

原料ヤードにおけるブレンディングシステム

Blending System for Bulk Storage Yard

鉄鉱石、石炭、石灰石などばら物を原料とする工業で、原料の品位の化学的、物理的性質の安定及び均一性を得ることは、原料そのものの節約だけでなく、プラント全体の効率の良い操業が期待できるため、取扱い原料に応じたブレンディングシステムが従来より実用化されている。

日立製作所が、昭和53年1月東洋曹達工業株式会社南陽工場に納入した石灰石貯蔵払出しシステムは、石灰石のブレンディングを目的としたもので、石灰石の含有水分のばらつきが平均化され、順調に稼動している。

横川寿夫* Yokokawa Hisao
川崎義直* Kawasaki Yoshinao
湯本賢朗** Yumoto Kenrô

1 緒 言

鉄鋼業、セメント工業などでは、原料を各地から入手するため、その原料の品質にはばらつきがあるのが通常である。生産品質の管理上、品質のばらつきの大きい原料を溶鉱炉、キルンなどに送る前に、適当に混ぜ合わせて平均化された粒度、及び化学的・物理的性質にしておくことが最も良い方法とされている。この品質のばらつきの大きい原料を混ぜ合わせて、平均化することをブレンディングといっている。

原料をブレンディングすれば、良質のものと劣質のものとが混合、均一化され、それだけでは利用できない劣質な原料も有効に利用でき、良質の原料の使用量を減らすことができるので、原料全体の節約を図ることができる。

ブレンディングの方法及び設備は、原料の種類、ヤードレイアウトによって従来種々の形式が採用されているが、日立製作所が昭和53年1月東洋曹達工業株式会社南陽工場に納入した石灰石貯蔵払出しシステムは、石灰石を円形ヤードに貯蔵し、円形ヤードの特有性を生かして品質の平均化を図り、特に、石灰石の水分のばらつきを均一化することを目的としたものである。

以下、このシステムの概要とブレンディング効果について述べる。

2 石灰石ブレンディングシステム

2.1 システムの概要

このシステムで用いた1,000/800t/hスタッカ・リクレーマは、円形ヤード中心に設けられたタワー上部に1,000t/hスタッカを具備し、石灰石の積付貯蔵を行ない、タワー下部に中心をもち、半径32.75mの円形レールに支持された800t/hブレンディングリクレーマにより払出しを行なう構造である。

図1にその外観を、図2に断面図を、また表1にスタッカ・リクレーマの主な仕様を示す。

石灰石は高架コンベヤからタワー頂部シュートを経てスタッカに供給され、いったん円形ヤードに積み付けられた後、ブレンディングリクレーマにより払い出され、タワー底部シュートを経て地下コンベヤに送られる。

ブレンディングリクレーマは、2個のバケットホイールの中央をガーダが貫通する方式で、バケットホイール付トロリーはハロー(HARROW)をもち、払出しの過程で効率よくブレンディングができる。ブレンディングの効果については、次の3章で詳述する。

運転は全自動運転方式を採用し、地上遠隔操作室からの指令によりブレンディング払出量を250~800t/hの範囲で任意に設定できるようになっている。なお、機上での単独手動運

