. 流動Nプロセス鑄型砂の試験方法

3.1 使用材料および配合割合

水酸化ナトリウムは化学用1級品を、ケイ酸ナトリウムはJIS1号品をそれぞれ水に溶解して使用した。フェロシリコンとしてはJIS2号品を粉末にして使用した。

また使用したケイ砂はチクマ5号砂および神宮5号砂で、表1および表2に示す粒度分布および化学組成を持つものであった。

流動Nプロセス鑄型砂(以下流動N砂と略称する)の配合割合の範囲を表3に示した。

\* 日立製作所亀有工場 工学博士  
\*\* 日立製作所亀有工場 理学博士  
\*\*\* 日立製作所亀有工場

表 3 流動Nプロセス砂の配合範囲  
(ケイ砂 100 に対する添加 %)

| 添 加 物                | (%)      |
|----------------------|----------|
| フェロシリコン              | 3.5~4.6  |
| 水酸化ナトリウム             | 0.2~0.4  |
| ケイ酸ナトリウム水溶液 (比重 1.4) | 6        |
| 界面活性剤 (C-6)          | 0.06~0.1 |
| 水                    | 2.5~3.5  |

### 3.2 試験片の作成および試験方法

#### 3.2.1 試験片の作成

300×300×300 mm の木製わくの底部に直径 50 mm、高さ 50 mm の標準試験片 16 個取りの割型 (図 1 参照) を取り付け、上部より流動N砂約 15 kg を注入し、つき固めをすることなしに試験片を作成した。注入した流動N砂の中央にサーミスタ温度計をそう入して鑄型砂の温度上昇の状況を記録した。鑄型砂が最高温度に達してから約 30~60 分間経過してから木わくを取り去り、室内に 24 時間放置したのち、割型から試験片を取り出し、抗圧力および通気度を測定した。

#### 3.2.2 流動Nプロセス鑄型砂の試験方法

流動N砂の流動性はセメントの流動性試験法 JIS A1011, 鑄型の通気度は JIS Z2603, 抗圧力は NIK 法に従って測定した。鑄型の中心付近より、50×50×15 mm の試験片を切り取り、これを 150±5℃ の乾燥機中で 30 分間乾燥し、その減量から鑄型の残留水分を算出した。

高温強度は加熱炉を取り付けた強度試験機に試験片を取り付け、試験片が所定の温度になってから 10~20 分間 (800℃ 以下の場合 20 分, それ以上の場合 10 分) 保持し、その温度で測定した。

