

エアセツト・N複合プロセスに関する研究

Air Setting and N Sands Compound Molding Process for Large Steel Castings

星 昌* 清水 三男* 照 沼 登*
Akira Hoshi Sabuo Shimizu Noboru Terunuma

要 旨

最近鑄型造型法の発達は著しいものがある。そのため鑄物の製造が容易となり、また品質向上に及ぼす効果も大きい。しかし単一の方法であらゆる技術的、経済的条件を満足させ得るものはない。
著者らは、エアセツト砂の良好な鑄肌、良い寸法精度、すぐれた砂落ちなどと、N砂の硬化時の発熱による温度上昇を組み合わせることにより大形鑄鋼品の製造に適した鑄型の造型法について実験を行なった。
その結果、肌砂にエアセツト砂、裏砂にN砂を用いることにより良質でしかも生産性の高い経済的な鑄型造型法を確立することができた。勝田工場では本法ですでに多数の大容量水車用ランナ、蒸気タービン部品および圧延機用フレームなどを製造した。

1. 緒 言

エアセツト砂による鑄型の製造法がわが国に紹介されてから10年になるが、いまだ広く使用されるには至っていない。それは使用法がむずかしく、取扱設備と熟練を要し、また砂の価格が高いためであった。なかでもエアセツト砂の硬化時間が温度によって非常に大きく左右されることが致命的な欠点と考えられた。
最近日立製作所で開発されたNプロセスは発熱自硬砂であり、その硬化反応時に発熱することはよく知られていた。著者らはこのことに着目し、エアセツト砂とN砂を組み合わせることによりエアセツト砂の硬化をN砂の発熱によって促進せしめることを考えた。
種々の基礎実験の結果実用化の見通しを得たので製品に適用し好結果を得た。以下はその結果を取りまとめたものである。

2. 基礎実験とその結果

エアセツト砂のもつ利点と欠点をまとめて示したのが表1である。特に大形鑄鋼品に対しては骨材の選択によってきわめてすぐれた耐焼着性、耐浸透性を得ることができる。
また、砂の強度が粘土系砂に比べ高いため鑄型の寸法精度が良く、しかも多数の中子がいいるものでは非常に型の組立てが容易となる。

2.1 エアセツト砂の可使時間に及ぼす促進剤の添加量と温度の影響

エアセツト砂の可使時間は促進剤の添加量と温度によって大きく変わる。カムランケイ砂100に対しエアセツト油2% (日立化成工業株式会社製、ASB-11)、促進剤 (過硼酸ソーダ) を油に対し0.1~5%まで変化させた鑄物砂を混練した。
混練後直ちに50φ×50Hの標準試験片を造型し、その時得られる放置強度を100とし、混砂後一定時間経過してから同じく標準試験片を造型し、硬化後測定した時の強度が80%以下になった時をもって可使時間とした。

実験の結果を図1に示す。この結果から明らかなようにエアセツト砂の可使時間は促進剤の添加量よりも温度によって著しく影響を受けることがわかる。

2.2 N砂の発熱温度

N砂は硬化反応時に発熱する。その時の発熱量は配合によって異なる。混練し造型した砂がある時間内に達する温度は高いほうが望ましい。

比重1.3の水ガラスをケイ砂に対し6%加え、硬化剤としてFeSi

* 日立製作所勝田工場

表1 エアセツト砂の利点と欠点

利 点	欠 点
造型時間が短い	混練した砂は貯蔵できない
心金、網金が少なくよい	温度により可使時間が大きく変わる
砂落ち時間が短い	取扱に熟練を要す
鑄肌が美しい	砂の価格が高い
乾燥時間が少なくよい	
寸法精度が高い	
木型がいたまない	
強度が大なので取扱容易	