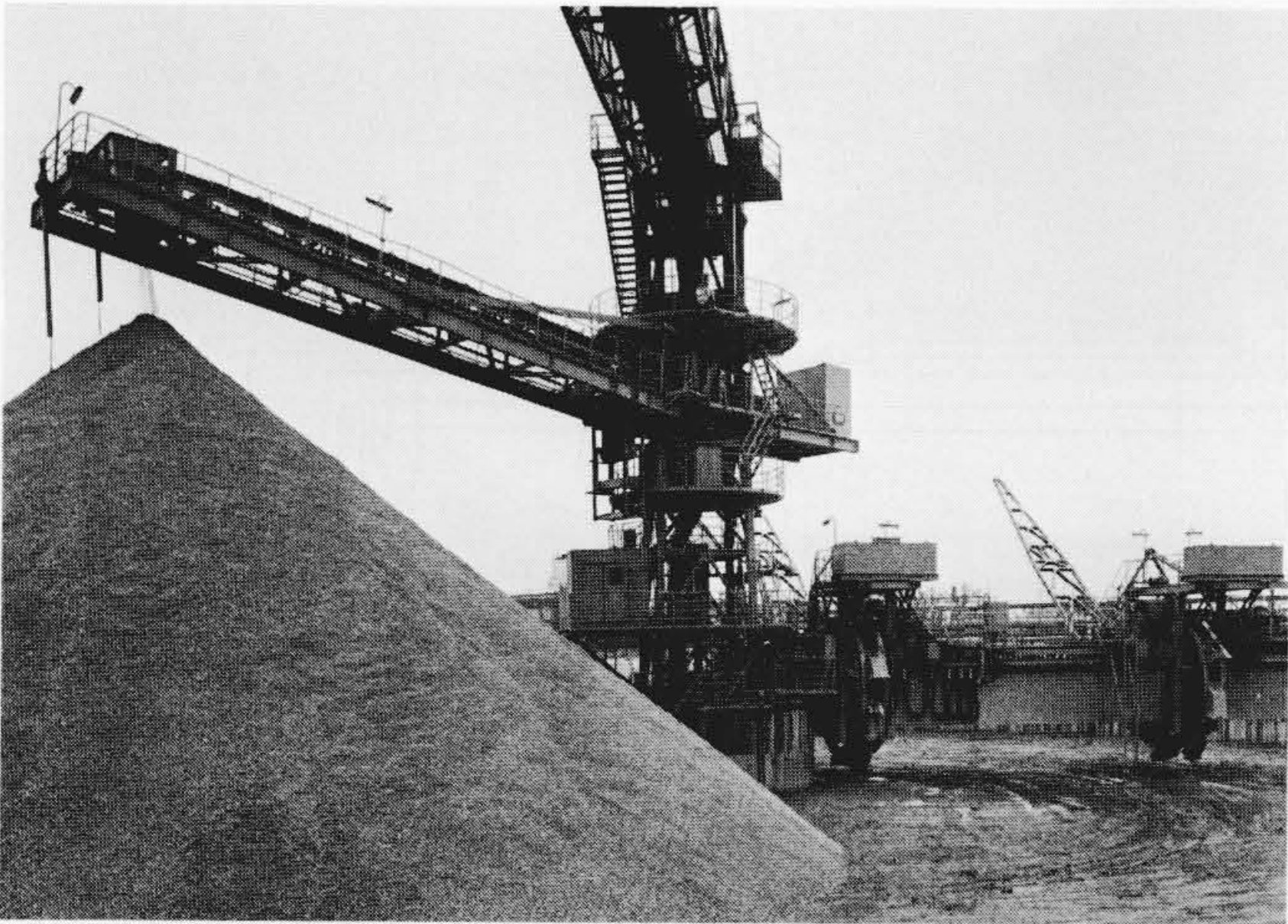


図1 石灰石ブレンディング設備 円形ヤードに設置されたブレンディング設備で、スタッカにより石灰石が積み付けられている状態を示す。

表1 スタッカ・リクレーマの主な仕様 石灰石ブレンディングシステムに使用されるスタッカ・リクレーマの主な仕様を示す。

項 目	1,000 t/h スタッカ	800 t/h リクレーマ
取 扱 物	石 灰 石	
能 力	1,000 t/h	250~800 t/h
旋 回 半 径	18.16 m	32.75 m
旋 回 角 度	360°	360°
旋 回 速 度	0.1 rpm	0.8~10 rpm(走行)
ベルトコンベヤ	1,050 B 113 m/min	1,050 B 113 m/min
バケットホイール	—	φ6,300 9箇 4 rpm
トロリー横行	—	約5 m /min
ハロー起伏	—	常用:38°, 最大:41°
レール	—	73 kg/m レール
電 源	AC400 V 60 Hz	