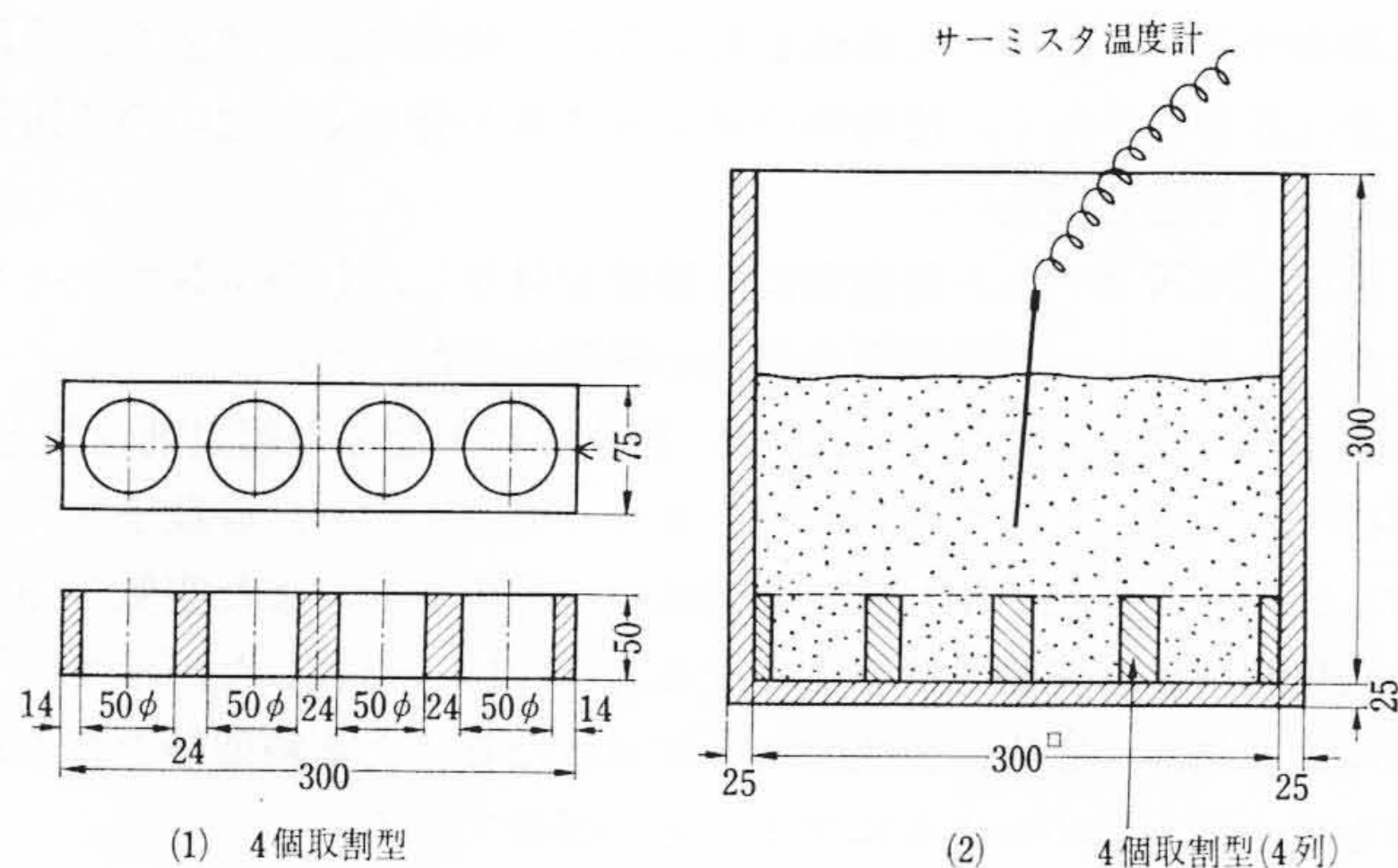


図 1 試験片作成木型

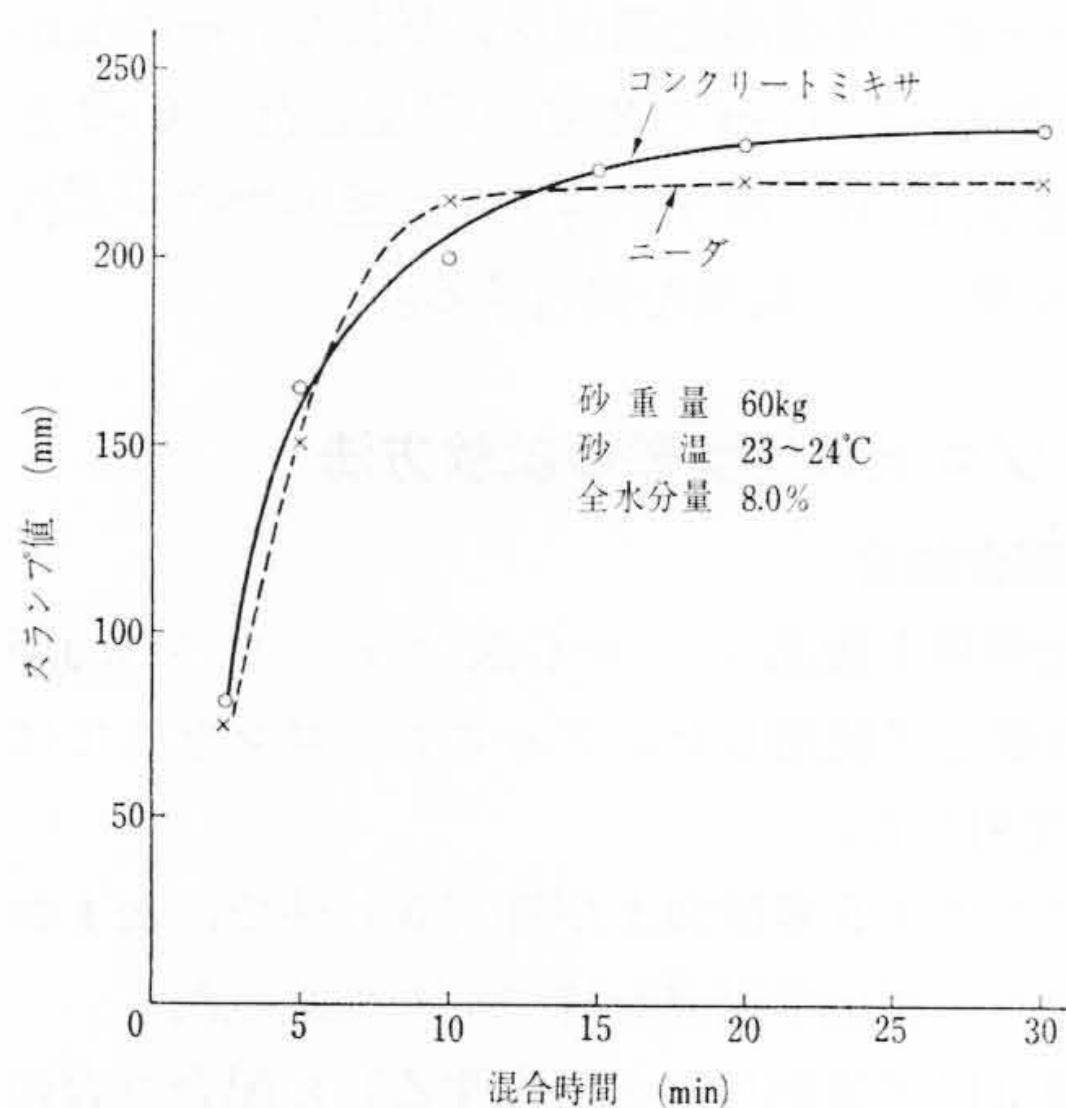


図 2 混砂時間とスランプ値との関係

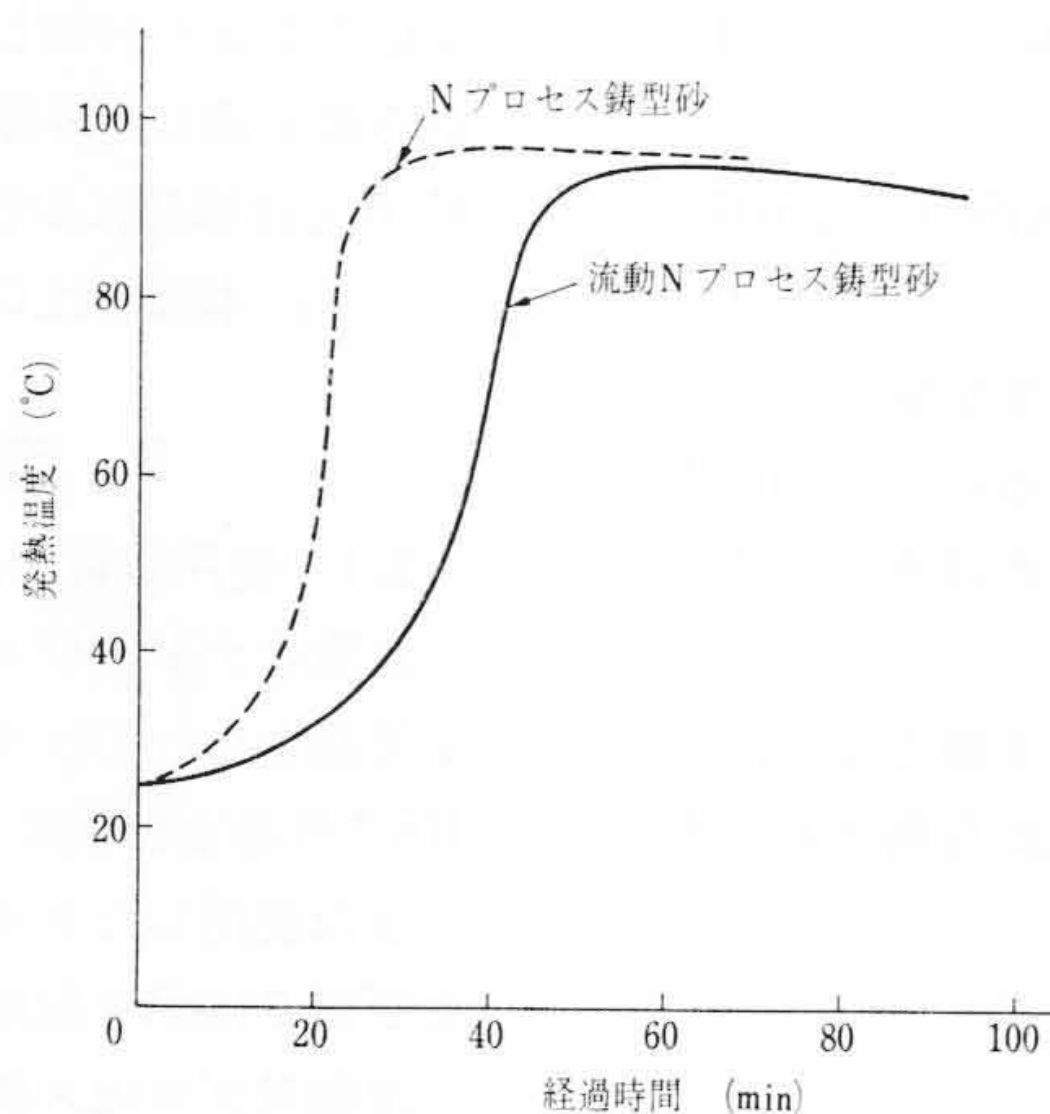


図 3 発熱曲線の比較

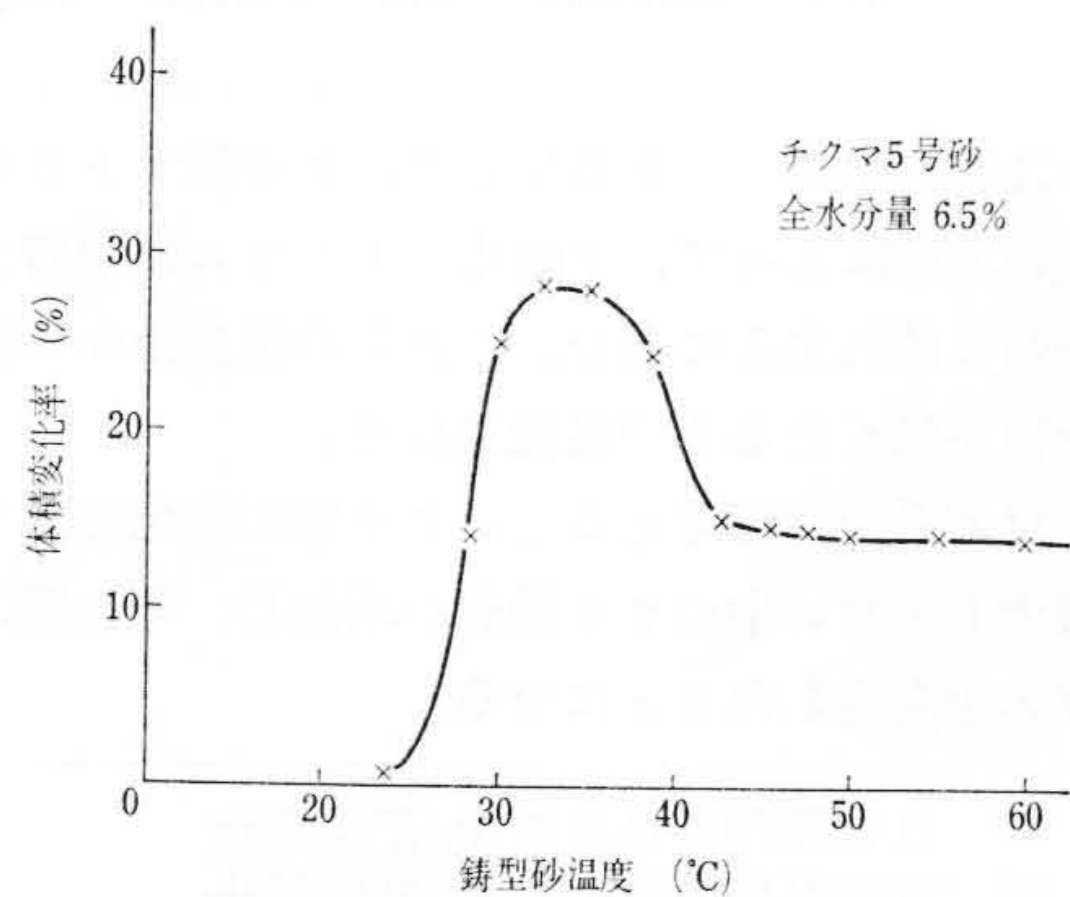


図 4 反応過程における体積変化

残留強度は所定温度の電気炉中に 30 分間保持したのち取り出し、室温まで放冷してから測定した。

熱膨張収縮の測定は、標準試験片をできるだけ自由に膨張収縮できるように、横形のエレマ電気炉の中央に水平におき、炉の側壁にもうけた透明石英の窓を通してコンパレータで試験片の長さの変化を求めるという方法によった。

加熱速度は毎分 5℃ で、最高温度 1,400℃ まで加熱し、次にそれより毎分 5℃ の速度で冷却した。

### 4. 流動Nプロセス鑄型砂の特性

#### 4.1 混砂機と流動性

数種の混砂機を用いて混砂し、混砂機の機構が流動性にどのような影響を与えるか検討した。その結果は生成した気泡を押しつぶすような機構を持つ混砂機、たとえばワールミキサ、シン普森形混砂機は流動性が著しく劣ることがわかった。市販のものではコンクリートミキサ、ニーダのような機構の混砂機が比較的よい結果を示した。図 2 に混砂時間とスランプ値との関係を示した。

同一のコンクリートミキサを使用しても、混砂量が著しく異なったり、また同じ形式のミキサを用いても、その容量が異なると流動性が異なってくるので注意を要する。

流動N砂を用いて鑄型を製作してみたが、簡単な形状の鑄型では 180~200 mm、相当複雑な形状のものでも 200~230 mm のスランプ値があれば造形できることがわかった。

#### 4.2 反応性および反応過程における鑄型砂の体積変化

図 3 は一般配合のNプロセス鑄型砂と流動N砂の発熱状況の一例であるが、流動N砂のほうが硬化反応が遅い。特に冬季のように低温になるとその差はますます大きくなる。

流動N砂の硬化反応は気温、砂温のほかに水酸化ナトリウム、フェロシリコンおよび水分などの添加量によっても変わる。したがってある程度の硬化時間の調節は、これらの材料の添加量を変えることによっても可能である。

鑄型砂をわくに流し込んだのち反応が進むと、鑄型砂中に連行した気泡の膨張または消失および反応で発生する水素ガスなどの影響で鑄型砂の体積変化が起こる。300×300×300 mm の木わくに流動砂を約 15 kg 流し込んだのち、経時的に体積変化を測定し、鑄型砂の温度と体積変化率との関係を調べた。その一例を示したのが図 4 である。

体積の変化は 20℃ 付近より始まり、35~40℃ 付近で最大となる。その温度付近から気泡が破れ連続気泡に移行し、それを通して膨張した空気および反応で発生したガスが放出されるため収縮に移り、45℃ 付近で体積変化は止まる。

