

日立 DH30S 形 30t 積スラグダンプトラック

Hitachi DH 30 S Type 30 t Slag Dump Truck

百 武 弘* 永 岡 齊* 富 田 鎮 弘*
Hiroshi Hyakutake Hitoshi Nagaoka Shigehiro Tomita

要 旨

製鉄所構内に使用する国産最大 30 t 積スラグダンプトラックを開発した。本スラグダンプトラックは高温のスラグを入れた鍋を直接地面から積み込み、走行し、排滓(はいし)できる独特の 2 段リンク式ダンプ機構を装備しているほか、新しい機構を数多く採用した特殊ダンプトラックである。

本稿は、この 2 段リンク式ダンプ機構を中心に全体の構造概要を紹介したものである。

1. 緒 言

最近、製鉄所構内の運搬作業の合理化が進み、その一環として転炉工場においても、取鍋に残るスラグの運搬、排滓を道路車両で行なうようになってきた。これは従来の鉄道車両方式に比べて、道路車両を用いることにより、積込場、運搬経路および排滓場などの設備が簡単になり、また、これらを固定化する必要もないので製鉄所の運営に柔軟性を与えることができるためである。

スラグダンプトラックとしては、いままで 15 t 積(スラグ 7.5 t 鍋 7.5 t) が主として使用されてきたが、新鋭製鉄所の建設に伴い転炉の大形化および運転サイクル短縮のため 30 t 積(スラグ 15 t、鍋 15 t) 程度の大形車が必要になった。

日立製作所において今回川崎製鉄株式会社水島製鉄所(川鉄運輸株式会社)向けに製作した 30 t 積スラグダンプトラックは、上記の要望に応じて製作した国産最大のスラグ運搬専用のダンプトラックで、下記のような特長を備えている。

- (1) 積載量は 30 t であるが、スラグに地金がいいる場合を考え、最大 45 t までの過積に耐える。
- (2) 最高速度は 30 km/h で、トルクコンバータおよび高低速の切換装置があり、負荷に応じた速度で運行できる。
- (3) ダンプリンクは 2 段になっており、アームの回転角度は 140 度と大きく、これによって鍋を直接地面から積み込めるので、鍋台は不要である。また、2 段のシリンダはアームの回転角度を検出し自動的に切り換えられるので、ダンプシリンダの力が有効に利用される。作動時間は約 70 秒という高速にもかかわらず、油圧装置は小形である。
- (4) 鍋の積込面には耐熱レンガを敷き、油圧ホースに石綿テープを巻くなどの耐熱対策が施されており、運転室の上部にプロテクタ、背面にシャッターを取り付けるなどの安全対策がとられている。また、排滓作業は運転室外から遠隔操作でも行なえるようになっている。
- (5) 回転半径は 11.5 m と小さいので、転炉工場内での作業も容易に行なわれる。
- (6) 油圧装置はユニット化されており、車体中央部に取り付けられているので、保守点検が容易である。