* 日立製作所笠戸工場 ** 日立製作所習志野工場

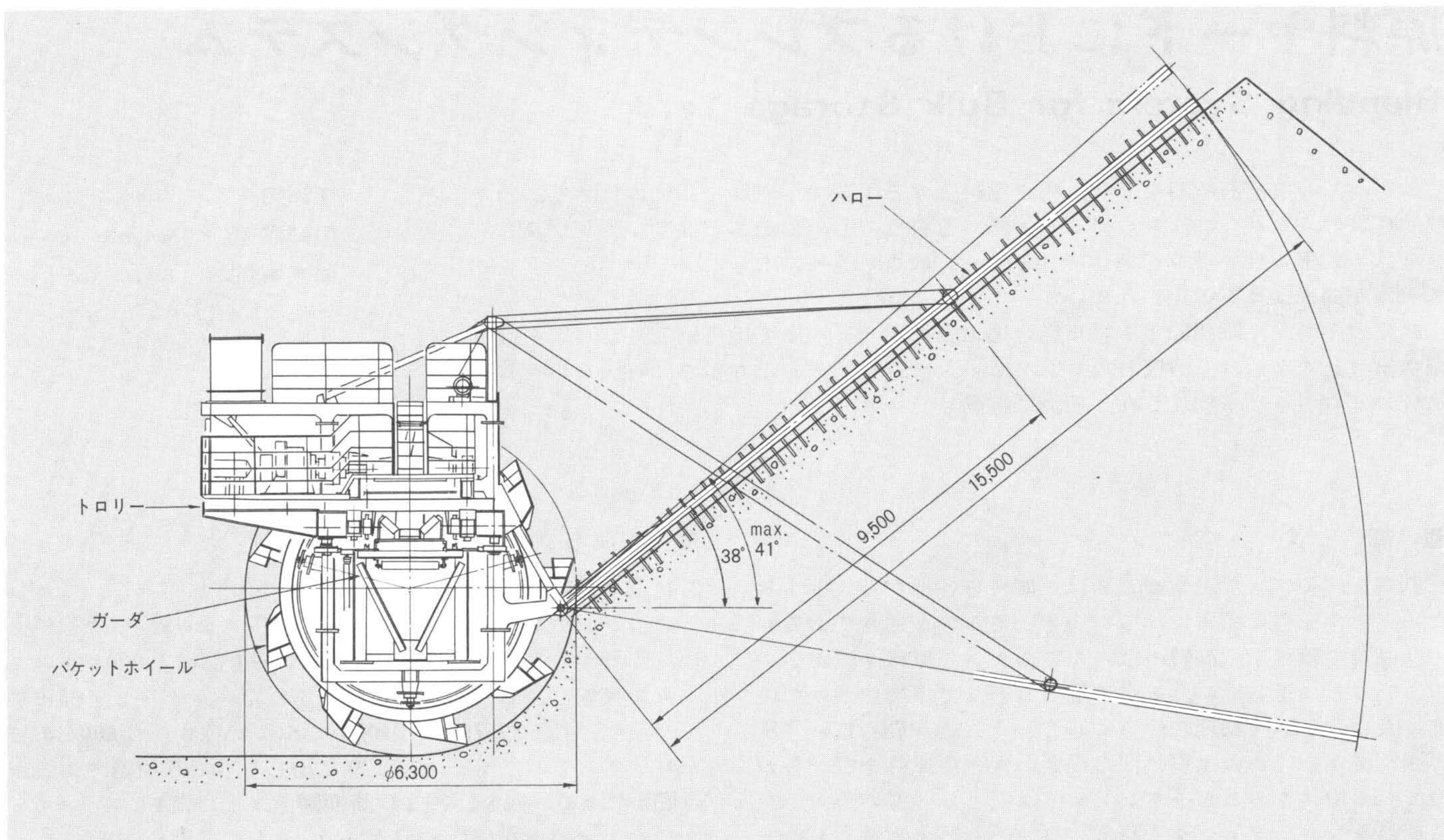


図2 ブレンディングリクレーマの断面図 ハローは、爪の交換のために地上に降ろすことができる。

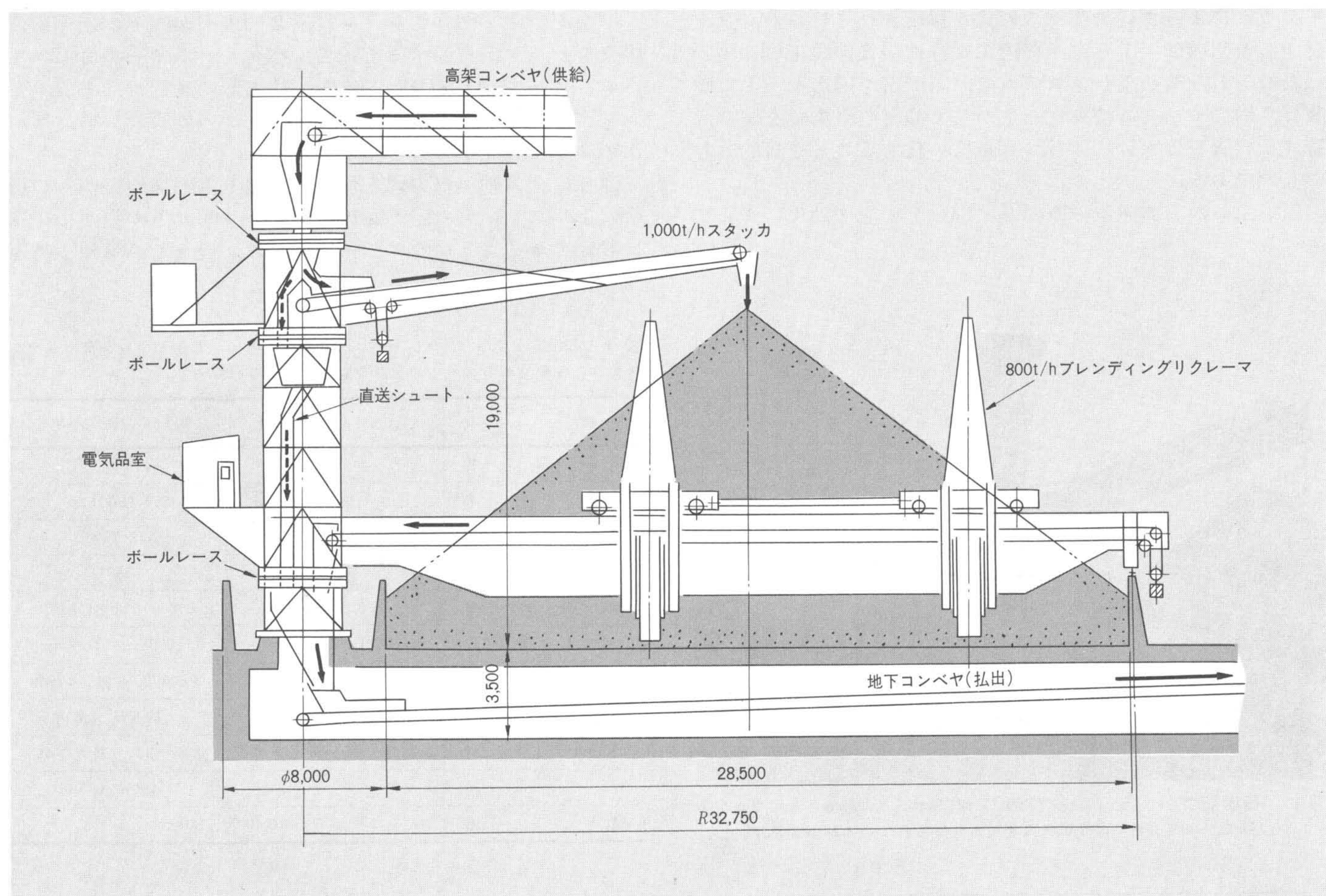


図3 石灰石の流れ 図中の→は通常のブレンディング運転時を、---→は直送時を示す。

転も可能である。

また、タワー中心部に設けた直送シュートにより、石灰石を直接サージビンに送り込むことができる直送ラインが設けられている。

なお、このシステムが対象とした石灰石の貯蔵量は、29,700 t (比重1.54)である。

このシステムでの石灰石の流れ系統を図3に示す。

2.2 スタッカによる貯蔵運転

スタックは、ブーム、コンベヤ、旋回装置などにより構成されている。

図4にスタックの運転フローチャートを示す。遠隔操作室で起動したスタックは、上流高架コンベヤから供給される石灰石を積み付けるので、上流コンベヤと連動運転される。

積み付けられた石灰石の積山高さが13.26 mに達し、チルトスイッチにより積山高さを検出すると、スタックは反時計方向に4°旋回し、次の山を作る。

スタックは4°旋回を繰り返し連続した積山を作るが、リクレーマとの相対角が64°の所で近接信号を出し、上流送り込みコンベヤを停止させ、更に4°旋回して60°の所まで旋回した位置が旋回の限度で、リミットスイッチにより停止する。リクレーマが走行するまでは自動旋回はしない。

旋回限度に達した場合は、上流コンベヤを制御する必要がある。操作室に表示するとともに、自動停止させるシステムとした。

2.3 ブレンディングリクレーマによる払出し運転

ブレンディングリクレーマは、ガーダ、走行装置(旋回装置)、コンベヤ及びバケットホイール、ハローをもつトロリーにより構成されている。

図5にブレンディングリクレーマの運転フローチャートを示す。リクレーマは下流の地下コンベヤと連動運転されるが、まず、機側の押しボタン操作により積山にハローをセットしておく。

この調整は運転の1回目に必要で、その後の連続した払出し運転中は特に必要はない。

次いで、地下コンベヤ運転中の信号があった場合、操作室の起動押しボタンを押すと、リクレーマの走行運動によるバケット切込み、及びトロリー横行を繰り返し、連続払出しを全自動で行なう。切込み量の調整は、操作室でも機上でも行なえるようになっている。

ハローは積山の角度(通常原料の安息角でこのシステムでは38°)にセットされるが、ハローには多くの爪が取り付けられているので、トロリーの横行運動により積山の傾斜面はかき揺がされ、石灰石は自重で傾斜面を緩やかに流れ落ちる。

流れ落ちた石灰石はブレンドされた石灰石であり、ハロー下部でバケットホイールで採取され、機内コンベヤで走行(旋回)中心部、すなわちタワー中心部に送られ、地下コンベヤを経由してサージビンに払い出される。なお、ハローは石灰石の性状に応じてそのセット角度を変えることができるようにしてあり、このシステムでは38°±3°となっている。

サージビンが満杯になると、サージビンのレベル検出器の信号により、ブレンディングリクレーマは払出しを一時停止する。払出し停止は、まず走行とトロリー横行を停止し、ある時間をおいてバケットホイールの回転停止、次に機内コンベヤを停止させ、地下コンベヤを停止させるシステムとしている。

再起動は、サージビンのレベル検出器の信号により自動的に行なわれる。

2.4 直送ラインによる運転

このシステムでは、プラント全体の効率と設備費軽減のため、ブレンディングリクレーマによる通常の払出し運転のほかに、バイパス払出しラインとして直送ラインを設けた。

直送ラインは、主にブレンディングリクレーマの保守点検時、又は修理時に使用するもので、通常作業計画では使用しない。直送ラインを使用するときは、上流高架コンベヤから送られた石灰石が、ヤードに積み付けられることなしにタワー中心部に設けられたラダーシュートを経由し、地下コンベヤに送られサージビンに払い出されるので、石灰石の水分のばらつきは大きくなる。