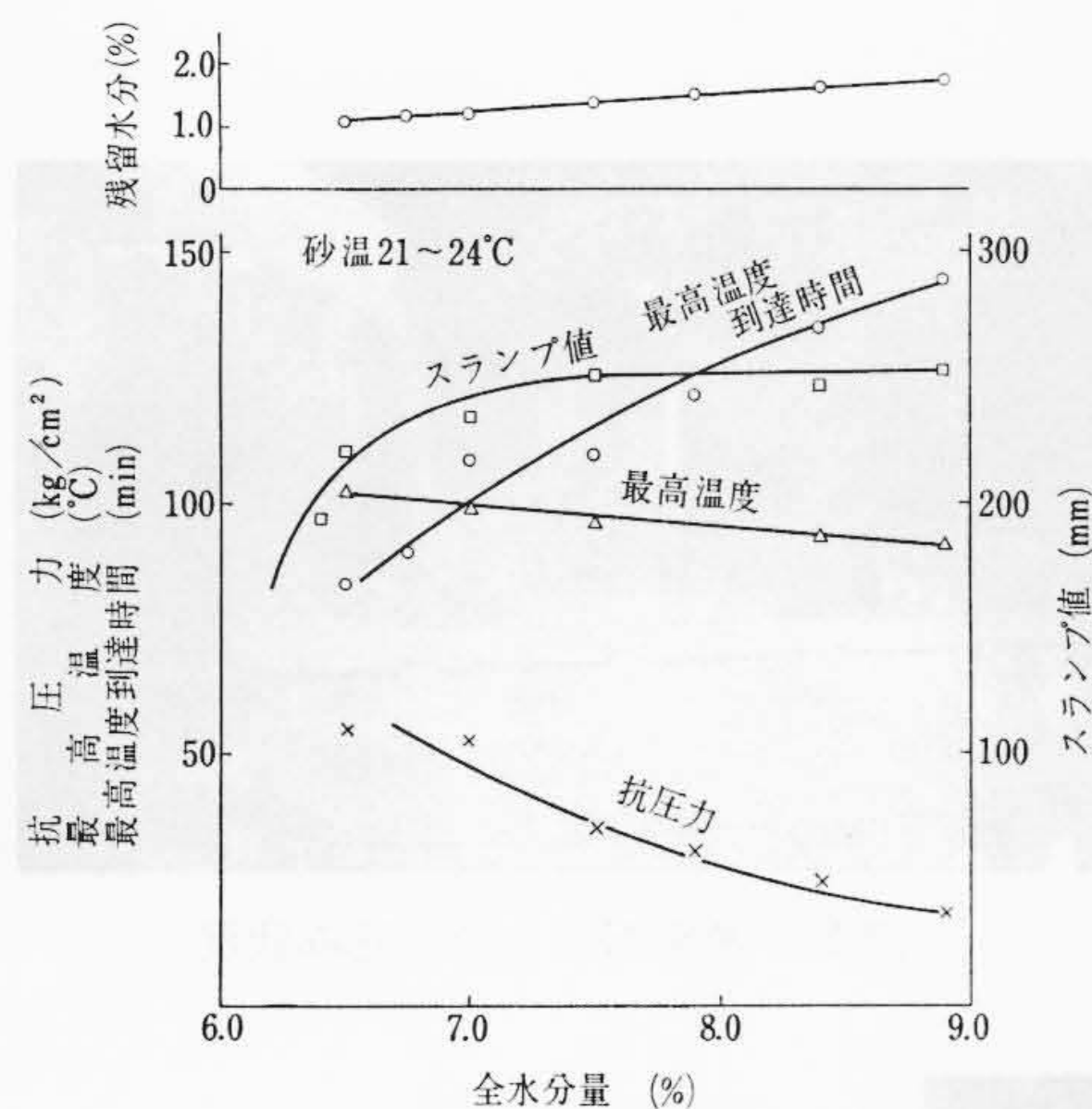


図5 全水分量と反応性および鋳型砂の特性

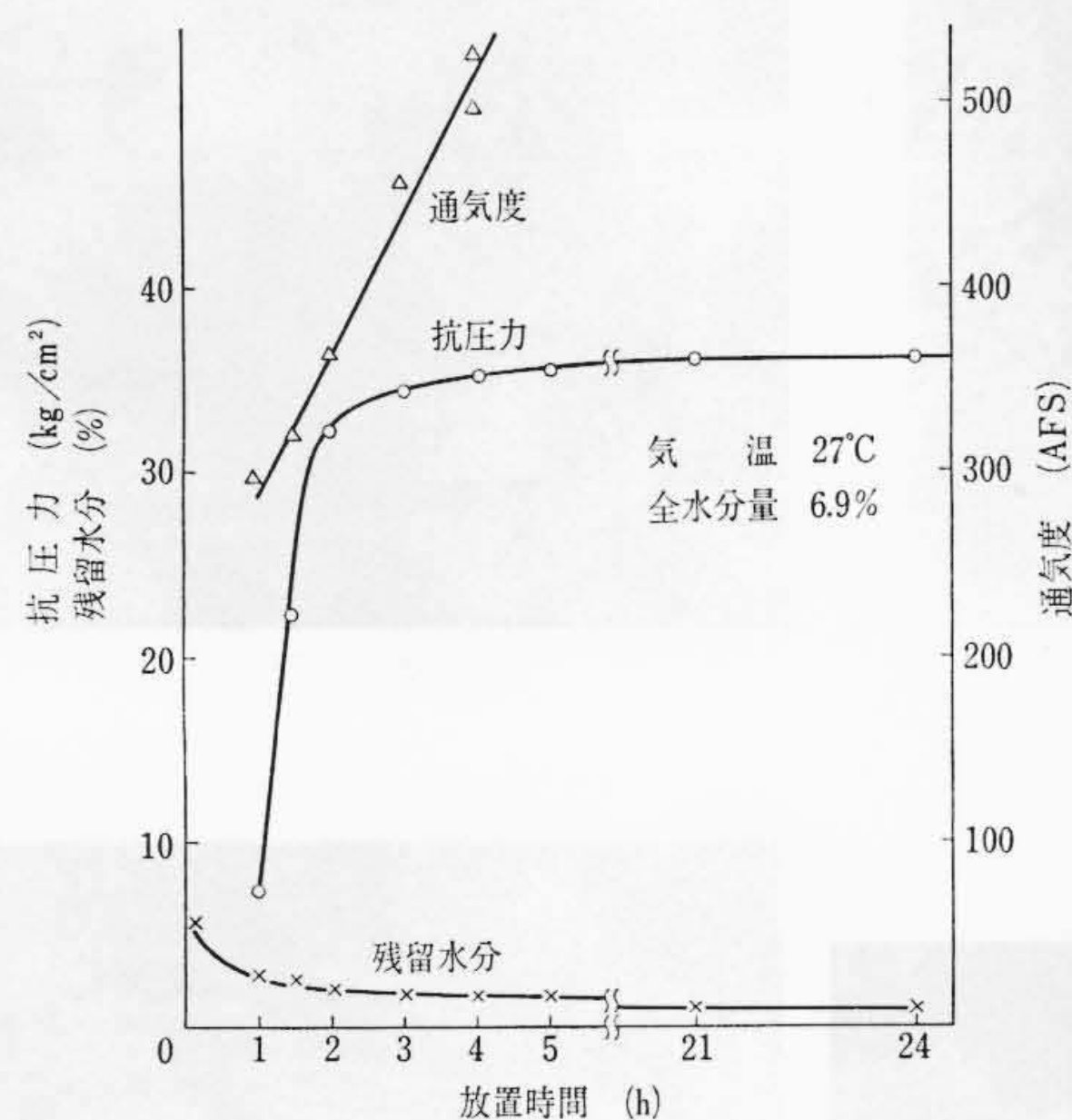


図6 放置時間と鋳型砂の特性変化

この体積変化は砂粒子の大きさ、形状および注入時の鋳型砂の湿態密度などに関係する。また配分において全水分量を大きくすると特に体積変化が大きいので、水分量を可能な限り少なくすることが望ましい。

#### 4.3 添加水分量と鋳型砂の特性

ケイ砂 100 に対し、C-6 0.1%，フェロシリコン 4.0%，水酸化ナトリウム 0.4%，比重 1.4 のケイ酸ナトリウム水溶液 6%（固形物 2.5%）の配合で、添加水分量を変えて流動N砂の諸特性を調べた。

その結果を図5に示した。添加水分量の少ないほうが鋳型砂の温度上昇は高く、最高温度に達するに要する時間は短い。また当然のことであるが、鋳型砂中の残留水分も添加水分量に比例して少なくなる。