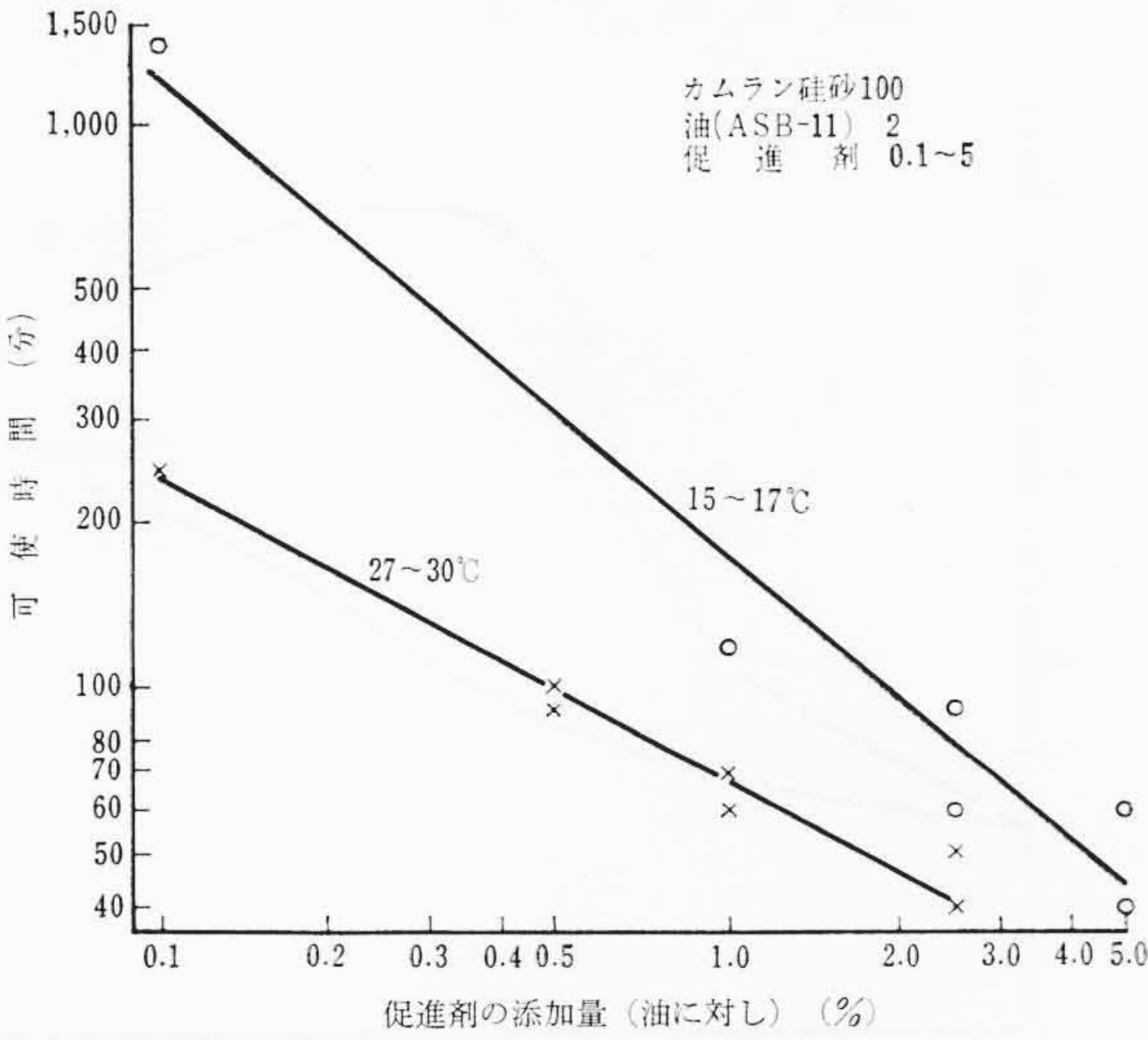


図1 エアセツト砂の可使時間に及ぼす促進剤添加量と温度の影響

およびCaSi粉末の添加量を種々に変えた砂を混練し、100φ×150Hの中子を作成しその中央部に温度計をそう入して温度の変化を調べた。
使用したケイ砂の粒度分布は10メッシュ23%、14メッシュ25%、20メッシュ18%、25メッシュ15%、35メッシュ8%、48メッシュ7%、65メッシュ3%である。
実験結果を図2に示す。CaSi単味の添加では発熱が混練直後から始まり実用に適さないことがわかった。FeSi単味の添加では発熱温度は高いが、発熱開始まで長時間を要する。これらの点からFeSi 3とCaSi 1の割合で添加したものがもっとも実用性が高いこ

