

大容量アンローダの最近の進歩

Recent Progress of Ship Unloader

アンローダ大形化に伴って生ずる機械的、電気的問題と、従来よりいっそう厳しく取り上げられつつある環境保護につき、最近完成した世界最大級の2,500t/hアンローダを取り上げ紹介する。特に機械部分、電気部分、及び荷役中のバケットからの落鉱による海水汚濁、ホッパからの発塵による大気汚染などの環境改善方策について述べる。

中村武男* Nakamura Takeo
石山 実* Ishiyama Minoru
木暮宏政** Kogure Hiromasa

1 緒 言

各種鉱石、石炭など、ばら物原料を陸揚げするアンローダは、資源が乏しくこれらを輸入に頼っている我が国では、各産業界のスタート ラインに位置し、重要な役割を果たしている。

この原料陸揚げ用アンローダに要求される条件は、従来は大容量化・省力化に最大の努力が払われてきたが、最近では大容量化・省力化と同時に、環境保護に対する配慮が強く要求されている。

これらの要求にこたえ、最近のアンローダは旋回引込形で1,000t/h級、橋形で2,500t/h級と超大形化され、性能面では徹底したワンマン コントロールの採用で省力化・高能率化が図られ、更に粉塵防止、海水汚濁防止、騒音防止など、環境改善にも特別な考慮が払われている。

なお大容量で、かつ環境保護に有利なアンローダとしては、近年連続式アンローダも注目されてきているが、実用化のうえで困難な問題も多く、現状では特殊用途の域を出ていない。一般用としては依然としてグラブ バケット式アンローダが主流となっている。したがって、ここではグラブ バケット式アンローダを主体に、最近のアンローダにつき、その構造と特長を紹介する。

2 大容量化

図1及び表1に最近新日本製鐵株式会社君津製鐵所に納入された、グラブ バケット式としては最大級の2,500t/hアンローダの全景及び仕様を示す。

一般に大容量化の基本的なパターンは、構造を変えず各構成要素のサイズだけを大きくする方法で、従来1,500t/h級アンローダまではおおむねこの方法で大容量化が図られてきた。しかし、2,500t/h級アンローダになるとサイズアップだけでは解決できない問題もあり、次例に述べるように新構造の採用も試みている。

2.1 8本つりグラブ バケット

従来、グラブ バケットは支持用・開閉用各2本、合計4本のロープでつり下げられているが、1,500t/h級アンローダでロープ径は既に40mm程度となっている。したがって、これをそのままの構造で2,500t/h用にサイズアップさせると、必要ロープ径は60mm程度にも達し、バケット交換、ロープ交換などの取扱いが非常に困難となる。このため、2,500t/hアンローダではロープ径は太くせず、支持開閉各4本合計8本つりの特殊バケットを設計し、つり上げ荷重の増大を可能にしている(図2)。