流動性は水分量の多いほどよい。全水分量が6.5%でスランプ値は220 mmであった。全水分量がそれより少なくなると流動性は急激に低下する。

鋳型砂の強度は添加水分量の少ないほうが強い。全水分量  $W_t$  と鋳型砂の抗圧力  $C$  との間には

$$CW_t^b = k \quad \dots\dots\dots (3)$$

$b, k$  は定数

なる実験式が成立した。

#### 4.4 放置時間と抗圧力、通気度、残留水分

4.3の配合で、水酸化ナトリウムの添加量を0.4%，全水分量を7.0%とした流動N砂をわくに流し込んだのち経時的に鋳型砂の特

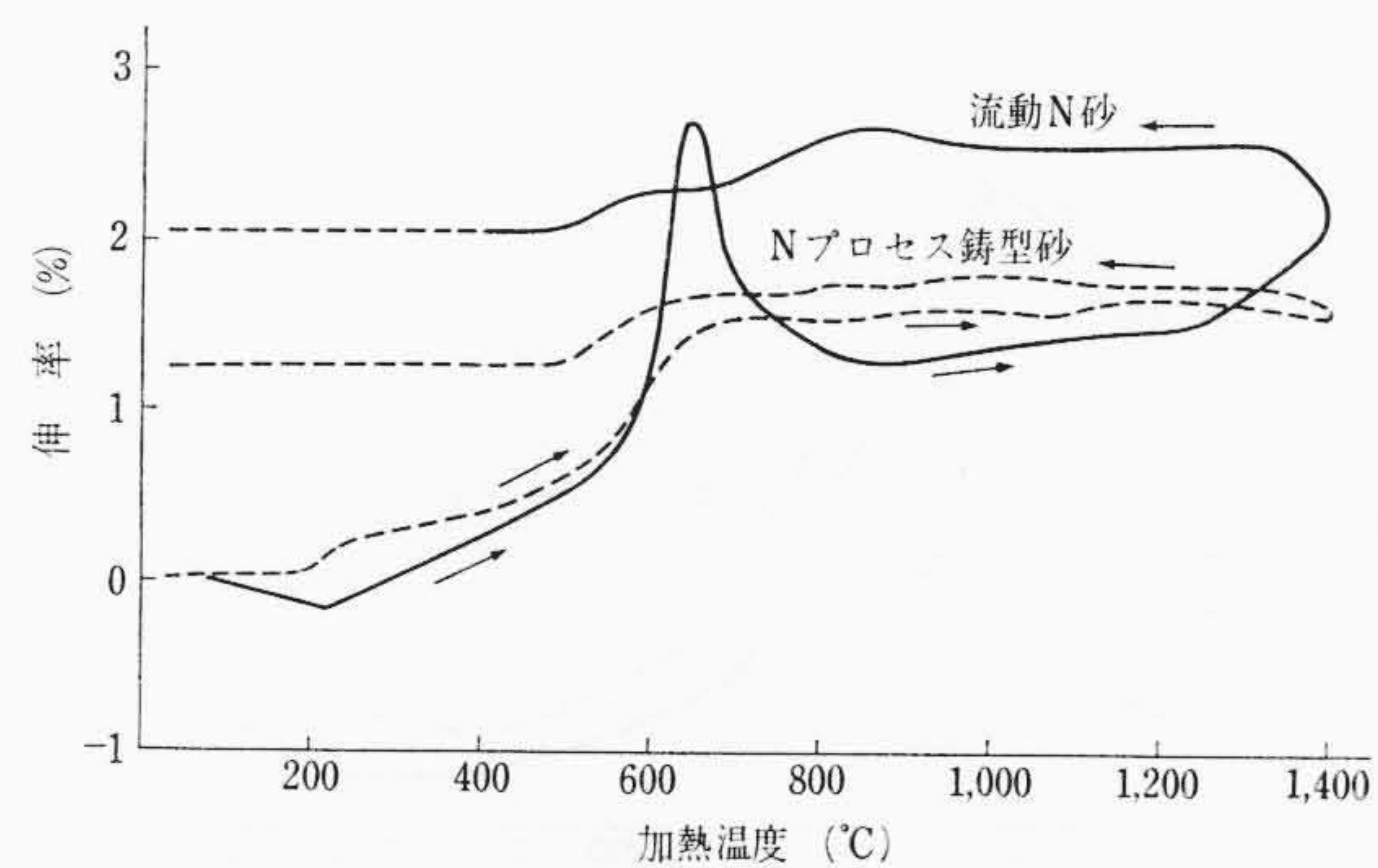


図7 熱膨張曲線の比較

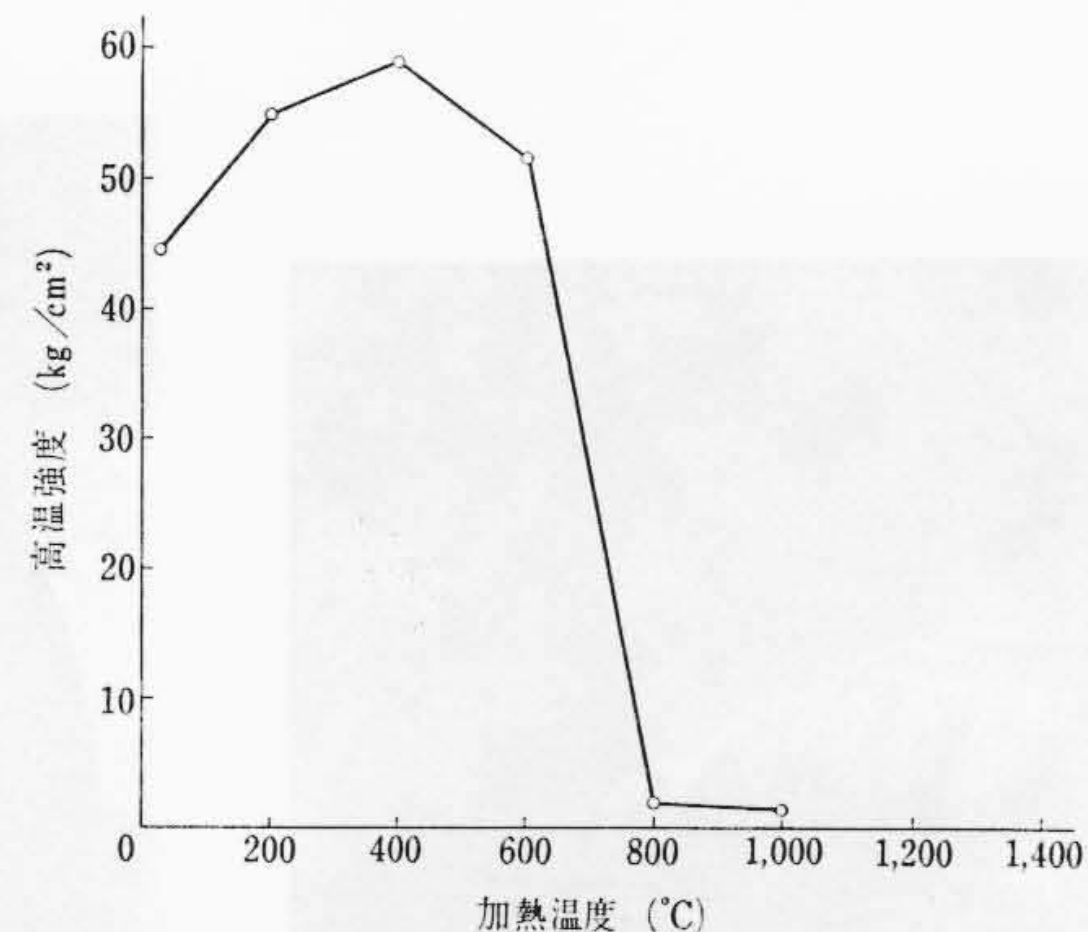


図8 鋳型砂の高温強度

性を調べこれを図6に示した。流動N砂のスランプ値は230 mm、鋳型砂の最高温度に達するに要する時間は43分、最高温度は94°Cであった。

放置による鋳型砂の強度は1～2時間までは急激に上昇し、それ以後はあまり変化しない。24時間後の抗圧力は36 kg/cm²であった。通気度も抗圧力の増加するに従って急激に変化し、抗圧力が飽和する付近では500 AFS以上になる。24時間後の通気度は約2,000 AFSで、普通のNプロセス砂の約10倍である。また24時間後の残留水分は1.1%であった。

#### 4.5 熱膨張、高温強度および残留強度

試験片作成後24時間以上経過した試験片について熱膨張、高温強度および残留強度を測定した。それらの結果について述べる。

##### 4.5.1 熱膨張

図7は室温から1,400°Cまで加熱し、それから室温まで冷却し、その間の膨張および収縮を測定した結果を示したものである。

室温から220°C付近までは収縮を示し、それから膨張に移り、560°C付近まで直線的に膨張する。570～580°C付近から急激に膨張し、620～650°Cの間で伸率最大を示す山が現われた。850°C付近から再び膨張に転じ、1,200°C付近よりまた急激に膨張する。同じケイ砂を使用したNプロセス鋳型砂の膨張収縮曲線を点線で示したが、上記のような異常膨張は認められなかった。フェロシリコンの代わりにカルシウムシリサイド粉末を使用したNプロセス鋳型砂では、680°C付近で伸率最大を示す山が現われることが報告<sup>(4)</sup>されているが、これほど大きい膨張ではない。

##### 4.5.2 高温強度

流動N砂の高温強度を図8に示した。高温強度は400°Cで最高となり、約60 kg/cm²の抗圧力を示す。600°Cではまだ50 kg/cm²の抗圧力を示すが、800°Cでは急激に減少し約2 kg/cm²の抗圧力となり、Nプロセス鋳型砂の40 kg/cm²より著しく低く、炭酸ガス法の鋳型砂の値に近い。