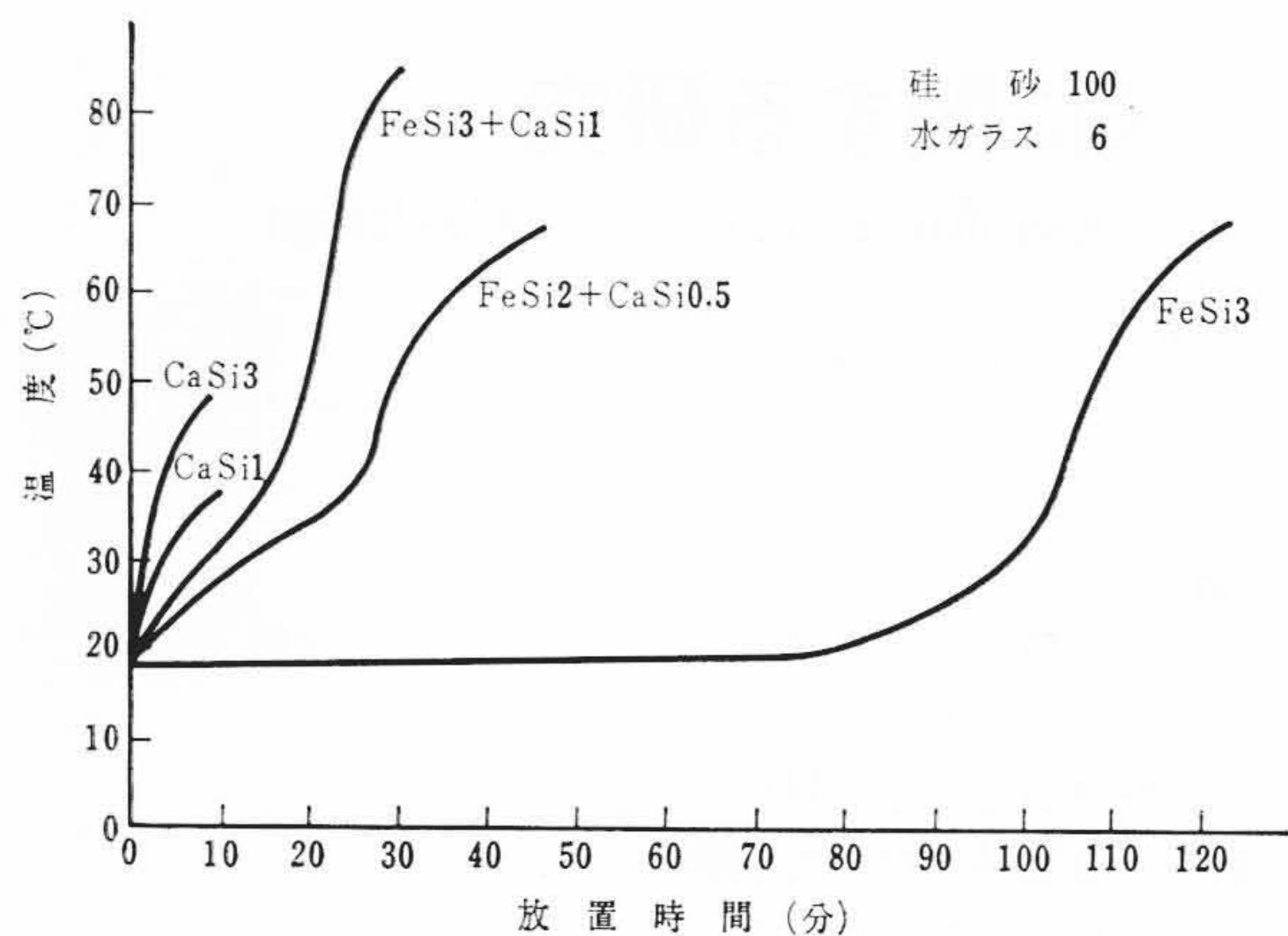


図2 発熱温度に及ぼすFeSiおよびCaSi添加量の影響

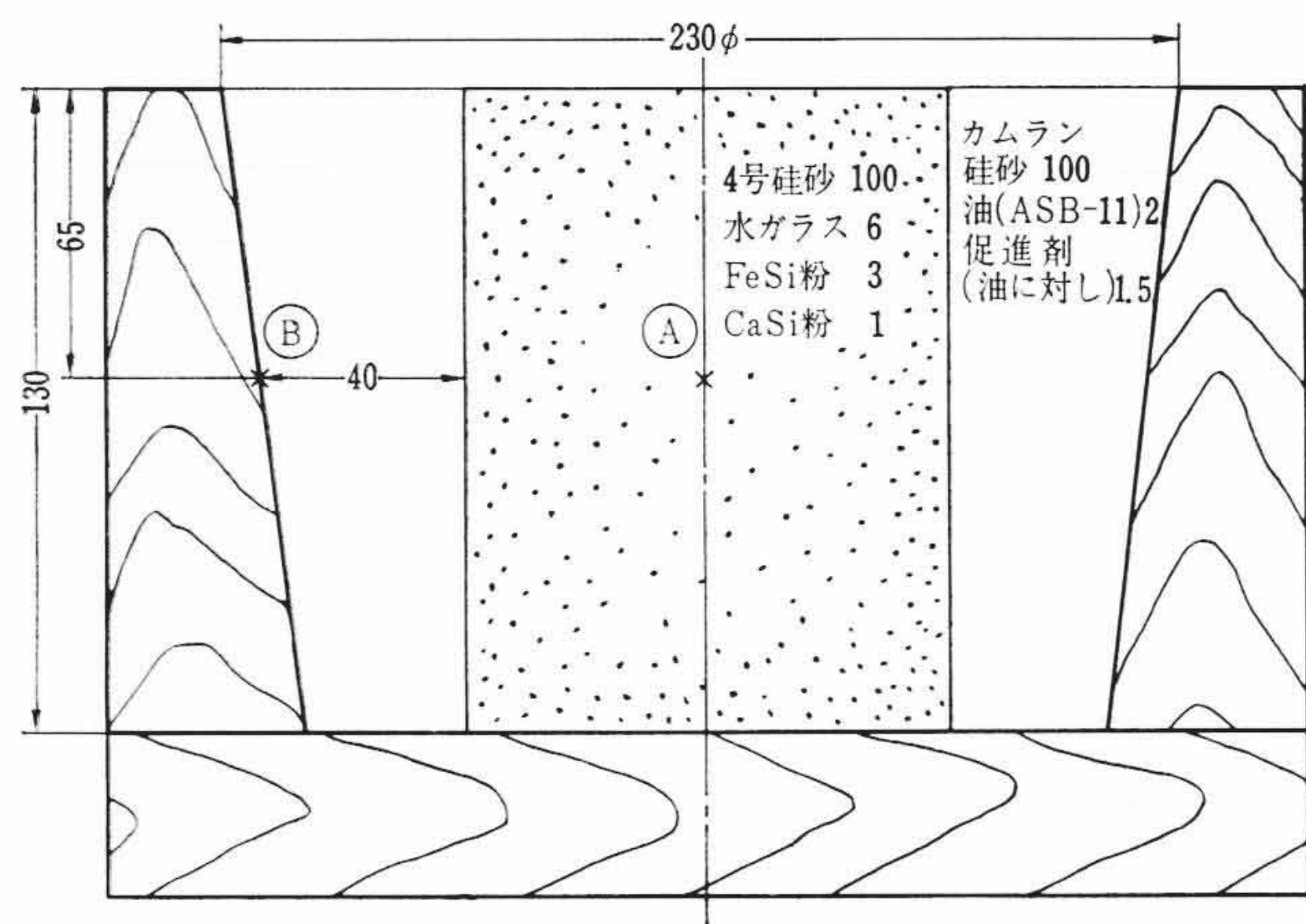


図3 試験中子の形状

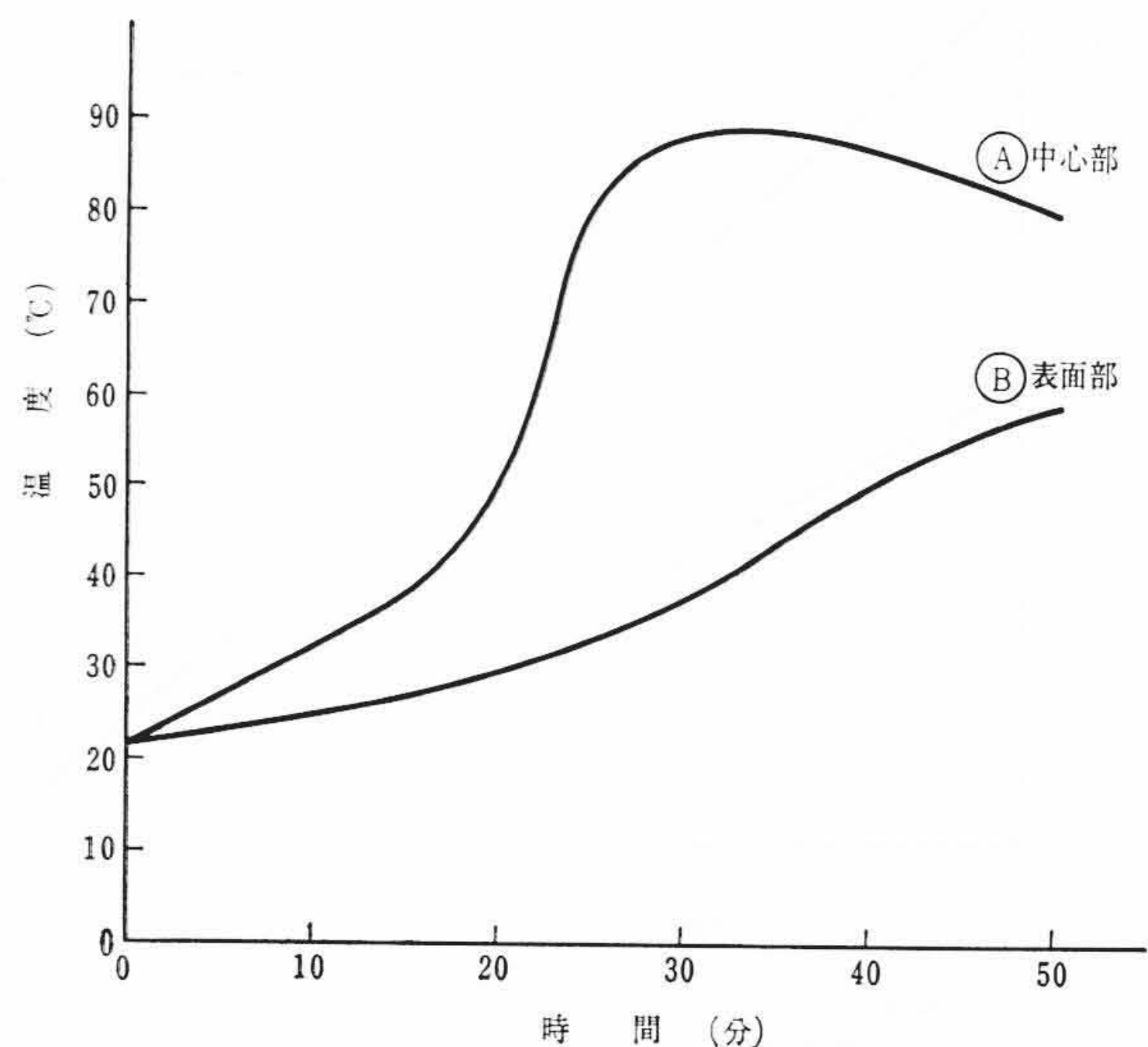


図4 複合プロセスによる中子各部の温度

とがわかった。

2.3 複合法により造型した中子各部の温度

図3に示す形の中子をエアセット砂を肌砂に40mmつけ、裏砂にN砂を用いて造型した。中子の中心と表面に温度計をそう入し温度を測定した。その結果は図4に示すとおりである。