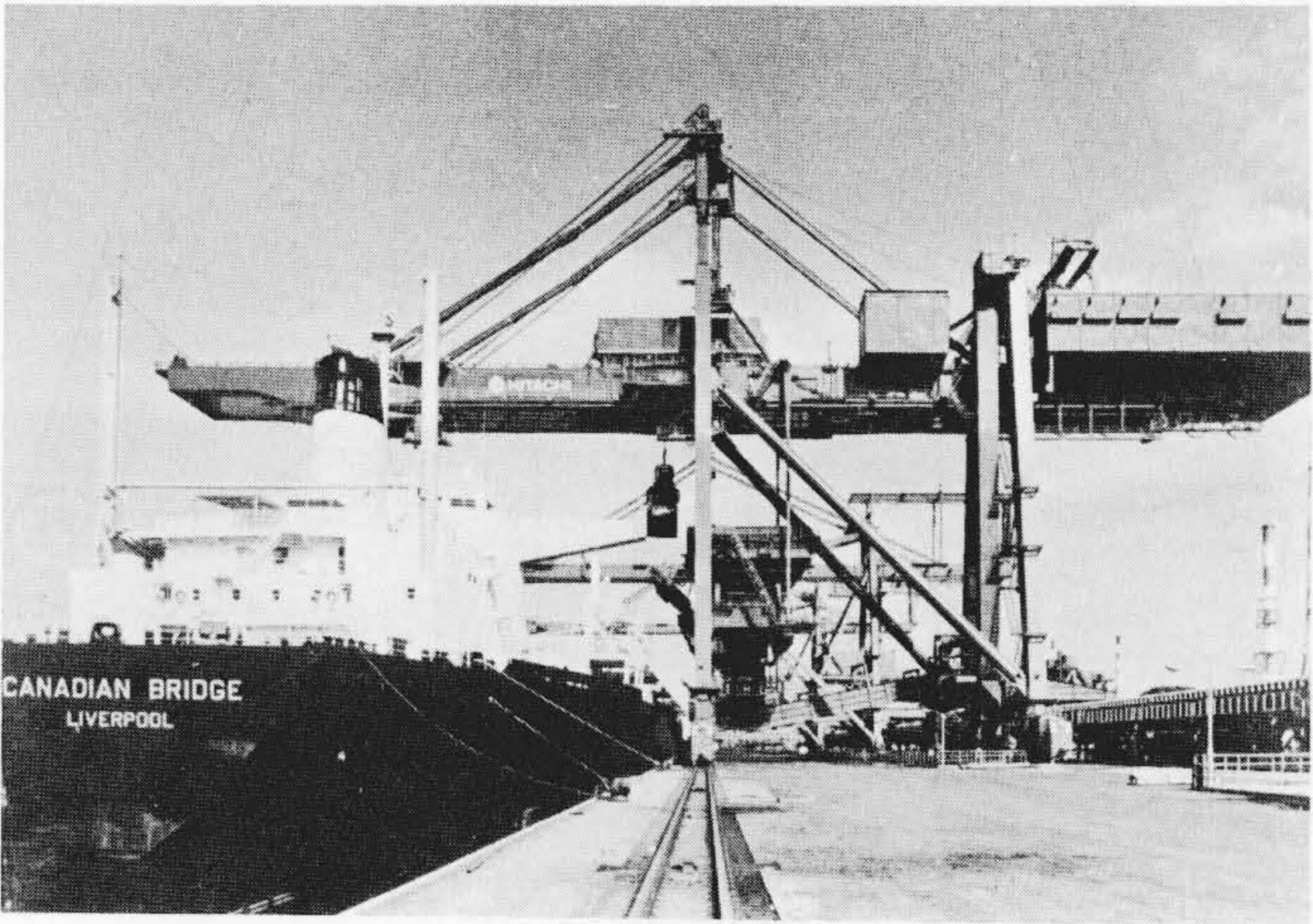


図1 2,500t/hアンローダ ショックレス構造(本文3.1参照)を採用し、大容量化と同時に環境改善に特別な考慮が払われている。

表1 2,500t/hアンローダ仕様 称能力は、JIS B 8809による計算陸揚げ能力の85%としている。

項 目	仕 様
称 呼 能 力	2,500t/h
対 象 船	Max. 270,000 D.W.T.
定 格 荷 重	54t
アウト リーチ	41m
バック リーチ	18m
ス パ ン	28m
揚 程	21m+18m
補 巻	定格荷重：40t 揚 程：30m+20m
走 行 レール	複線 73kg
電 源	3,300V 50Hz
定 格 速 度	巻上/巻下：140/160 m/min 閉 / 開：140/160 m/min 横 行：180 m/min 走 行：20 m/min 起 伏：往復約12min