これらの結果から、厚肉の鋳物を鋳込んだ際に、鋳物にどのような影響を与えるかを慎重に検討する必要がある。

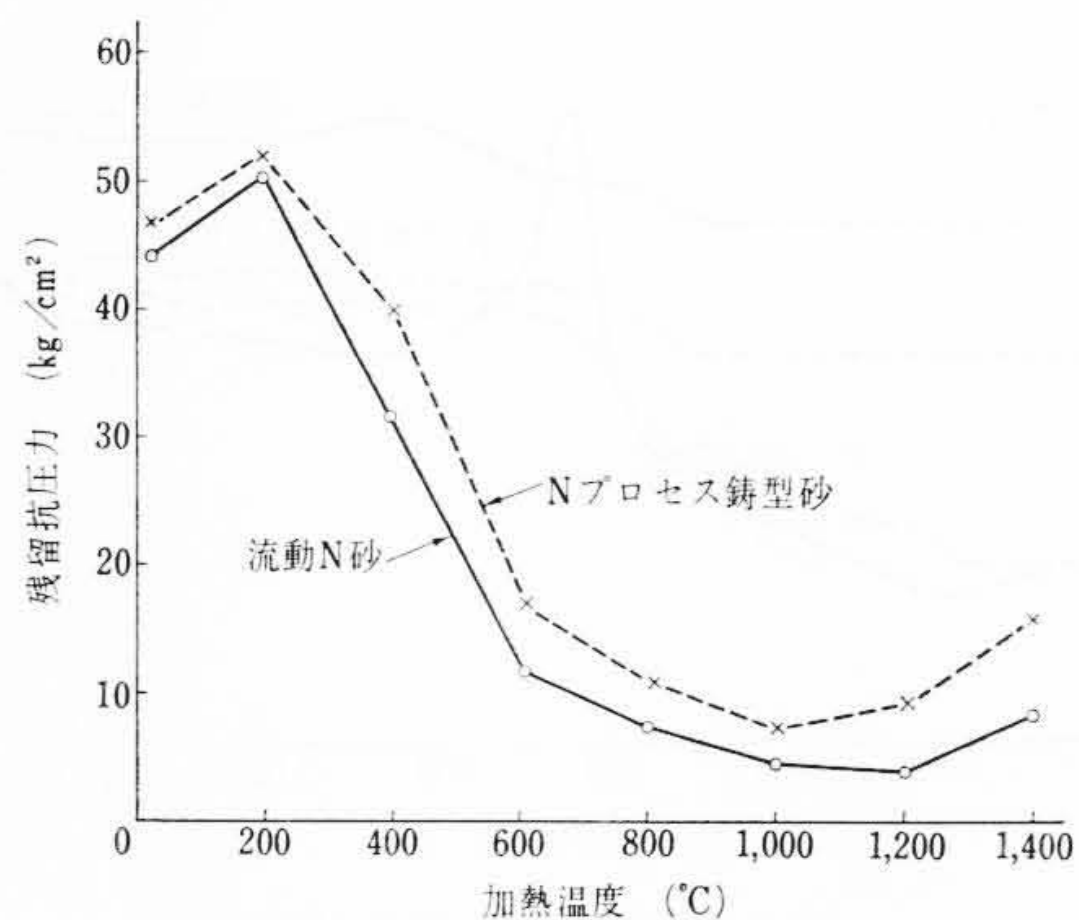


図 9 残留抗圧力の比較

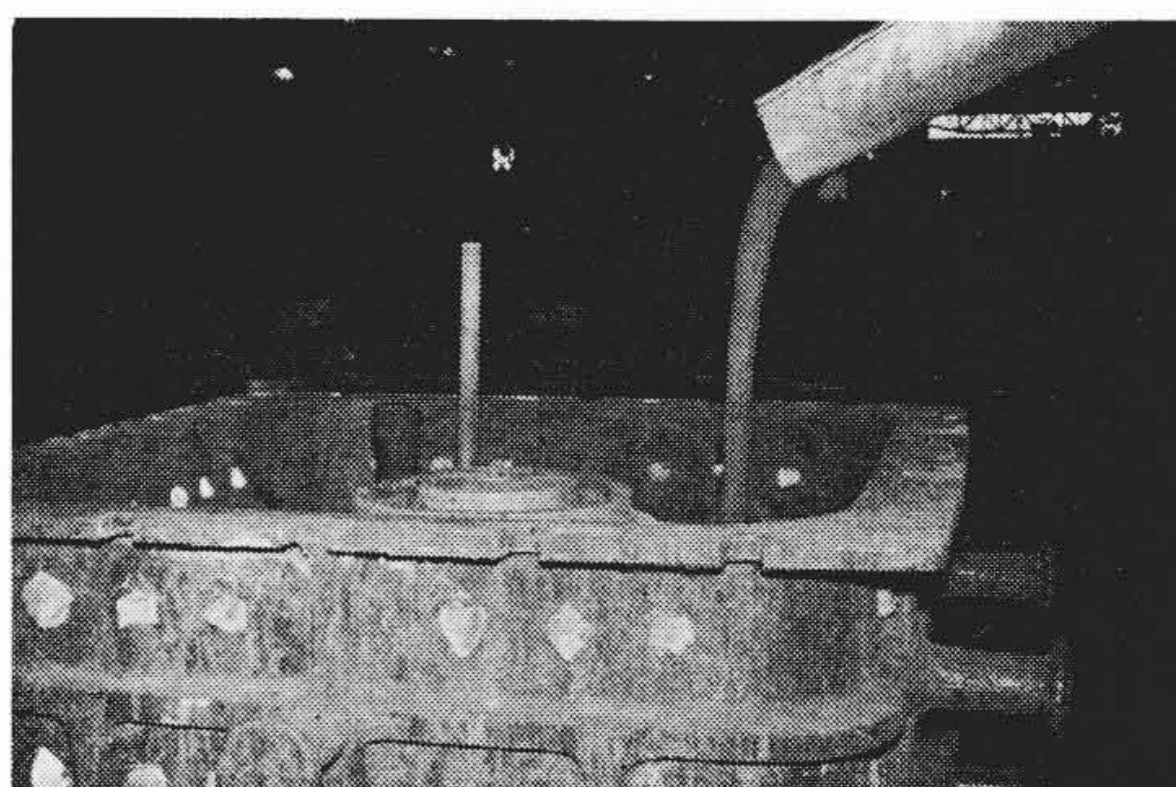


図 10 流動N砂の流し込み状況



(a) 上 型

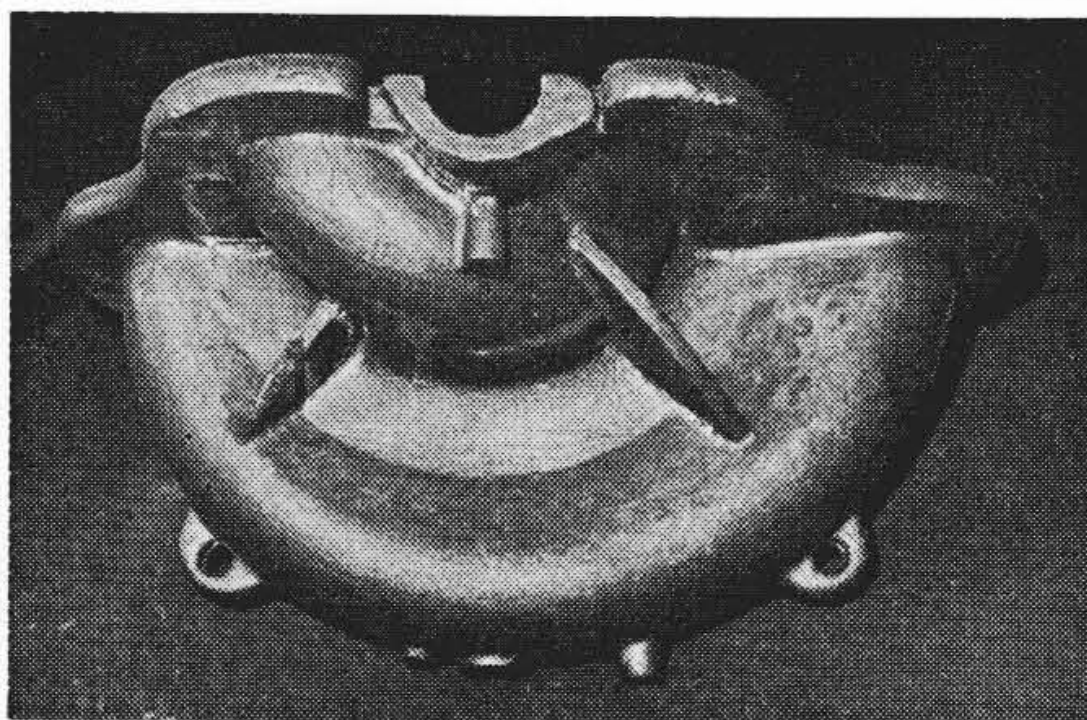


(b) 中 子



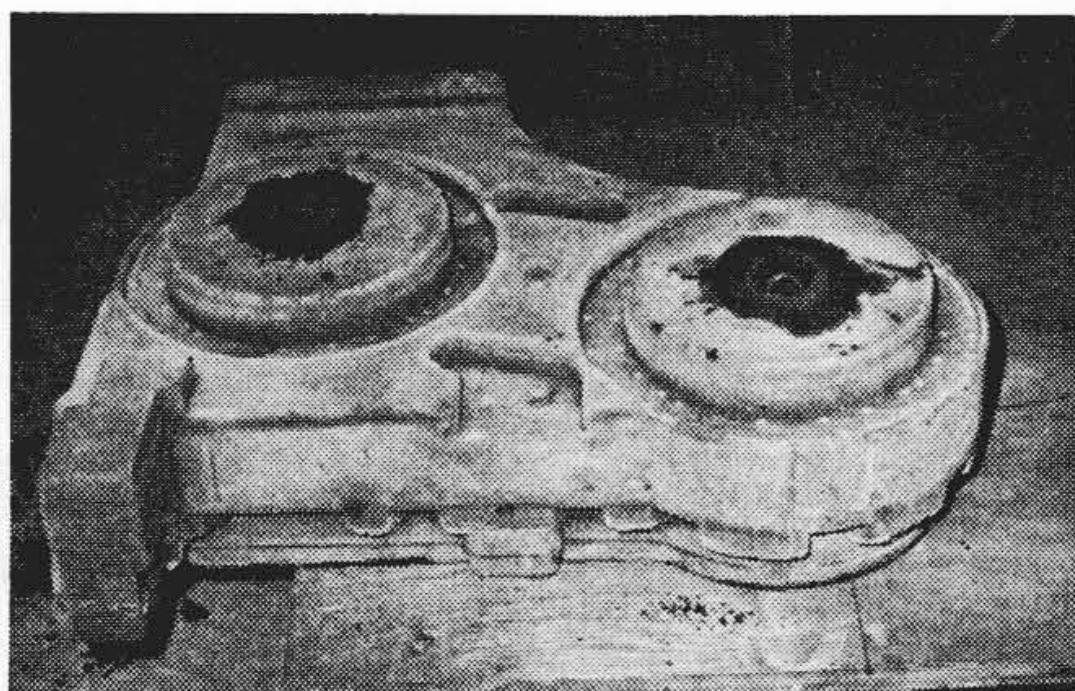
(c) 下 型

図 11 ケ ー シ ン グ

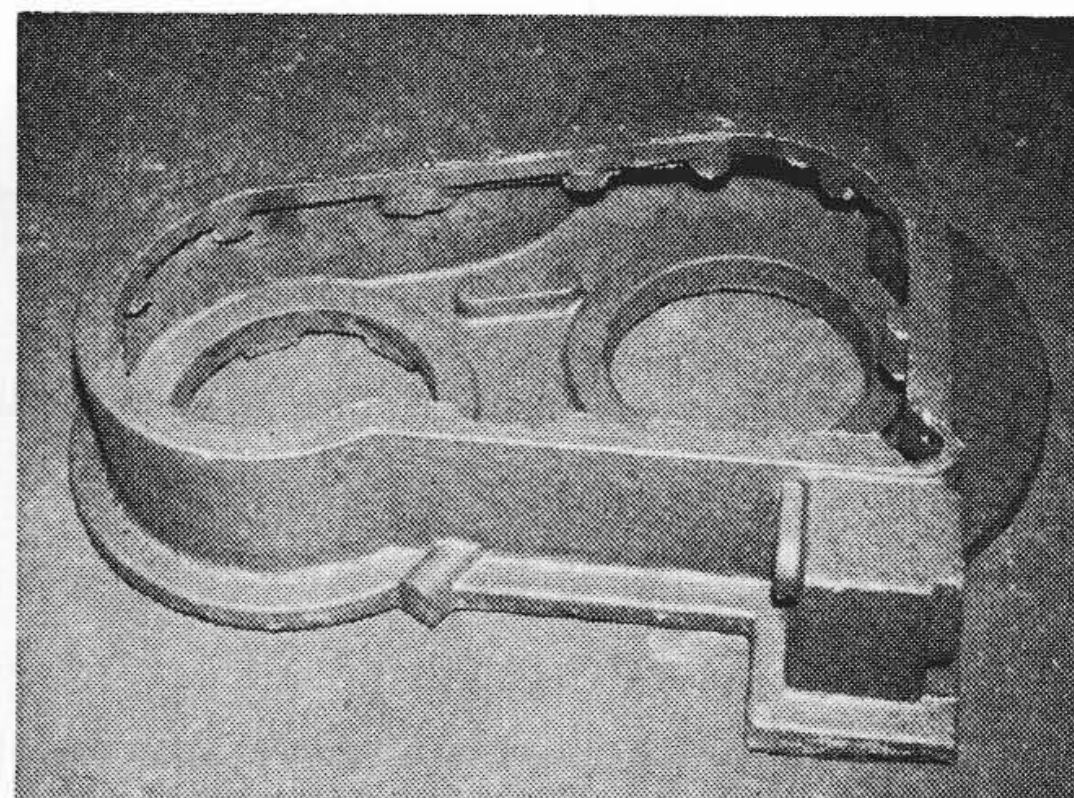


(鋳鉄, 重量 180 kg)

図 12 ケーシング製品



(a) 中 子



(b) 製 品 (鋳鉄, 重量 110 kg)

図 13 クラッチケース

#### 4.5.3 残 留 強 度

流動N砂およびそれと同一のケイ砂を用いたNプロセス鋳型砂の残留強度を図9に示した。流動N砂の場合は処理温度200℃で残留抗圧力が最大となり、それから600℃処理までは急激に減少する。それ以後1,200℃処理まではわずかながら減少するが、1,400℃処理では再び増加する。

Nプロセス鋳型砂と比較すると、低温側における残留抗圧力は両者の間で大差はないが、1,200℃以上の高温側においては流動N砂のほうが残留抗圧が低い。実際に溶湯を鋳込んだのちの鋳物の砂落し性がNプロセス鋳型砂より流動N砂のほうがよいのはこの差によるものであろう。

#### 5. 実 用 化 実 験

以上の諸実験で、流動N砂の基本的な性質がほぼ明らかになったので、実験室的な鋳込実験を行なった。まず、外径260 mm、長さ700 mm、肉厚20~80 mmの鋳鉄および鋳鋼のパイプを鋳込んだ。その結果、当初心配していた溶湯の浸透は塗型によって完全に防ぐ

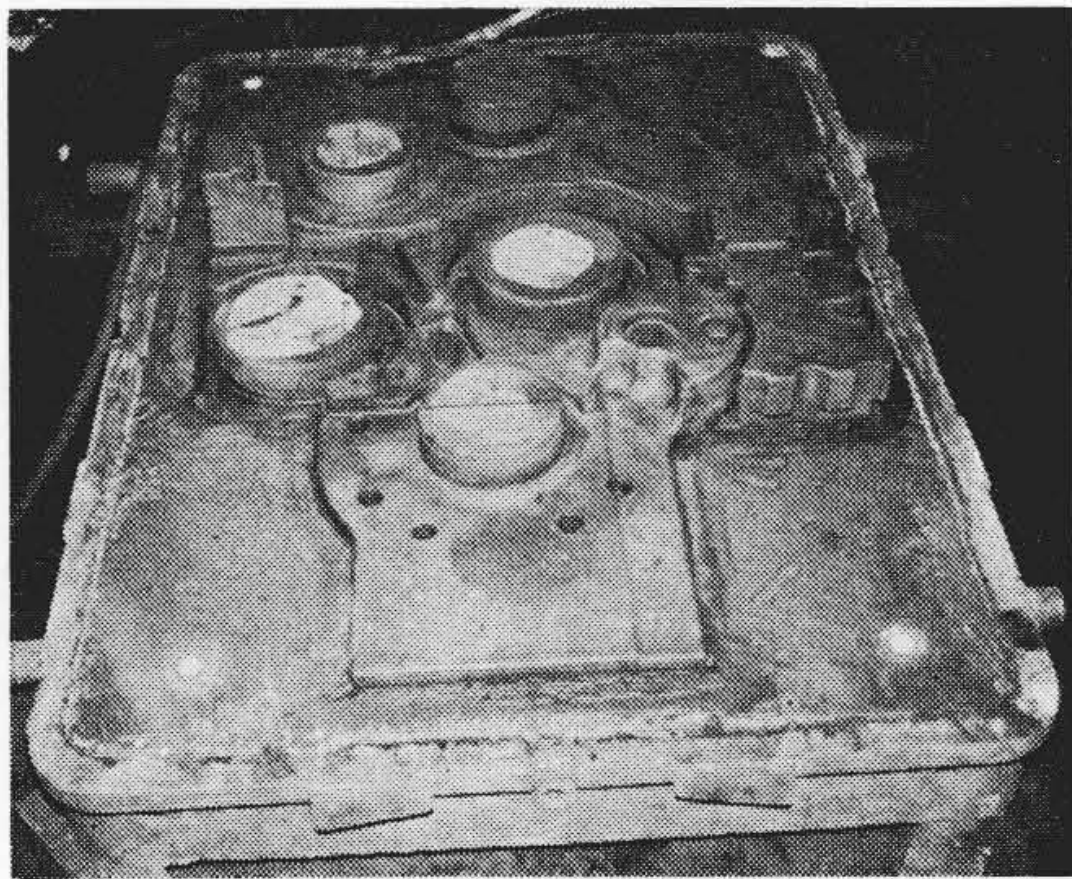
ことができた。また鋳鋼も鋳鉄と全く同様にきれいな鋳肌の製品が得られた。よって、次の実用化実験に進んだ。

本型にはNプロセスで使用しているものを用い、鋳鉄鋳物の鋳型につき、外型を主体にして実用化を進め、小物から大物へと拡大していった。実製品で実用化を進めたため、納期的な関係もあり、方案を考慮する余裕がなかったので複雑な形状の中子にはNプロセス砂を使用した。簡単な形状の中子には流動N砂を使用した。以下それらの状況を写真で説明する。