直送ラインによる払出しでは、原料はブレンドされることはないが、前述のように設備全体を考え組み入れたわけで、直送ラインはこのシステムの一つの特長であるといえよう。

3 ブレンディング効果

高架コンベヤから送られてきた石灰石は、スタックにより4°ごとのステップ旋回を繰り返し、図6に示すようなドーナツ状の積山を作る。対象船は平均1,500 tの石灰石1銘柄を運搬してくるが、1船分の銘柄の含水率がハッチの深さに伴って変化する場合でも、積山を分割し水分の平均化を図るため、約4ステップ(16°旋回)で積付を完了することにした。この積山に傾斜角38°のハローを当て、トロリーを横行させるとハロー

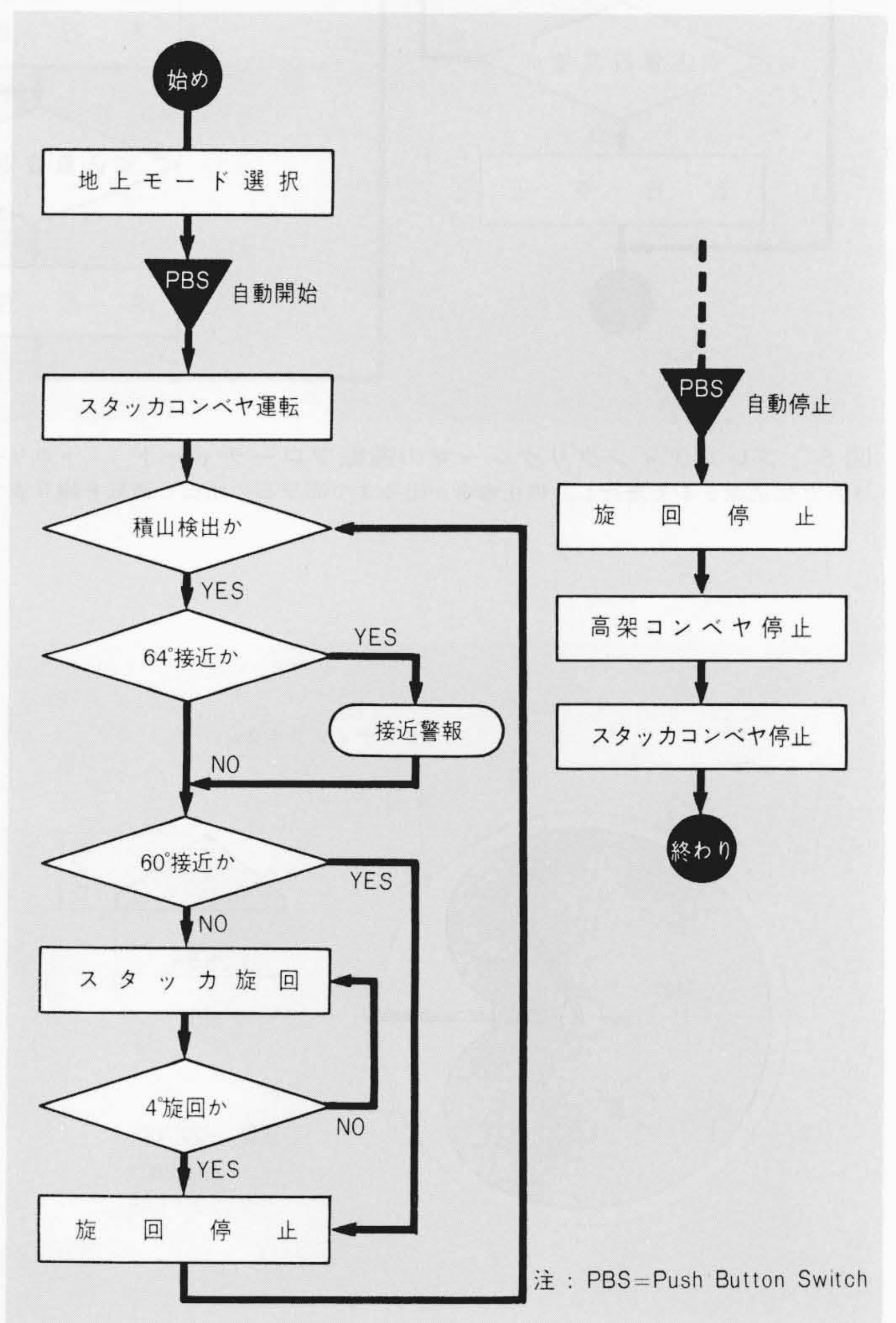


図4 スタッカの運転フローチャート ブレンディングリクレーマとの相対角度をチェックしながら、4°ごとの旋回を繰り返し積山を作る。