* 日立製作所笠戸工場 ** 日立製作所大みか工場

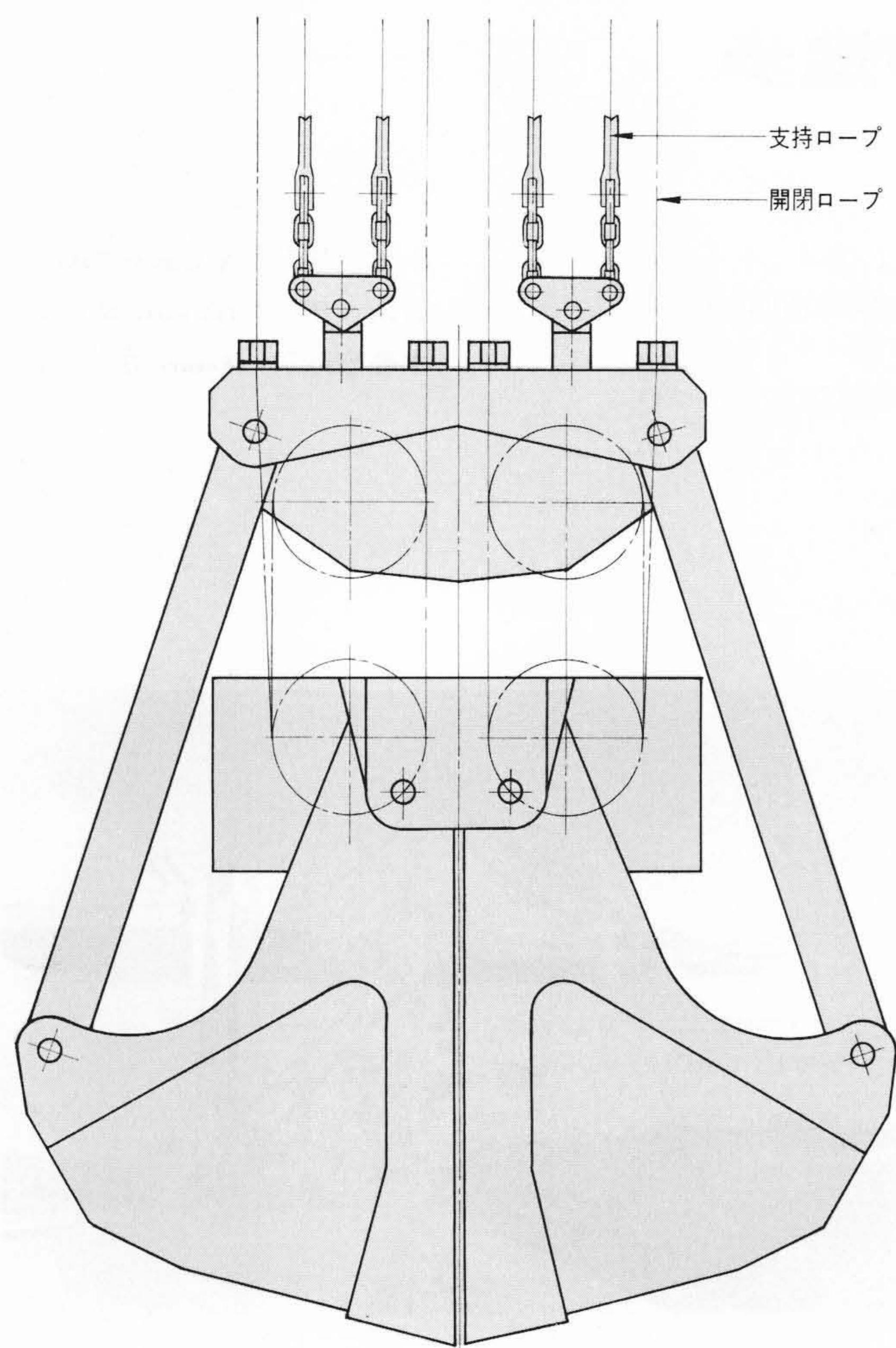
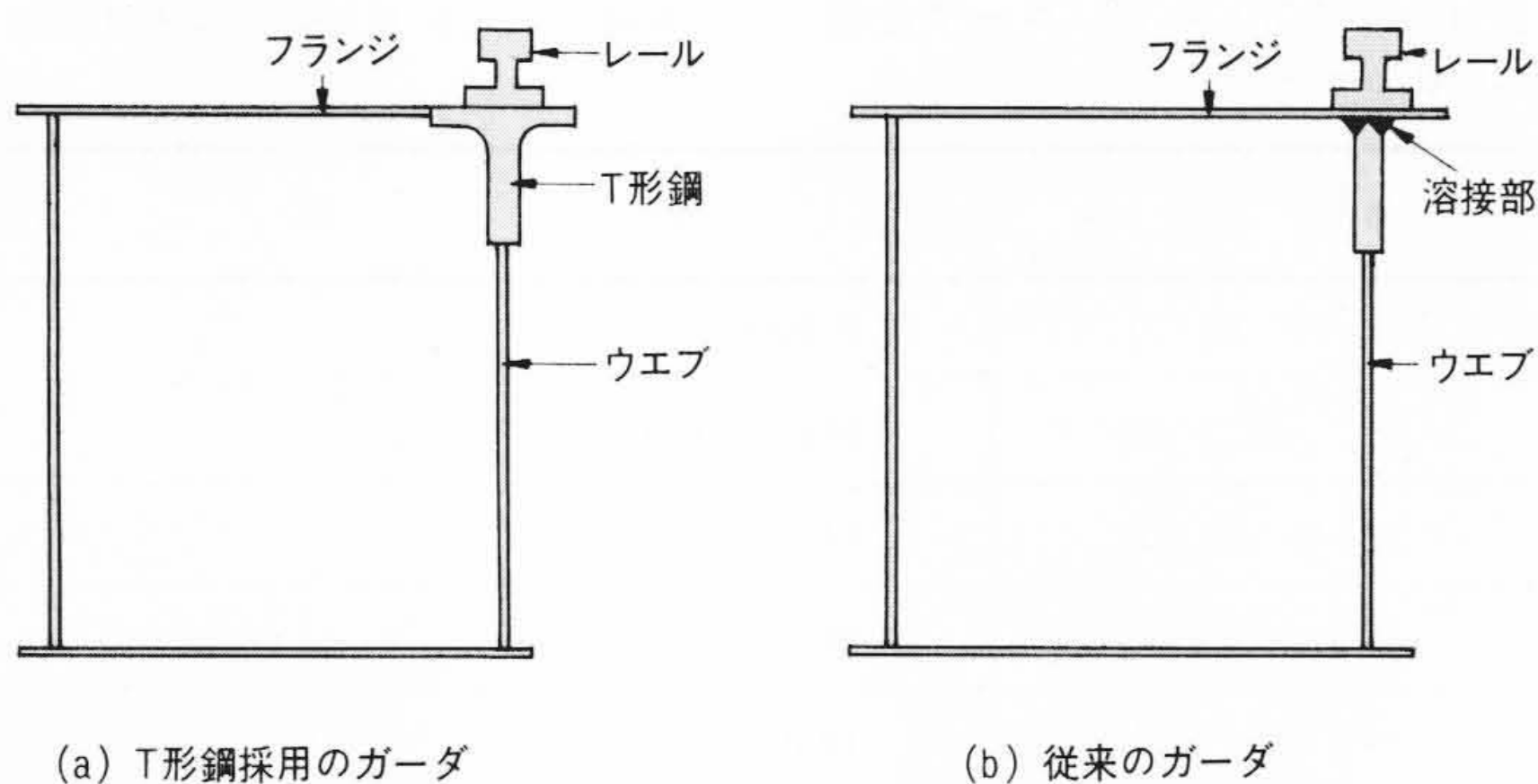