2. 仕様および構造概要

本スラグダンプトラックの仕様は運搬合理化計画の線にそって設

* 日立製作所笠戸工場

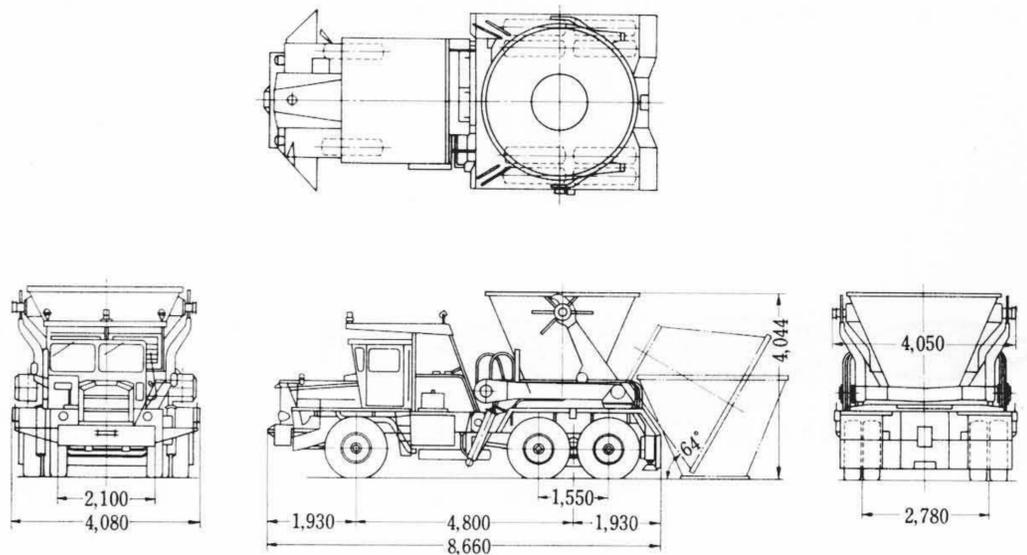


図 1 日立 DH 30 S 形 30 t 積スラグダンプトラック

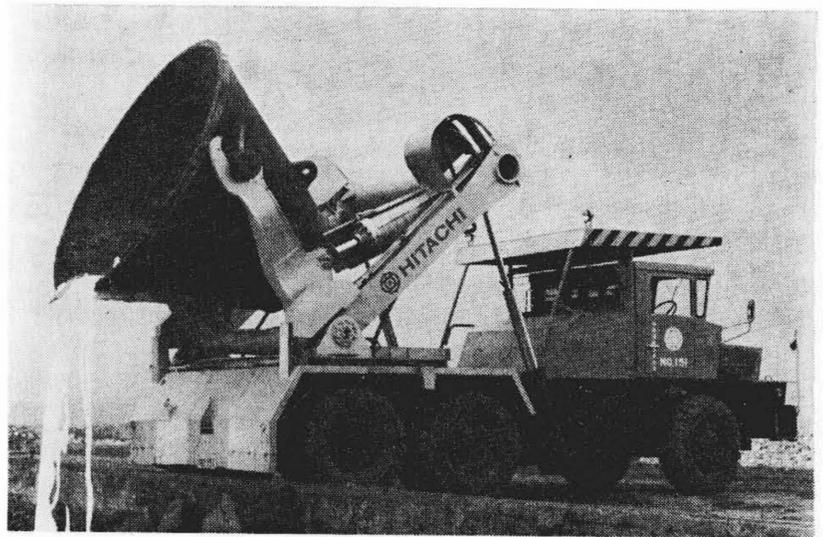


図 2 (a) 日立 DH 30 S スラグダンプトラックダンプ排滓姿勢

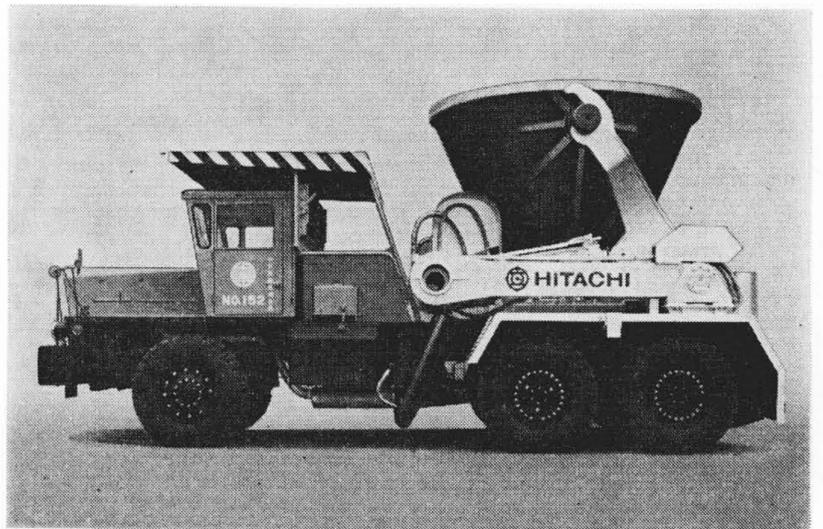


図 2 (b) 日立 DH 30 S スラグダンプトラック走行姿勢

表1 30t 積スラグダンプトラック仕様

形式		DH30S	
性能	最大積載量 (kg)	30,000	寸法
	最高速度 (km/h)	30	
	最小回転半径 (m)	11.5	
性能	登坂能力 (トルクコンバ) (タストール時)	12度	重
	対地角度 (図1参照)	64度	
	ダンブ時間	積込み、積降し各70秒	
寸法	全長 (mm)	8,660	量
	全幅 (mm)	4,080	
	全高 (鍋上面まで) (mm)	4,044	
	軸距 (mm)	4,800	
法	後車軸軸距 (mm)	1,550	積車時重荷分 (2軸合計)
エンジン		日産ディーゼル UD 6形 230 PS/2,000 rpm	
トルクコンバータ		新潟コンバータ DB115 Ms 230 半自動式	
サブミッション		常時かみ合平歯車、機械変速方式	
減速機		スパイラルベベルおよびプラネタリーギヤ	
アクスル (フロントリヤ)		逆エリオット式	
タイヤ (フロント, リヤ共通)		バンジョー形全浮動式	
サスペンション (フロントリヤ)		14.00-24-20 PR (I)	
ステアリング		重ね板ばね、両端しゅう動式ラジアスロッド付	
ブレーキ		釣合平衡式、ロッド付	
ダンブ装置		ボールスクリー式、パワーステアリング付	
		サービス：空気式、パーキング：ディスクブレーキ式	
		2段リンク油圧作動方式、シリンダ自動切換装置付	