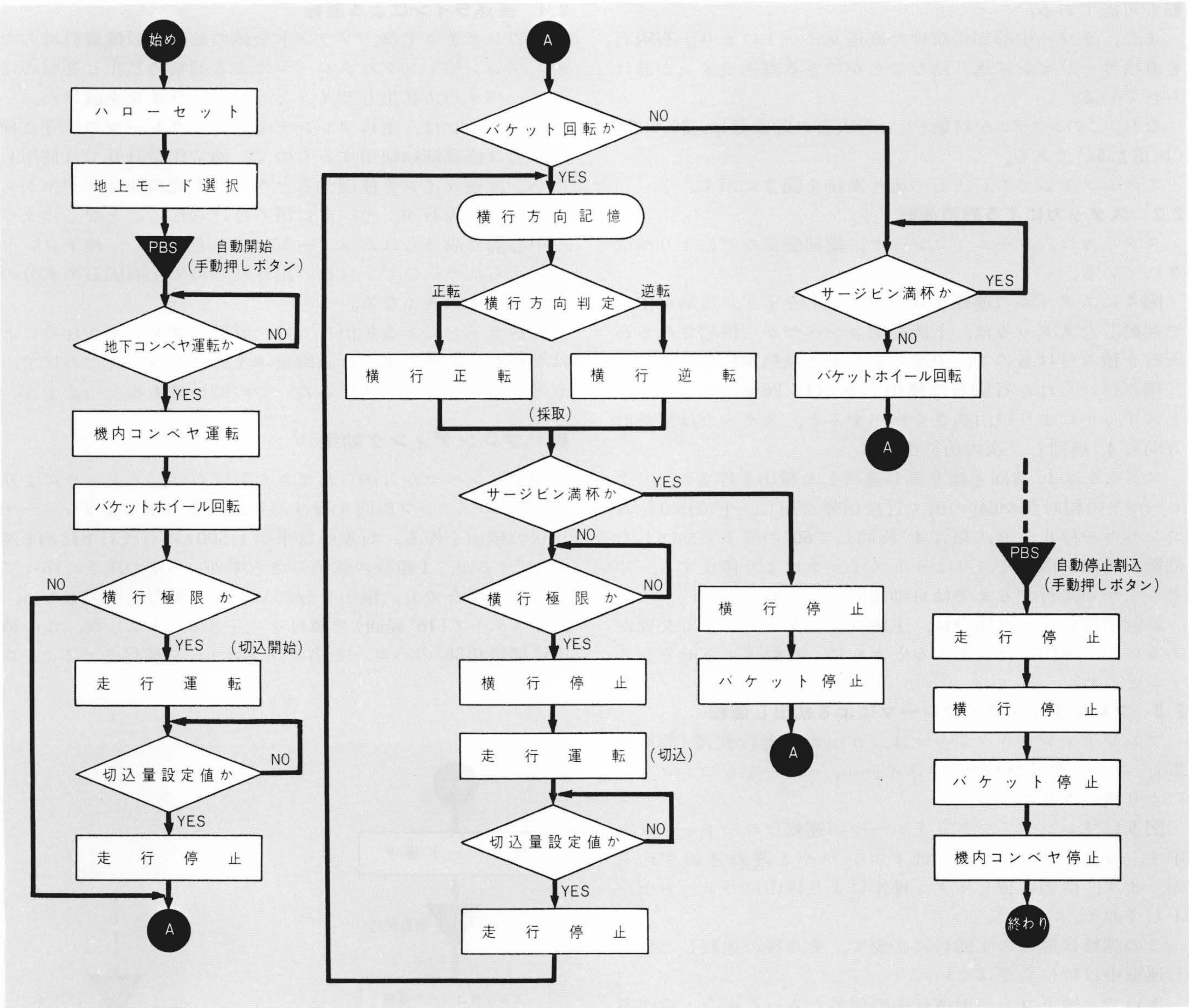


図5 ブレンディングリクレーマの運転フローチャート トロリーが1往復横行するごとに、設定された切込深さまで走行し、停止命令が出るまで石灰石の払出し運転を繰り返す。

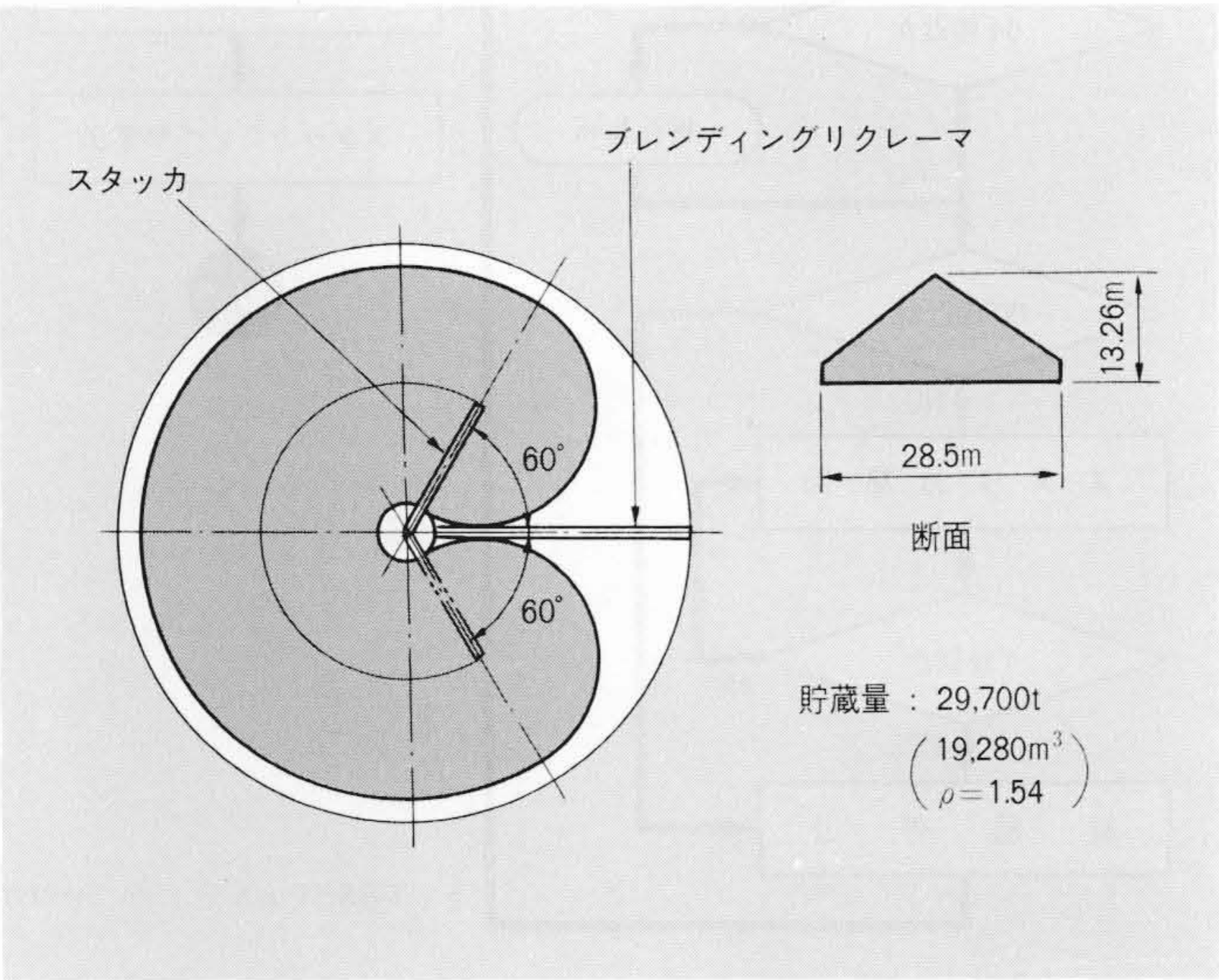


図6 円形ヤードと積山 断面がほぼ三角形のドーナツ状に積み付けられる。

一が積山を切る断面は図7に示すようになる。同図中のA、B、……Jは1船1,500tごとに変わる石灰石の銘柄を示すもので、それぞれ含水率が異なっている。これを乱数表を用い表2に示すように仮定し、能力800t/hで1往復したときの採取量と含水率とを、バケットホイールを1個及び2個装備した場合につき計算を行なうと、図8に示すようになる。