図2 8本つりグラブ バケット 支持ロープ、開閉ロープ各4本とししかも各ロープ張力は、バランスされる。



(a) T形鋼採用のガーダ

(b) 従来のガーダ

図3 ガーダの構造 T形鋼採用のガーダは、局部荷重の大きなレール直下での溶接継手がなく、応力集中及びレールとフランジとの片当たりなどを防ぐことができる。

2.2 ガーダ構造

最近、大形クレーンの鉄構部分にはボックス構造の採用が一般的となっているが、動荷重の増大につれボックス形状の幅、深さなども大形化されている。しかし、使われている板厚は形状寸法比ほどには厚くなっていない。このため、断面全体としての性能(断面二次モーメント、断面係数など)は必要容量にまで増強されているが、局部的に大きな車輪荷重のかかる横行レール直下部などには、局部的な二次応力を誘発し強度的に問題となる場合もある。

このため、2,500t/hアンローダをはじめ特に大形のクレーンでは、種々の実験検討の結果この問題の解決策としてT形鋼を使用し、図3に示すような断面形状を採用している。この構造は、従来の構造に比べ次のような特長がある。

- (1) 従来のガーダは、フランジとレール下ウェブを溶接継手としていたため、溶接によりフランジにひずみが生じ、レールとフランジの当たりが不均一になることがあったが、T形鋼の採用によりその欠点が除かれた。
- (2) T形鋼のコーナー部の形状が滑らかな曲線になっており、従来の溶接ビードの形状に比べ、切欠き係数が大幅に改善され、局部応力を下げることができる。

3 環境改善

先にも述べたように、経済的な要求によりアンローダは大容量化、高能率化の一途をたどってきたが、一方、大気汚染、海水汚濁、騒音などいわゆる環境保護に対する規制要求もいっそう厳しくなり、大容量化と同時に環境を保護、改善させることも至上命令といえる。

環境保護に対するアンローダの問題点は、トロリ移動中、又はホッパへ荷放し時の粉塵発生による大気汚染と、落鉱による海水汚濁とが主なものである。特に落鉱により生ずる問題は、単に海水汚濁だけでなく水深低下、更には水深低下後の浚渫による二次海水汚濁のおそれもあり、問題が大きい。

このため、ホッパに集塵装置、又は散水装置を設けたり、あるいはホッパ前面に落鉱石受装置を設けて、環境保護に努めることは従来から行なってきたが、最近では更に次のような環境保護対策が講じられている。

3.1 ショックレス ガーダ

橋形アンローダの船側カンチ ガーダは、対象船舶の離・接岸又は荷役中、ハッチ換え時にマストをかわすため、通常起伏可能な構造となっている。しかし、起伏可能としたためカンチ ガーダと主ガーダとの接続部には「レール継目」ができ、トロリがここを通過するごとに大きなショックを生じさせ、グラブ バケットからの荷こぼれを誘発し、粉塵発生、及び落鉱の主原因となっていた。このため、その対策として、「レール継目」部の製作精度を上げるとか、トロリにばねなどの緩衝装置を設けて、ショックを和らげてきたが完全な対策には至らなかった。

これに対し、「ショックレス ガーダ」では、図4に示すように起伏ガーダの主ガーダ側を回転ヒンジより張り出させ、起伏ガーダと主ガーダとの「レール継目」位置をホッパ中心より陸側としている。したがって、「ショックレス ガーダ」は、次のような特長を持っている。

- (1) 通常作業時では、トロリが「レール継目」を通過する必要がなく、起伏ガーダ上だけで作業ができる。
- (2) このため、トロリが「レール継目」上を通過するたびごとに発生させていたショックが皆無となり、機械部分、鉄構部分に好影響を及ぼすと同時に、トロリ移動中のバケットからの荷こぼれが皆無となった。
- (3) ショック及び衝撃による騒音がないため、運転者の疲労を軽減することができる。

3.2 二重構造式防塵ホッパ

前述したように、ホッパからの発塵防止については、従来から散水方式、集塵機併置方式など種々の方式が研究、採用されてきた。しかし、散水方式は水分をきらうりん鉱石、アルミナなどには適用できないし、また集塵機併置方式はコスト的、スペース的にクレーンへの採用は困難な場合が多い。