中心部のN砂は30分で最高温度の90°Cに達し、表面部分はその熱により37°Cになった。

2.4 エアセット砂の強度

エアセット砂の強度に及ぼす放置時間と温度との関係を図5に示

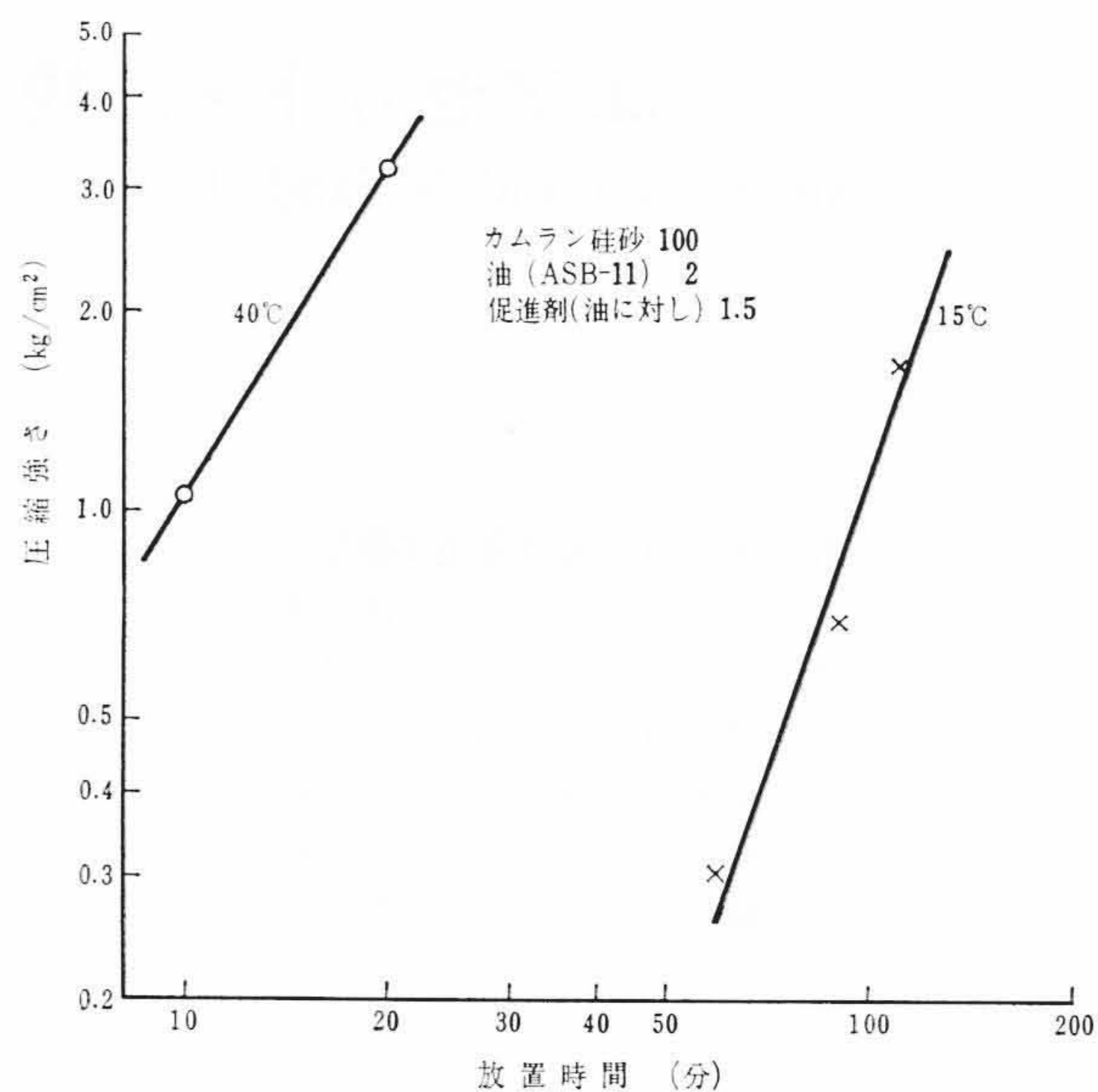


図5 エアセット砂の強度に及ぼす温度と放置時間の影響

表2 各種鑄物砂の乾燥後の吸湿と強度の低下率

	粘土砂	CO ₂ 砂	油砂	エアセット砂
乾燥直後の圧縮強さ (kg/cm ²)	9.5	85	40	131
72時間放置後の強さ (kg/cm ²)	5.6	71	35	122
強度の低下率 (%)	41	17	13	7
72時間放置後の吸湿率 (%)	0.3	0.2	0.1	0.05