図8から明らかのように、含水率が2～7%にばらついている原料は、ブレンディング後バケットホイールを2個とした場合は4.4%±0.3%のばらつきに抑えることができるが、バケットホイールが1個の場合は、含水率が4.4%±0.7%となり、ばらつきが大きく十分なブレンディング効果が得られないことが分かる。

したがって、このシステムでは、バケットホイールを2個装備することにした。この場合、期待値(4.4%)に対する偏差は、±7%となる。

図9は、キルンに送られる直前の含水率を示したもので、含水率は4.4%を中心に±0.4%程度のばらつきとなっており、ブレンディングの効果が出ていることが分かる。

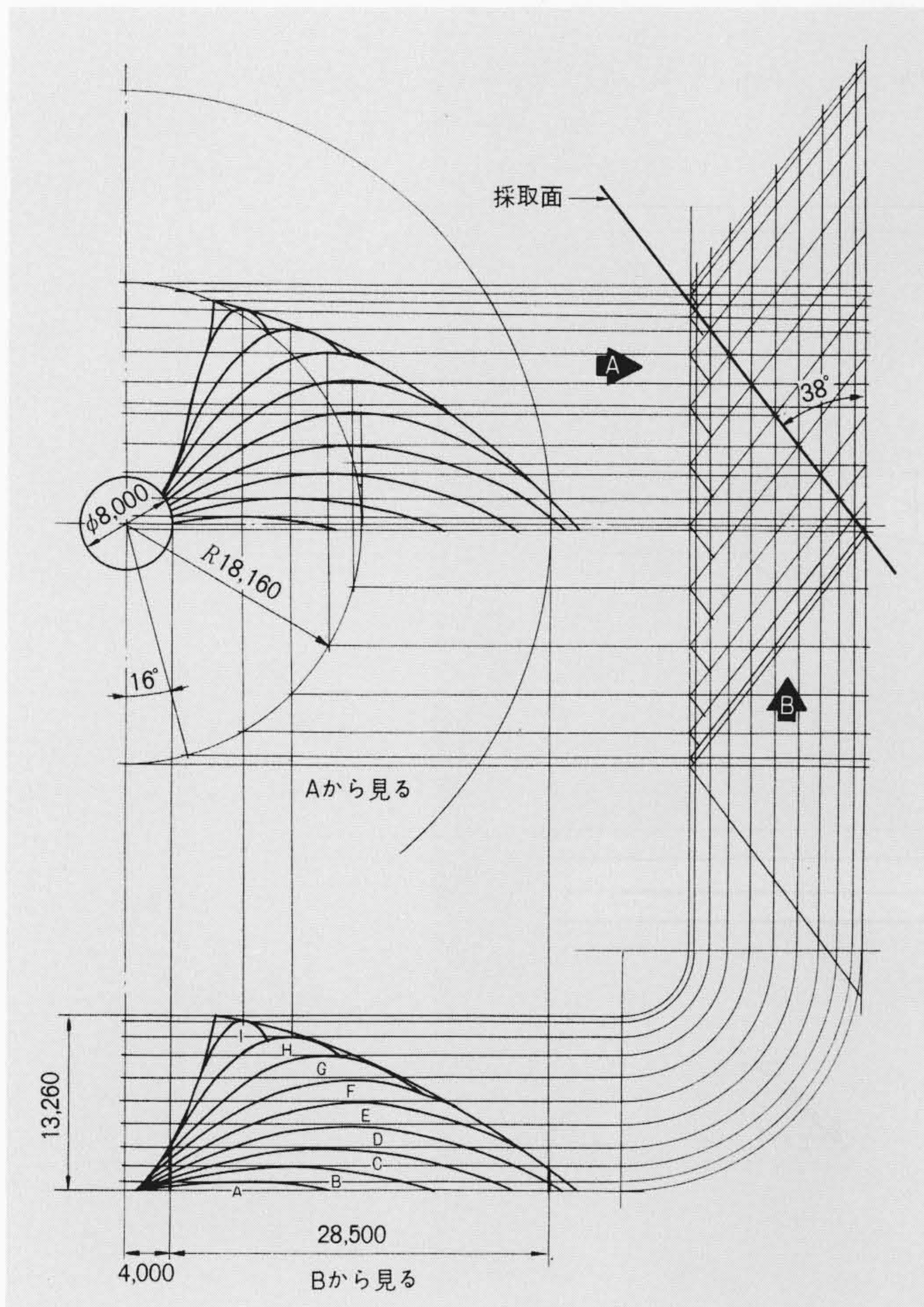