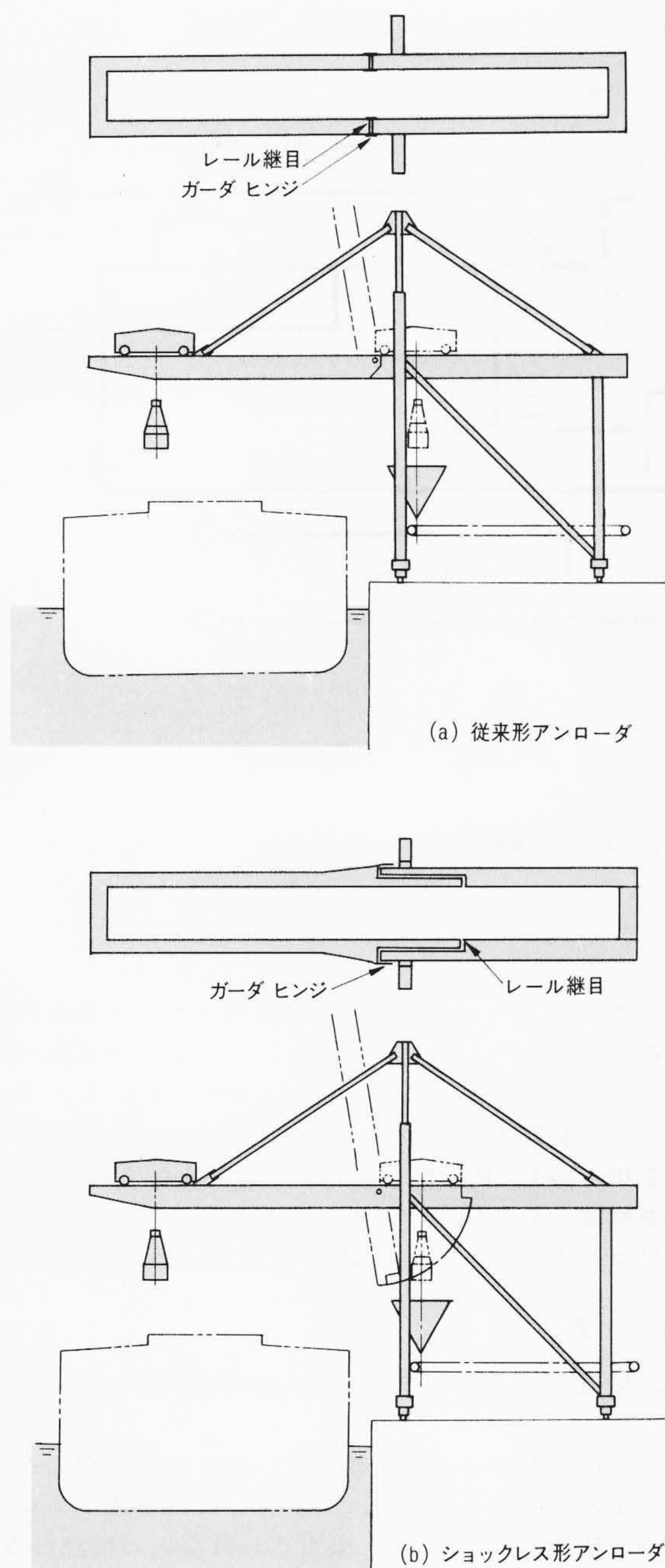


図4 従来形アンローダとショックレス形アンローダの比較
ショックレス形では、荷役中トロリがレール継目を通す必要がなく、移動中のショック、振動が皆無となる。

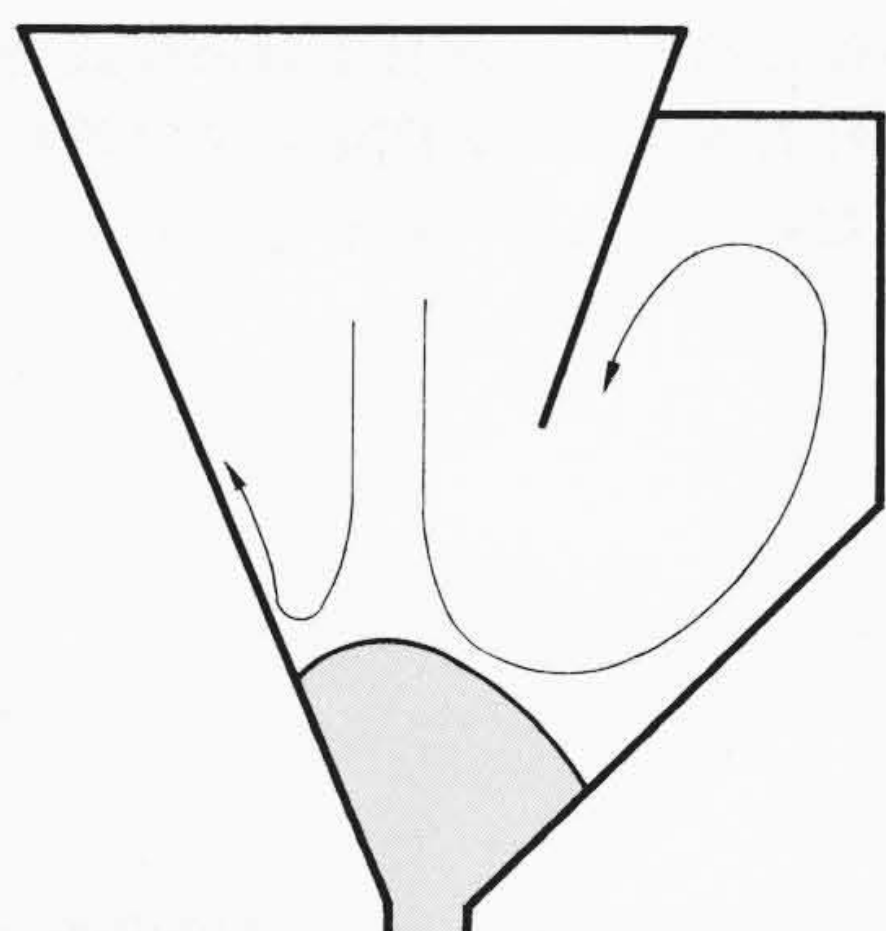


図5 二重構造式防塵ホッパ 集塵装置、又は散水装置の助けを借りることなくホッパ構造だけで粉塵の発生を約30%に抑えることができる。

このため、スペース効率がよく、低コストな防塵ホッパの開発が望まれていたが、最近の実験研究の結果、図5に示す“二重構造式防塵ホッパ”が開発された。

本方式はホッパの側壁を二重構造とし、投入材がホッパ下部に衝突して生ずる空気流をホッパ内で旋回、衝突させ、排出空气の勢いを弱めるものである。実験の結果、従来の普通形ホッパに比べ発塵量を30%程度にまで減少させることができる性能を持っている。

3.3 騒音対策

環境保護に対するアンローダの問題点としては、落鉱、粉塵ほどには問題となっていないが、近い将来、これらと同等の問題となることが予想されるものに、騒音問題がある。

低騒音機器の開発、騒音源の密閉化などとともに、ホッパ投入時の衝突音を減少させるため、ホッパに耐摩耗性ゴムライニングを採用したり、フィーダをベルトフィーダにするなどの対策が採られている。

また、アンローダを含むプラントの騒音が、プラント境界線に及ぼす影響などについての予測システムも確立されている。

4 電気設備

アンローダの大形化に伴い、当然その動力源である電気設備も大容量となり、電気機器の選定はもちろん、制御方式に対しても、従来以上に細部にわたり慎重な配慮が必要になる。

前述の2,500t/hアンローダの例についてみると、その電動機設備容量は、アンローダ1台につき3,000kWに達するようになり、巻上(支持、開閉)だけで2,000kW(短時間定格で2,500kW)を占める。