す。15°Cでは造型後1時間経過しても砂の強度は0.2~0.3kg/cm²しかないが、40°Cでは10分後に強度は1kg/cm²以上となる。実際の作業では造型後木型をはずしても砂がくずれないための強度は0.5kg/cm²以上を必要とする。図4と図5から複合法では30~40分で脱型が可能であることがわかる。

鑄型は乾燥後注湯するまで大気中に放置しておく。そこで各種の鑄物砂の乾燥後72時間大気中に放置したときの吸湿度と強度の変化を調べた。乾燥は各砂とも180°Cで1時間行なわれた。

実験の結果を表2に示す。エアセット砂はもっとも吸湿が少なく、しかも強度の低下が最小で鑄型として好ましい性質を有する。

3. 実際製品への応用とその結果

以上の実験結果から十分に実用化し得る見通しを得たので実際製品への応用を行なった。当初は小物より始めたが性能の確認が進むにつれてしだいに大物にも使用を開始した。現在では製品重量で100tに及ぶものまで鑄造している。

3.1 フランス水車用ランナ

フランス水車用ランナは複雑な曲面の羽根が多数あり、その鑄肌と形状の良否は羽根の加工工数に大きな影響を及ぼす。従来は粘土系の鑄物砂により造型されていたが、エアセット・N法の採用により、網金は不要となり中子の造型能率は2倍になった。また中子の寸法精度が良くなったため、組立てが正確にでき製品の寸法も良くなった。砂落とし時間は1/3になった。