図7 ハローによる採取断面 ハローが積山を切る断面で、ドーナツ状に積み付けられた10銘柄の石灰石が同時に採取できることが分かる。

表2 含水率の仮定 乱数表による(最大7%, 最小2%)。

銘柄	柄	含水率 (%)
A		5
B		2
C		3
D		6
E		2
F		6
G		4
H		3
I		7
J		6

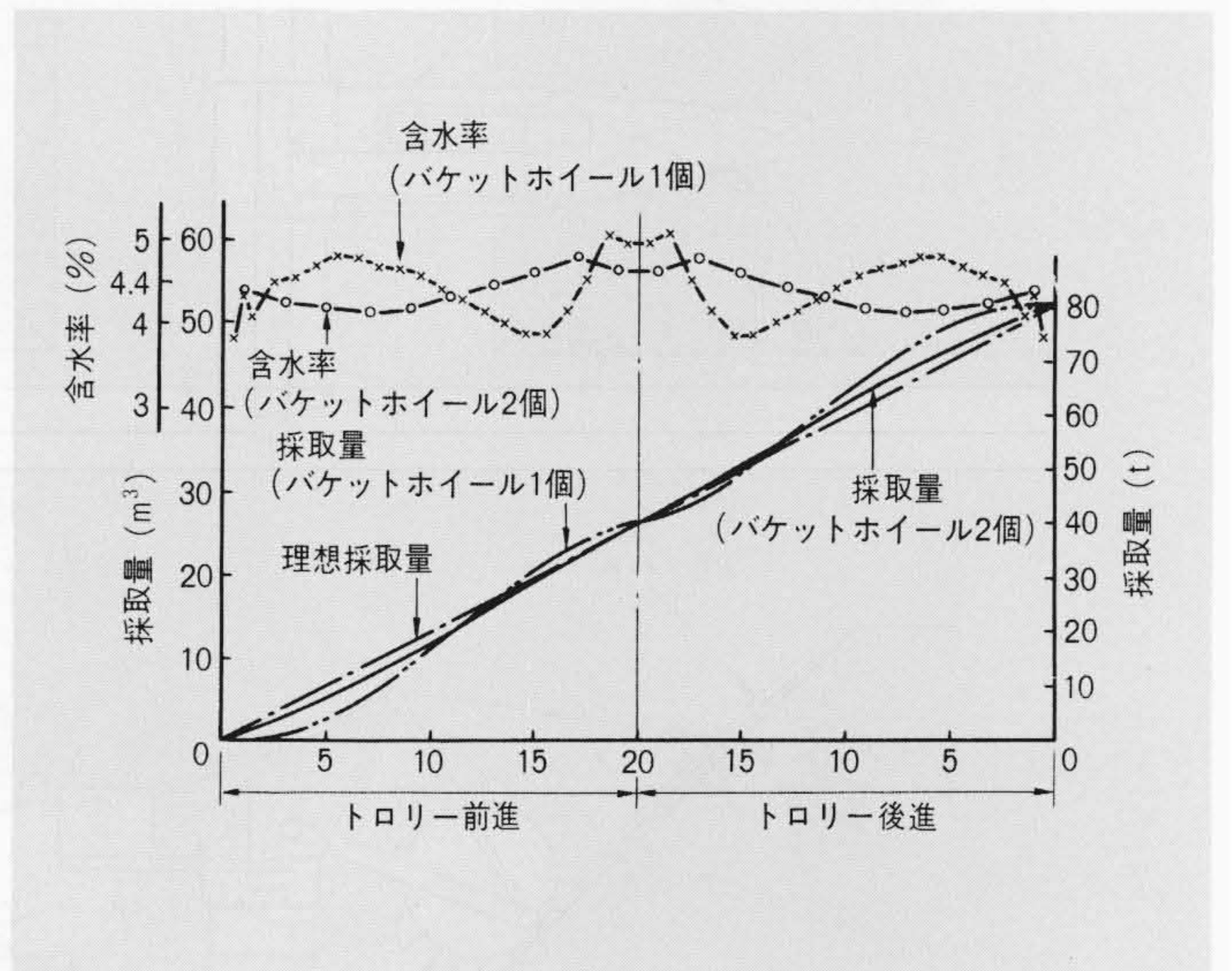


図8 ブレンディング効果 能力800t/hで、トロリー往復したときの採取量と水分のばらつきを示す。

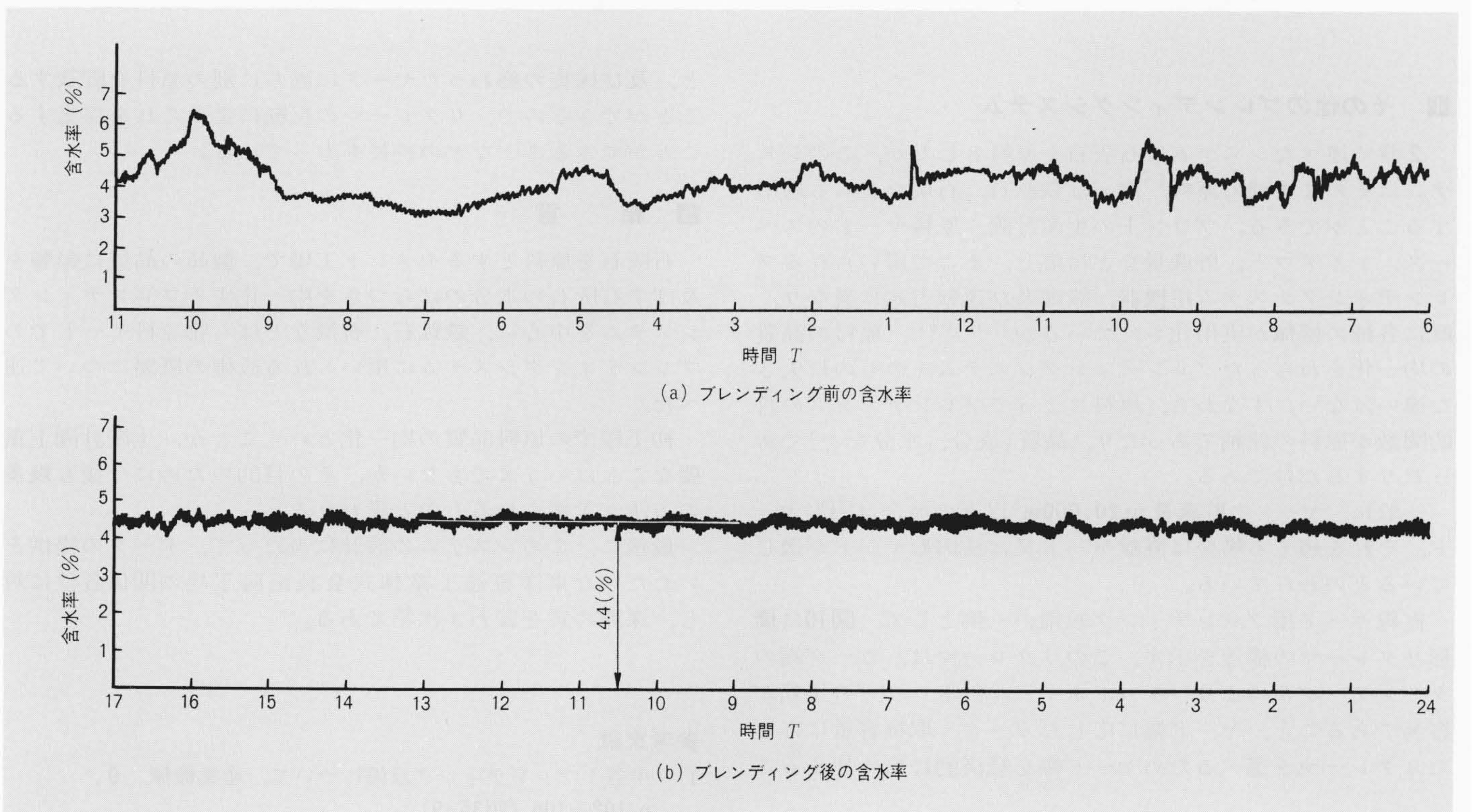


図9 ブレンディング効果[(a)ブレンディング前の含水率(b)ブレンディング後の含水率]
含水率最大6.5%, 最小2.9%のばらつきがブレンディング後平均4.4±0.4%となり、効果が出ている。