以下、大形化に伴う電気設備の問題点とその解決策について述べる。

4.1 電動機と制御方式

大形アンローダの制御方式は、要求される高加減速度と速度の制御性とを満足させるため、現時点で最高の性能を発揮する直流電動機の変圧制御(ワード・レオナード、サイリスタ・レオナード制御)が採用される。

直流電動機の GD^2 は出力の1.6~2乗に比例して増加するので、大容量になればなるほど、指数関数的に大となり、加減速度、ひいてはそのデューティサイクルに大きな影響を及ぼす。

日立アンローダはこの問題の解決のため、電動機の構造、材料に考慮を払い、新絶縁方式を採用してコンパクトな設計にすることはもちろん、極力高電圧、高速度化を図り、速応性に富み過負荷耐量が高い GD^2 の小さな高性能機としている。また制御系にはマイナ自動電流制御(ACR)を持つ自動電圧制御(AVR)を採用し、電動機的能力を最大限に活用し、従来の小・中形アンローダを上回る高い制御性能を保证することに成功した。図6に2,500t/hアンローダの支持制御系統図を示す。本方式はワード・レオナード式を採用したが、サイリスタ方式を採用し、主直流電源の静止器化ももちろん可能である。

4.2 ブレーキの選定

レオナード制御を採用したアンローダの場合、定常運転中は電気ブレーキにより減速するので、支持開閉ブレーキはつり荷保持のためにだけ使用される。したがって、ブレーキに課せられた命題は、ライニングの寿命よりはむしろ十分な非常停止能力にある。大形アンローダの場合、大きな制動トルクが必要で、ブレーキドラムの直径、 GD^2 も必然的に大きくなる。単に大形ブレーキを採用したのでは、ブレーキの動作時間の遅れ、大きな GD^2 も問題になる。高加減速度と確実な動