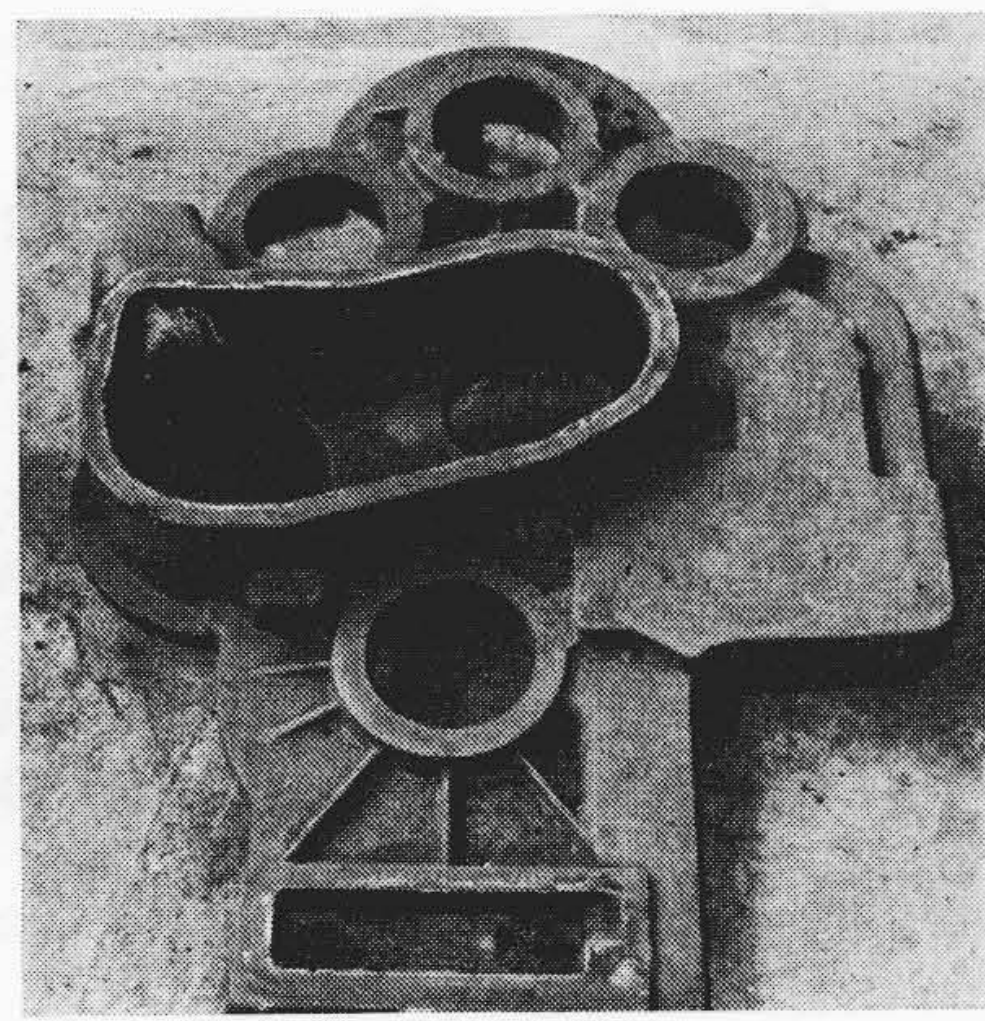
図10は流動N砂を鋳わくに流し込んでいるところを示したもので非常に流れのよいことがわかる。図11(a)はケーシングの上型、(b)は中子、(c)は下型で、図12はその鋳型を使用して製作した製品である。図13(a)はやや複雑な形状の中子の例(クラッチケース)で、(b)はその製品である。図14(a)はトルクコンバータの上型、(b)は下型に中子(一部流動N砂を使用)を設置したところである。でき上がった製品は(c)に示すとおりである。図15(a)はポンプ吐出管の上型、(b)はその製品である。この中子にはすべてNプロセス砂を使用した。図16(a)は斜流ポンプケーシングの上型を製作



(a) 上 型

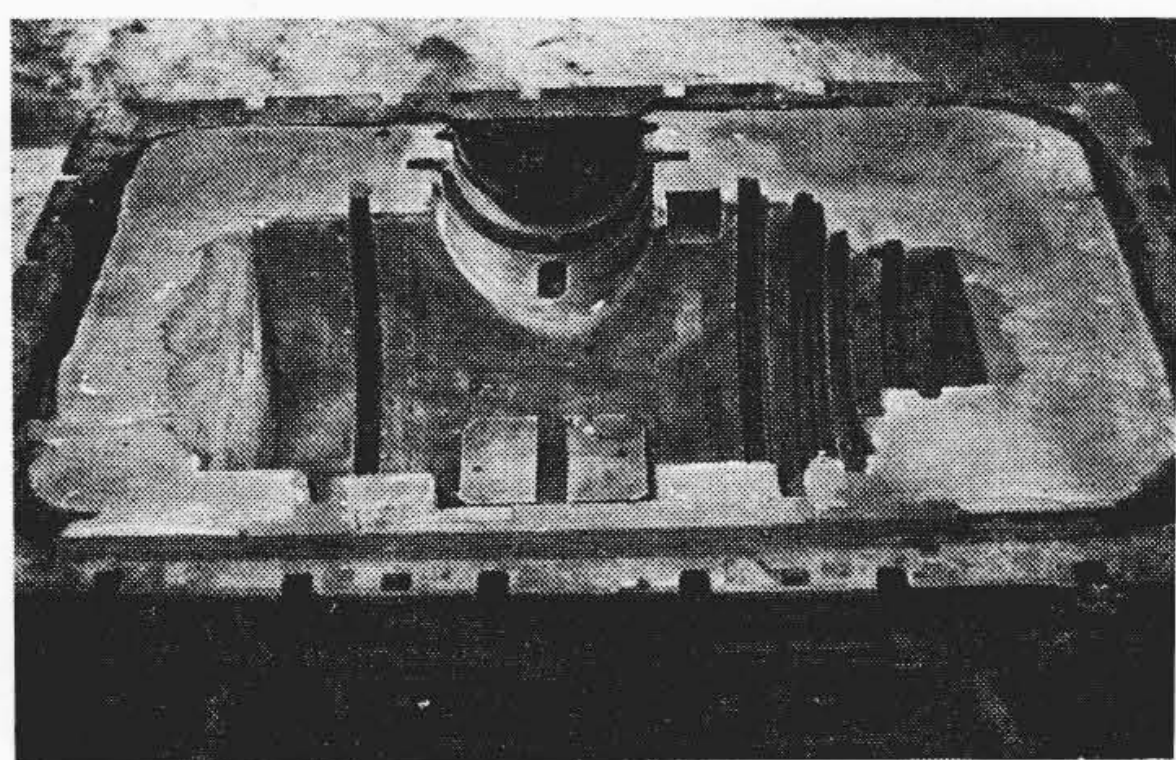


(b) 中子組立

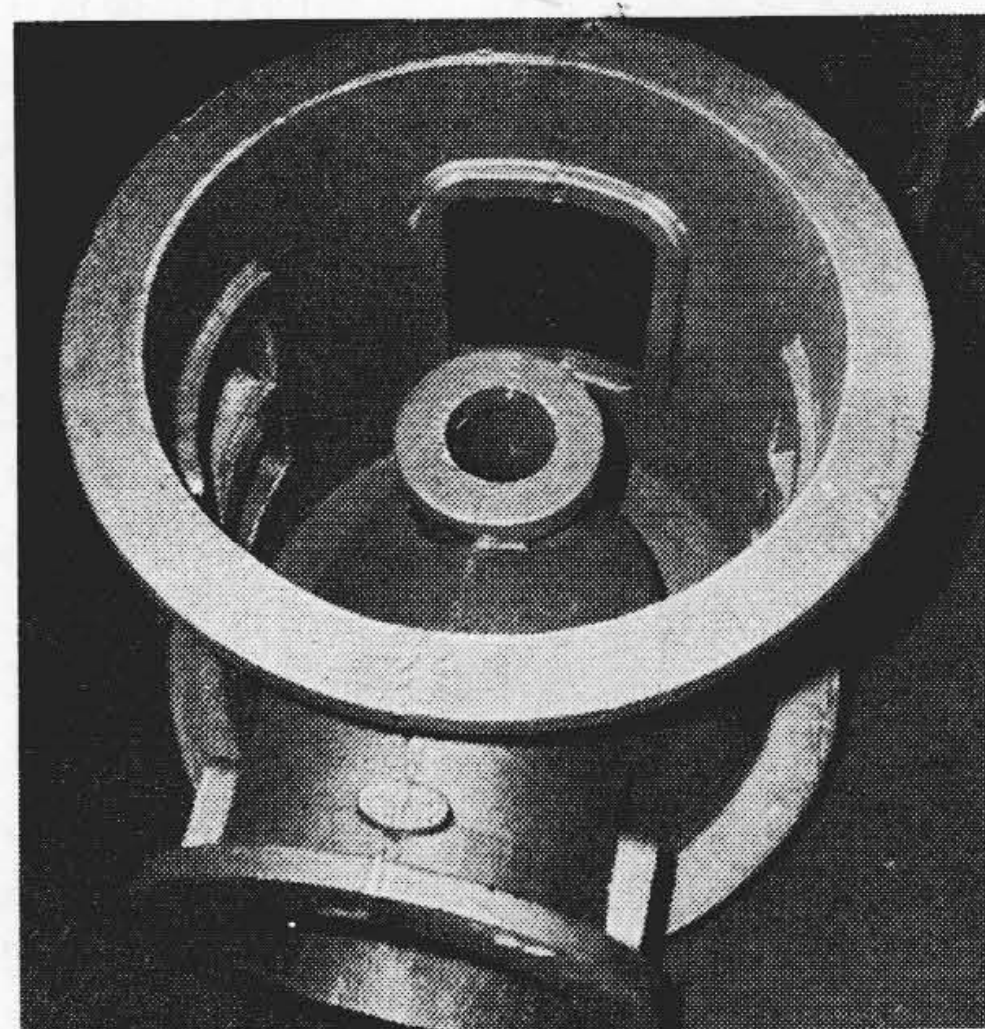


(c) 製 品 (铸铁, 重量 400 kg)