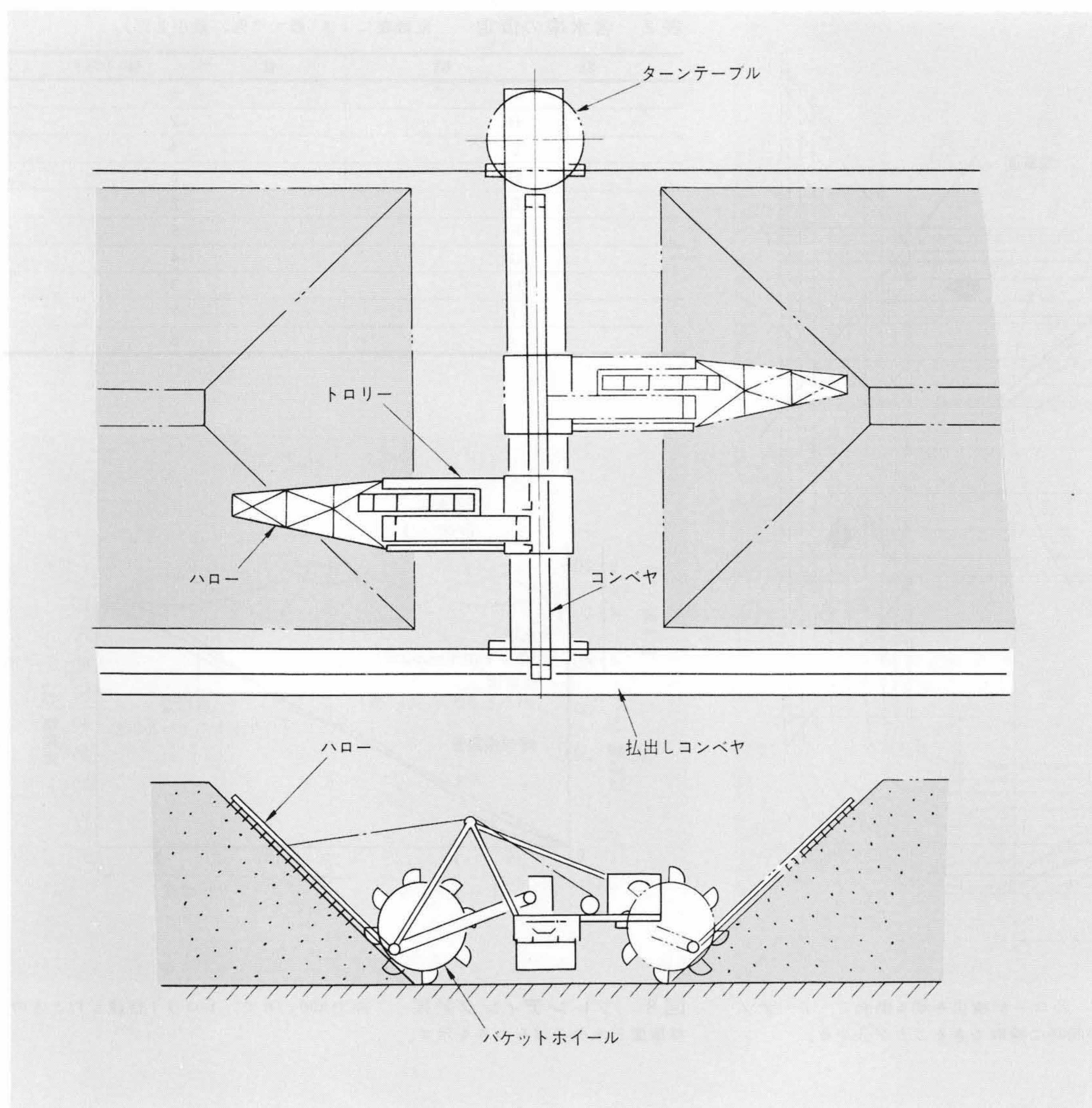


図10 橋形リクレーマ
ターンテーブルによりバケット
ホイール付トロリーの反転が容
易である。

4 その他のブレンディングシステム

2章で述べたシステムは石灰石を原料としたが、このシステムはそのまま別の原料、例えば鉄鉱石、石炭などにも適用することができる。プラントの生産計画、原料ヤードのスペース、レイアウト、貯蔵量などに応じ、そこで用いられるブレンディングシステム用機器、設備及び運転方式は異なり、既に各種の機械が実用化されているが^{1), 2)}及び※1)、原料の品質の均一化をねらったブレンディングシステムそのものに大きな違いはない。すなわち、原料によってブレンディングの目的関数が原料の銘柄であったり、品質(成分、水分など)であったりするだけである。

一般に、ヤードの貯蔵量が $20,000\text{m}^3$ 以下の場合には円形ヤード、それを超える場合は直線ヤード又は長円形ヤードが適しているといわれている。

直線ヤード用ブレンディング設備の一例として、図10に橋形リクレーマの構造を示す。このリクレーマは、ガーダ端のターンテーブルによりバケットホイール付トロリーの反転が容易であること、ヤード幅に応じたガーダ、取扱容量に応じたリクレーマを選べるためヤード幅を経済的に広く使えるこ

と、及び採集の終わったヤードに直ちに別の原料を貯蔵することができるので、リクレーマの反転によりこれを採集することができることなどの特長をもっている。

5 結 言

石灰石を原料とするセメント工場で、製品の品質に影響を及ぼす石灰石の水分のばらつきを均一化するブレンディングシステムを中心に、鉄鉱石、石炭などばら物原料ヤードでのブレンディングシステムに用いられる設備の概要について述べた。

初工程での原料品質の均一化ということが、生産計画上重要なことはいうまでもないが、その目的のために今後も幾多の方法が考案されるものと思われる。

最後に、このシステムの設計に当たって、データの提供をいただいた東洋曹達工業株式会社南陽工場の関係各位に対し、深謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 中谷：ブレンディング設備について、産業機械，9，p. 102～106（昭35-9）
- 2) R. H. Wöhlbier：Stacking Blending Reclaiming of Bulk Materials, Trans Tech Publications(1977)

※1) 近藤：日本国特許第689733号（昭48）