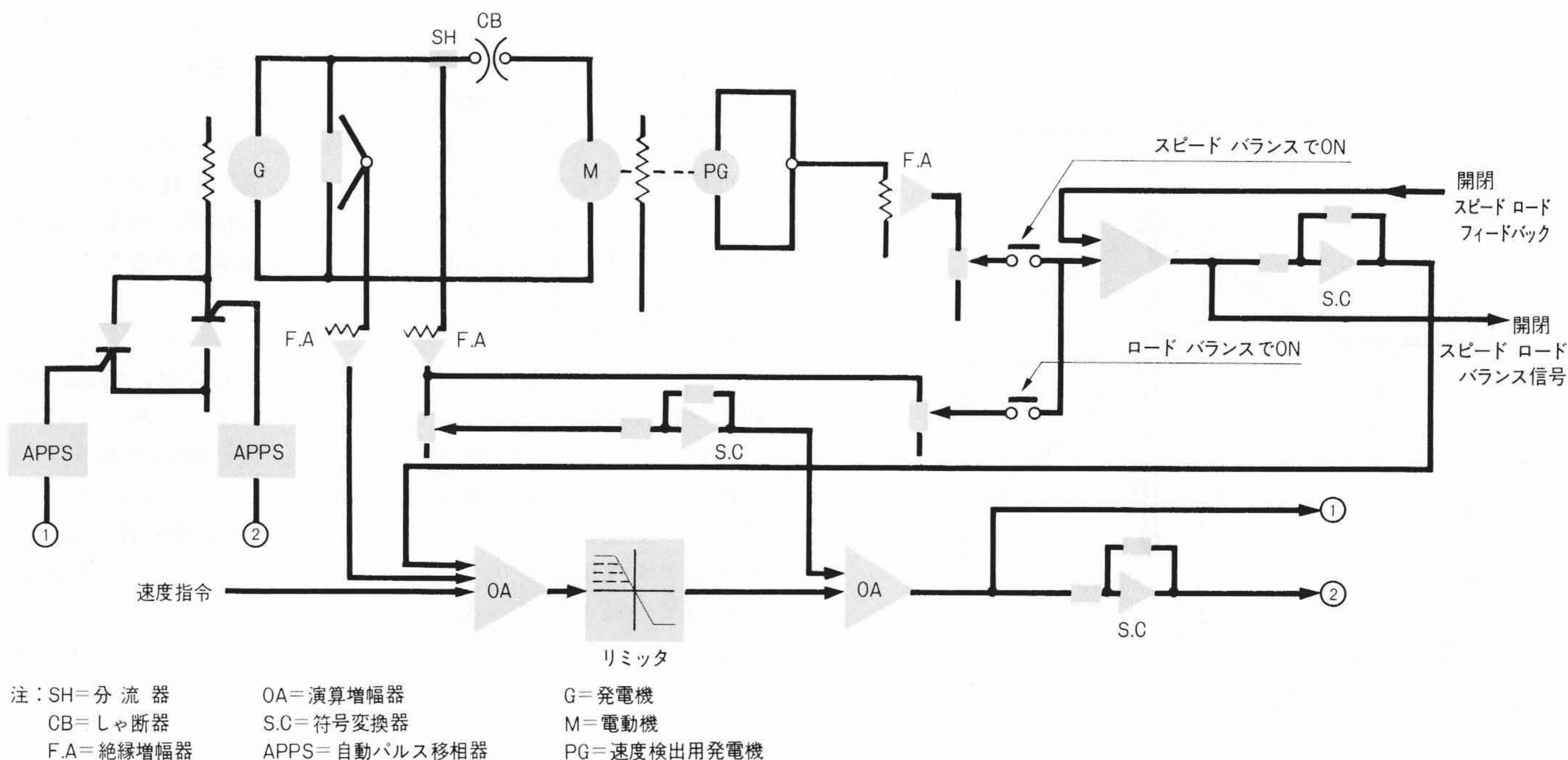


図6 支持制御系統図 ワード レオナード方式によるアンローダ支持制御系統図を示したもので、電動発電機をサイリスタに置き換え静止器化も可能である。

作を期するため、2,500t/hアンローダでは電動機1台につき特殊設計の760mmφドラム付ブレーキ2台を採用し、これらの問題を解決した。将来、更に大形アンローダの要請があれば、ファン付ディスクブレーキの採用など研究に値する問題となる。

4.3 バケットの自動振れ止め制御

ホッパ上でのバケットの自動振れ止め制御は、操作性を向上させ運転を容易にするので、大形になればなるほど不可欠

の制御となる。振れ止め制御には、支持ロープの振れ角度を検出するフィードバックシステムと、あらかじめ定められたプログラムに従って振れ止めを行なうプログラムシステムとがある。日立製作所はこの両方式を比較実験した結果、陸揚げ能力を損なわず、比較的シンプルで実用的なプログラムシステムを標準として採用することにした。