図 14 ト ル ク コ ン バ ー タ

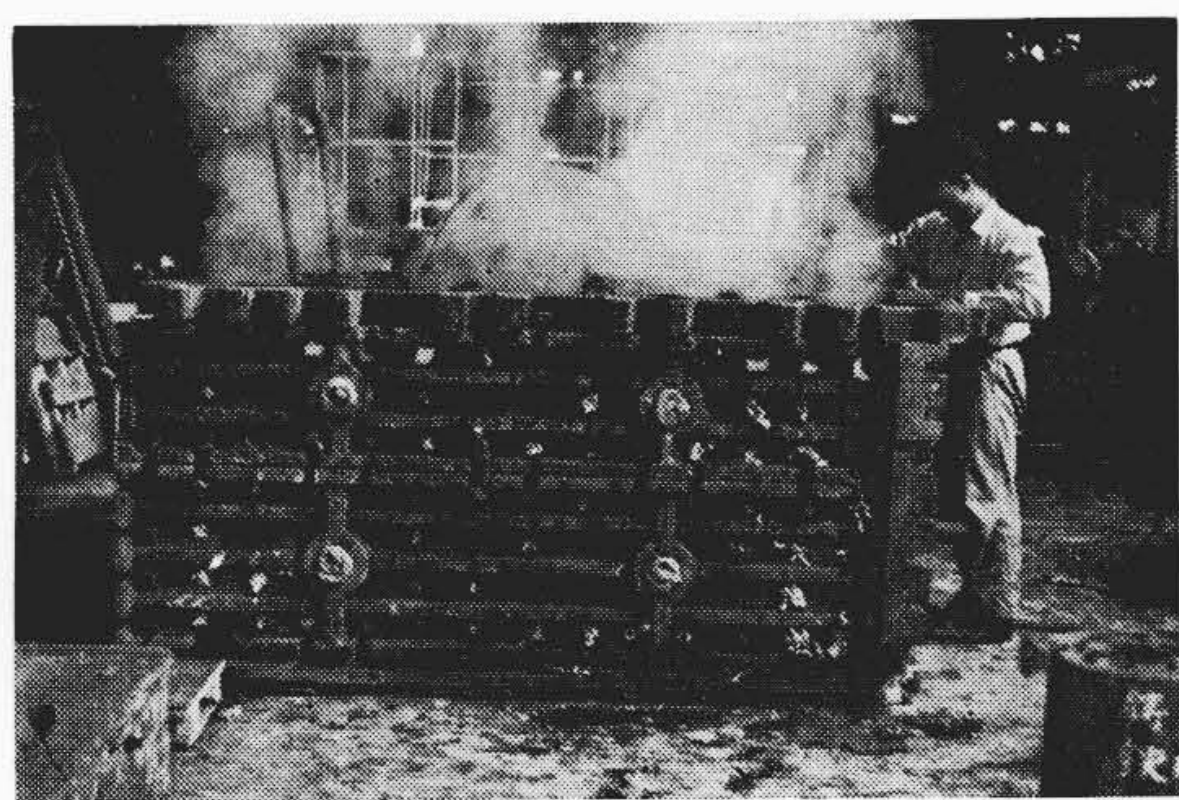


(a) 上 型

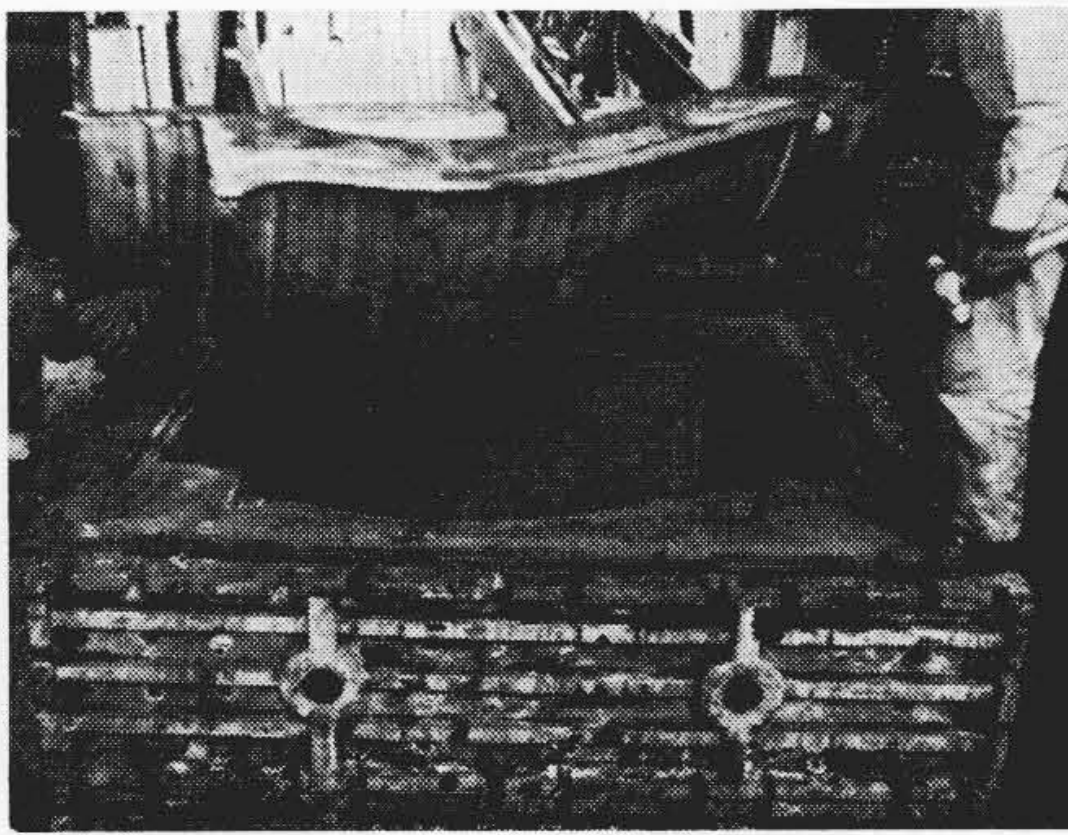


(b) 製品 (鉄铸, 重量 550 kg)

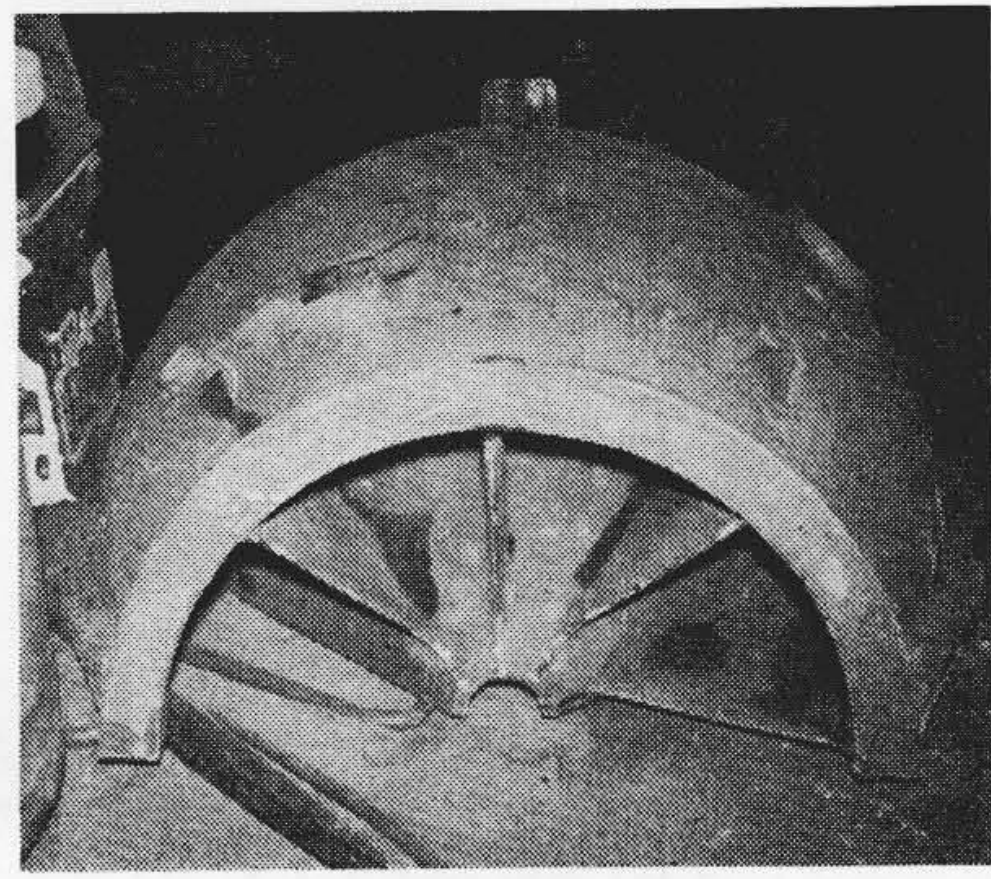
図 15 ポ ン プ 吐 出 管



(a) 上型製作中



(b) 模型を抜いたところ



(c) 製 品 (铸铁, 重量 1,100 kg)

図 16 ポ ン プ ケ ー シ ン グ

中のもので盛んに反応が起こっているところである。(b)は模型を抜いたところである。(c)はその上型を使用して製作した製品で、ハイドロブラストで砂落しをしたところである。またこれらの造型工程において、鑄型の損傷などのため、補修する必要がしばしば起こったが、Nプロセス砂を用い、Nプロセス鑄型の補修方法をそのまま採用できることがわかった。

これらの結果から、流動N砂はNプロセス砂と同様に、大物鑄物にも適用できる見通しが得られた。

大物の鑄型の造型は段取り、砂込め、型合せの3段階にわけられるが流動N砂を使用すれば砂込めの段階は単に流し込みだけであるから極端に労力を節減できる。ただしその程度は流動N砂の供給能力に支配される。適時適量の流動N砂を短時間に供給できるかどうかがこのプロセスの成果を左右する。したがって流動Nプロセスではその混砂設備が非常にたいせつな問題となることが考えられる。

## 6. 結 言

ケイ酸ナトリウムとケイ素との反応を利用し、ケイ砂を強固に結合させて鑄型を製作する、日立独自の造型法“Nプロセス”があるが、今回その鑄型砂に流動性を与え、流し込むだけで鑄型を作る

“流動Nプロセス”を開発した。

この方法によって造型した鑄型は、Nプロセス鑄型と同等な特性をもっており、鑄鉄鑄物について実用化実験を進めつつあるが、従来のNプロセス鑄型と全く同様に使用できる見通しが得られた。

造型工程でつき固めを行なう必要がないため、造型の機械化が簡単となり、一定の特性の鑄型が製作できるようになる。そのため生産能率の向上、不良の低減などが期待でき、また作業環境の改善など衛生面での向上も可能である。本法に適した設備ができれば鑄物工場の様相は大幅に変わるであろう。

終わりに臨み、終始ご指導、ご援助をいただいた日立製作所亀有工場の関係者各位に深謝する。

## 参 考 文 献

- (1) アブラム、モイゼー、ヴィッチほか1名：特許公報 昭24-8205号
- (2) 日本鑄物協会特殊鑄型部会編：自硬性鑄型 89 (昭42-5) 日本鑄物協会
- (3) 日本鑄物協会特殊鑄型部会編：自硬性鑄型 103 (昭42-2) 日本鑄物協会
- (4) 西山、南郷、園：日立評論 45, 832 (昭38-5)
- (5) 西山：鑄物 36 巻, 第3号 (昭39-3)



## 特 許 の 紹 介



特許 第490833号 (特公昭40-27842号)

増 村 逸 夫・建 脇 勉

## 多 方 向 中 継 回 路

各種無線搬送回線の中継局において、分岐結合の目的でハイブリッド回路を多数個用いた多方向中継回路が用いられている。しかしこの種従来の中継回路は、

(1) ハイブリッド回路の対向方向の減衰量が終端インピーダンスに影響され必要に応じ平衡回路網を調整したり、複雑な構成になる。

(2) 所定方向の伝送損失があり必要に応じ各方向に増幅器をそう入する必要がある。

(3) 回線が四方向以上の場合には非常に複雑となり、また多数個のハイブリッド変成器を通過するため周波数損失が大きくなる。

この発明はこのような欠点を除き良好な中継回路を提供するもので、図は三方向中継の場合の一例を示すもので、端子A, B端子C, D端子E, Fは各方向の回線の入出力端子、21, 22, 23は入力回路網、24, 25, 26は出力回路網である。入力回路網21, 22, 23は必要に応じ平衡回線を不平衡とする変成器およびインピーダンス整合のための終端抵抗器よりなり、また必要に応じ出力回路網24, 25, 26のためのバイアス供給回路からできている。出力回路網24, 25, 26はエミッタ接地形トランジスタ増幅器が2回路あり、コレクタ負荷1個に対し共通に供給するようにコレクタを並列に接続してある。コレクタ負荷はインピーダンス変換および不平衡を平衡回路とするための変成器とインピーダンス整合のための抵抗器よりなっている。この入力回路網21, 22, 23出力回路網24, 25, 26を図のように接続する。中継回路の目的は一方向からきた四線の入力を他の方向の四線出力に所定のレベルで伝送し、自方向の四線の出力には減衰量を非常に大きくとることである。すなわち端子Aの入力は入力回路網21を通過して出力回路網25, 26に加えられ所定の増幅をして出力端子

D, Fにそれぞれ伝送される。この場合伝送損失は出力回路網の増幅器の利得を適当にすることにより所望の値にすることができる。一方出力端子Bは出力回路網25, 26の二つの入力間の減衰を受けて出力回路網24の入力となっているため非常に減衰されて出てくる。この減衰量は外部回路の終端抵抗にはほとんど無関係であるためハイブリッド回路のような調整は全く不要である。(後藤)