図6に中子を、図7に鑄放完成したランナを示す。

3.2 圧延機用フレーム

図8は圧延機用フレームを示したものである。この製品はきわめて大形でしかも内部形状が複雑なため大部分が中子で造型され非常に多くの造型工数を必要とするものである。

従来は粘土系の鑄物砂で造型されたが、この作業には延べ170人の人員を必要としたが、エアセット・N方式では100人で完了でき

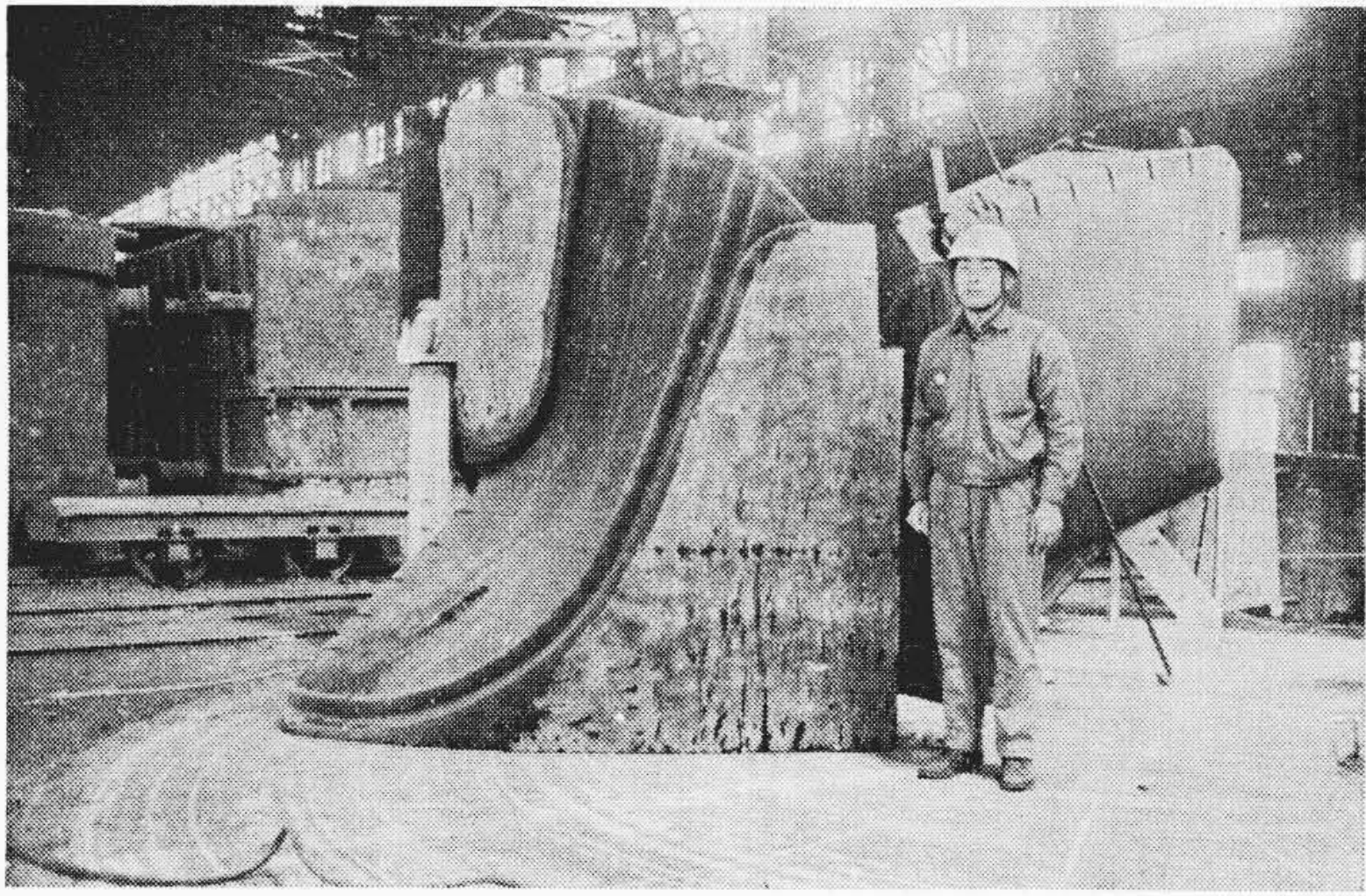


図6 フランシス水車ランナ用中子

た。

製品の铸肌も美しく、注湯時吹かれることなく静かに湯は铸型を満たすことができた。砂落とし時に金わくより品物をつり出すと外部の砂はほとんど落下し、中子もエアセット砂が自然に落下するので作業時間を1/3に短縮することができた。

4. 結 言

以上エアセット・N複合プロセスに関する基礎実験および実用化試験を行なった。その結果生産性の向上と品質の向上に有効であることがわかった。現在勝田工場ではほとんどの中子は本プロセスにより造型している。

エアセット・N複合プロセスの導入により現場で作業内容が大幅に変わったがそれを列挙すると次のとおりである。

- (1) 中子の数が非常に多い複雑な形状の铸物の生産性が著しく向上した。
- (2) 主型作業と中子作業の同期化ができた。
- (3) 乾燥時間が短いため炉の回転率が向上した。
- (4) 砂落とし工数が著しく少なくなり工程短縮ができた。
- (5) 製品に掬れ、絞れがなくなり铸肌が美しくなった。