図7にプログラムシステムによる振れ止めの状態を示す。

5 結 言

以上、最近のアンローダの特長、問題点などについて述べた。

最初にも述べたように、連続式アンローダが本格的な実用化に今一步の段階である現在、グラブバケット式アンローダへの期待は依然として大きく、果たさねばならぬ役割は重い。一方、環境保護に関する要求規制は今後ますます厳しくなるものと考えられる。

このような情勢の中であって、アンローダの今後の方向として、大形化、高能率化及び環境保護を、三位一体バランスよく推進していきたいと考える。

最後に、本文中引用している2,500t/hアンローダについては、その設計製作に当たり、新日本製鐵株式会社設備技術センター並びに同社君津製鐵所の関係各位に終始適切な御指導と御協力をいただいた。ここに厚く感謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 山本、関山：「アンローダのバケット自動振れ止め制御」日立評論 55, 3, 241 (昭48-3)
- 2) 今仲：「最近の大容量陸揚設備」日立評論 52, 6, (昭45-6)

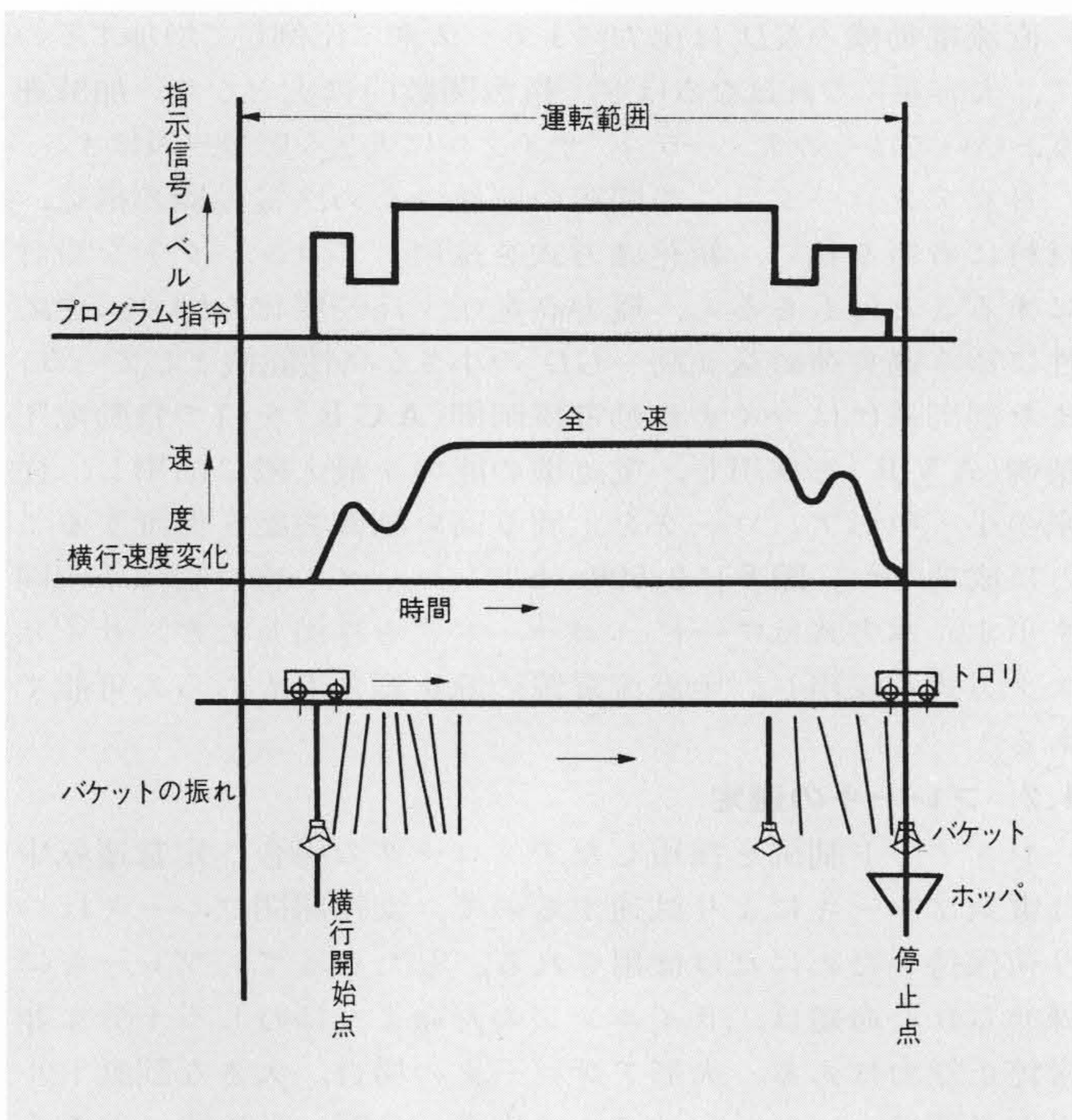


図7 バケット自動振れ止め制御 横行の加減速をあらかじめ設定されたパターンで変化させ、ホッパ上で自動的に振れをなくし停止させる。