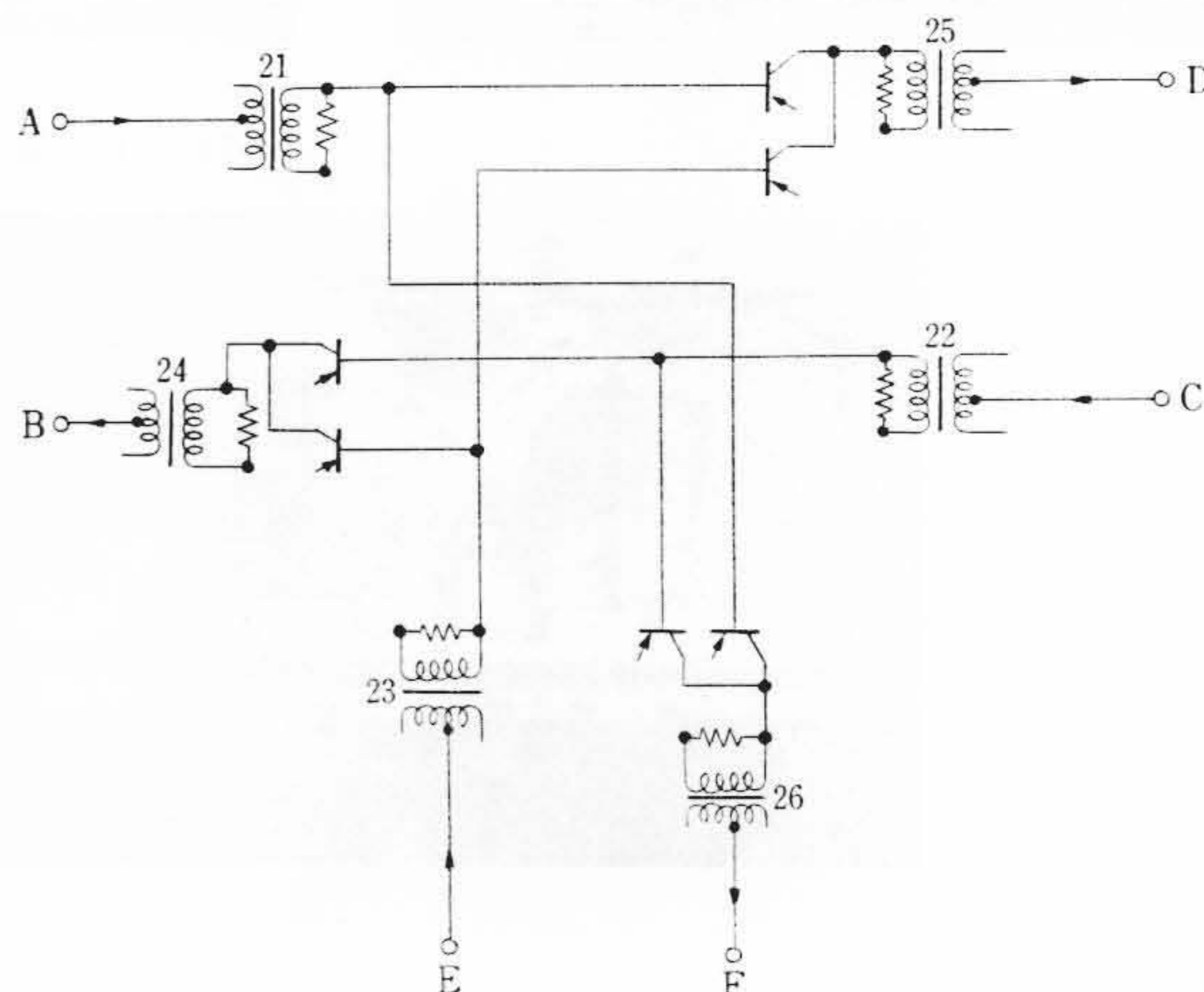


図 1

特許 第491854号 (特公昭41-18312号)

相 津 敬一郎

## 光 モ ジ ュ レ ー タ

光をパルス的に変調する手段として、いわゆる electro-optic effect を利用することはすでに知られているが、この方法では大きな変調を得るためには大きな電圧が必要になる。この発明の旋光電性を利用する方法は、比較的小さな電圧で完全な変調（すなわち偏光面が互いに90度をなすようなパルス変調）を得ることができる。

旋光電物質は図1に示すようにヒステレシス特性を有し、印加電圧0で二つの状態、たとえば0状態と1状態をとることができる。すなわち最初0状態にあり、その時の回転角を $R_1$ とし電圧0の状態からマイナスの方向に電圧を加えると、電圧の高くなるにつれてある値(0, a)まではGはほとんど変わらないが、それ以上になると偏光面は逆の方向に回転しある値 $R_2$ になる。この状態から電圧を弱めていく場合、回転角は $R_1$ に戻らないで電圧が除かれても $R_2$ の状態が保存されている。さらに逆方向に電圧をかけて電圧が(0, b)に達すると偏光面は回転し元の回転角 $R_1$ に戻る。この状態から電圧を取除いても依然として $R_1$ という回転角の状態を保存する。すなわち電圧を取除いても $R_1$ または $R_2$ という二つの値が残る、かつ

ある値以上の電圧をかけると0状態より1の状態または1状態より0状態にその状態が交換する。この状態を模型的に示したものが図2である。図2で1は入射光(平面偏光)の振動面、2および3は結晶をでてゆく平面偏光の振動面で旋光電物質の旋光態の二つの安定な状態0および1に対応する。この場合の振動面1と振動面2および3とのなす角は等しくその絶対値は結晶の厚みに比例する。いま(1)および(2)を0および1の状態に対応するものとすれば(1)および(2)は互いに逆な極性の電圧によって相互に交換する。

図3はこの発明の実施例を示すもので、21は旋光電結晶、22および23は旋光電結晶の電圧を印加するための電極、24は入力回路、25は偏光子、26は必要ある場合に設けられる検光子である。このように構成された光モジュレータの入力回路24に方形波入力を入れると、旋光電結晶21を出た平面偏光は入力波形に対応しての旋光状態を交換する。

したがってこの発明によれば、電気的なパルス信号を平面偏光の偏光面の回転角に変換することができ、かつその回転角は大きく、小さい電圧で動作する利点を有し、特に光通信に利用することが可能で、実用効果の大なるものである。(後藤)

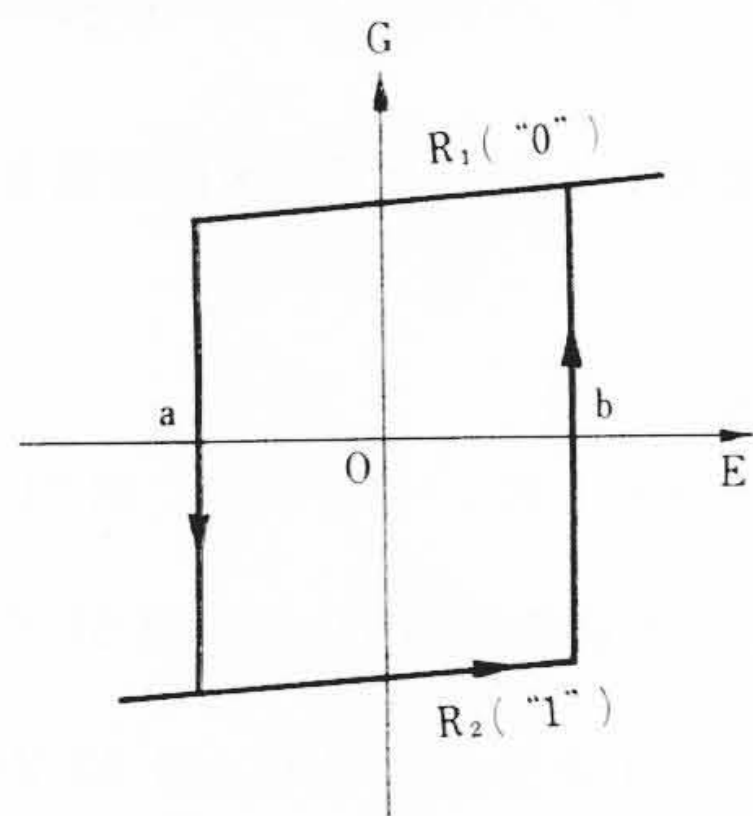
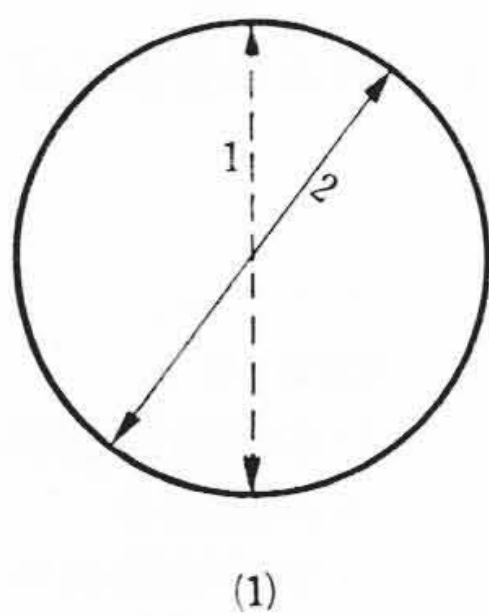
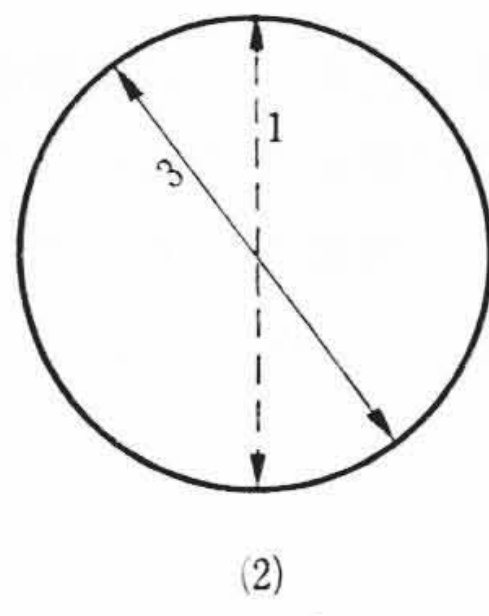


図 1



(1)



(2)

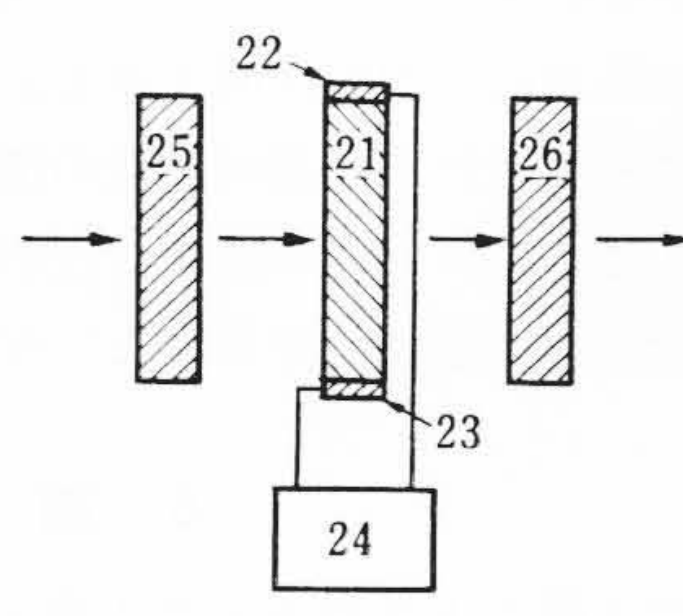


図 3