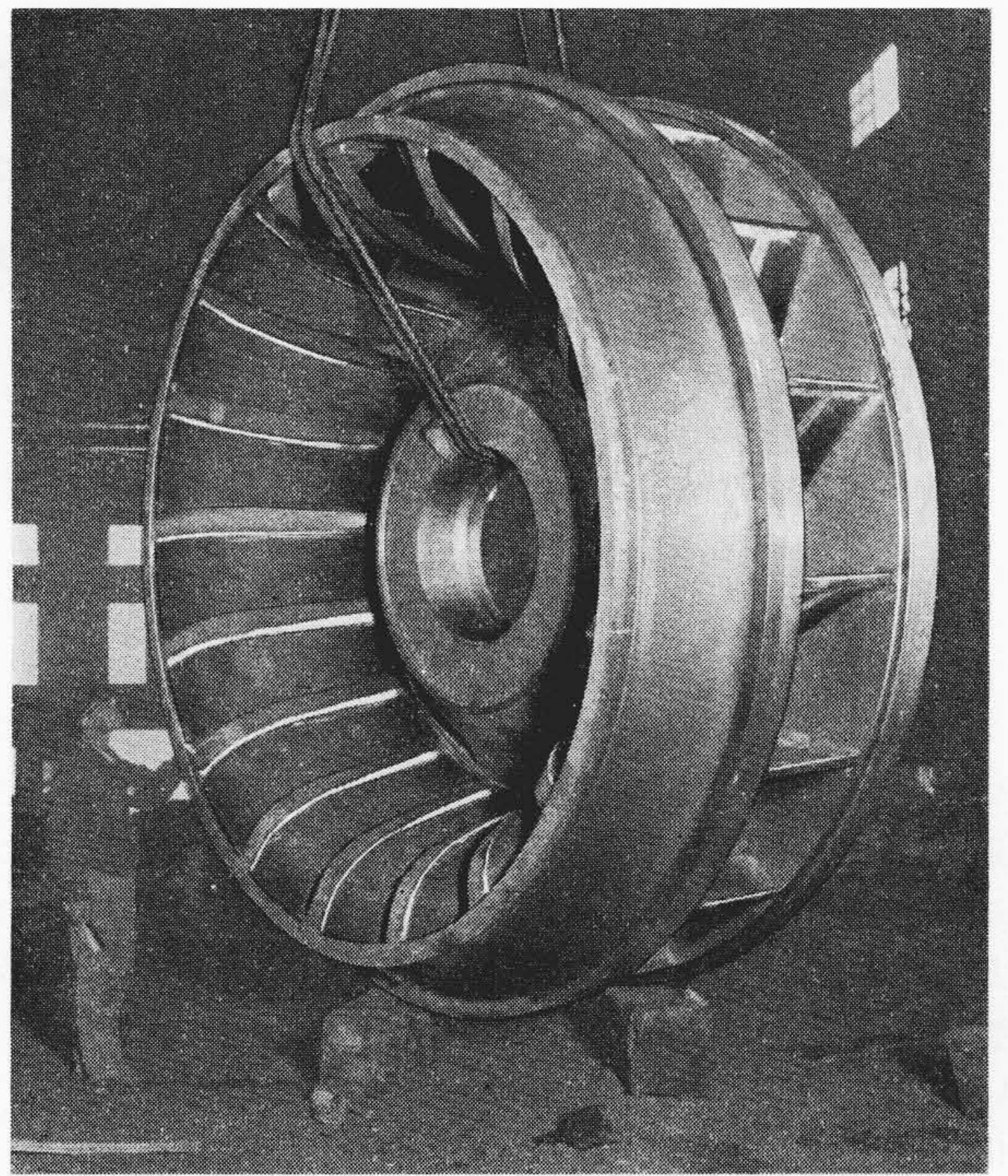


図7 フランシス水車ランナ

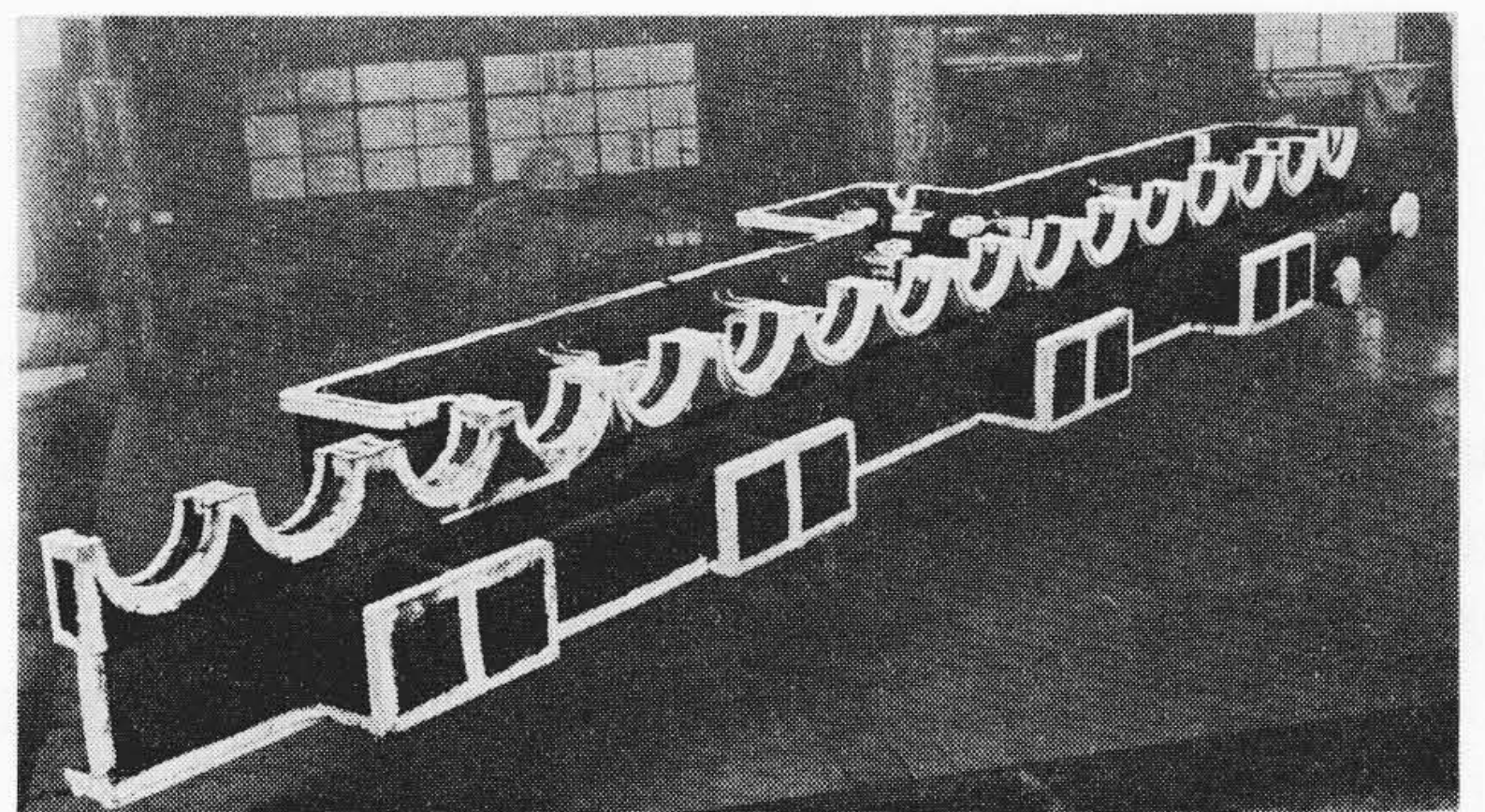


図8 圧延機用フレーム