定されたもので、日立製作所の長年にわたる製鉄所向けおよび一般向け道路車両の経験が生かされている。

図1は形式図、図2は稼働状況および走行姿勢、表1は仕様を示したものである。

2.1 エンジン

出力 230 PS/2,000 rpm, 最大トルク 90 m・kg/1,400 rpm 2サイクルディーゼルエンジン1基を搭載し、カバナーには最高最低制御式と回転数制御式の併用形を使用した。これはダンブ作業時に回転数制御式を使用することで、油圧ギヤポンプの回転数を一定にして、アームの回転速度をほぼ一定に保ち、鍋が揺動しないようにするためである。

2.2 動力伝達装置

図3に動力伝達系の系統図を示す。高温のスラグを運搬するので変速機には変速操作が容易で、ショックの出ないトルクコンバータを採用した。

サブミッションには高低速逆転の3ポジションを設けて走行性能を向上させた。これらの各ポジションの切換は運転室内にある1本のレバーで容易に操作できる構造となっている。

減速機と差動機とは一体になっており、リヤアクスル2軸のうち前方の軸のみに終減速機を設けている。この終減速機はプラネタリーギヤで車輪の内部に収容されている。

図4は走行性能曲線を示したものである。

2.3 走行装置

フロントアクスルはI形断面、逆エリオット式である。リヤアクスルは2軸からなり全浮動式で、前方の1軸のみに駆動装置を内蔵している。

2.4 サスペンション

フロントには半だ円重ね板ばねを使用した。リヤはリンク式釣合はり方式で不整地でも走行できるようになっている。すなわち、図5に示すようにソリッドバーがブッシュを介し、トラニオンシャフトに取り付けられ、シャフトの周囲に回転することで地面の凹凸に追従する。また、これによって鉛直方向の荷重が常に2軸に等分にかかり、リムおよびタイヤの寿命を延す作用もある。けん引力と制動力はラジアスロッドにより、曲線通過時の横荷重がサイドロッドによりフレームに伝達される。

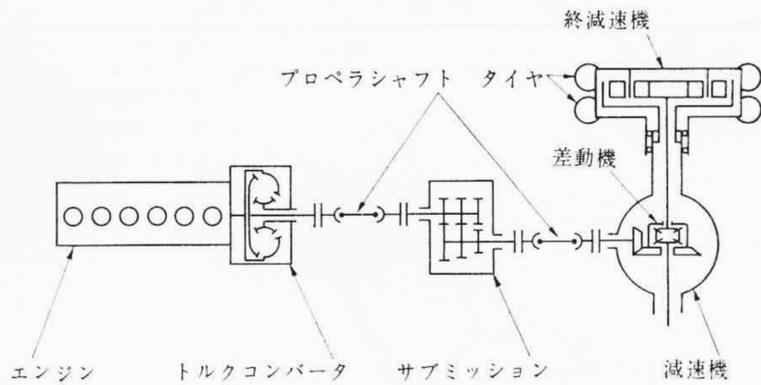


図3 動力伝達装置

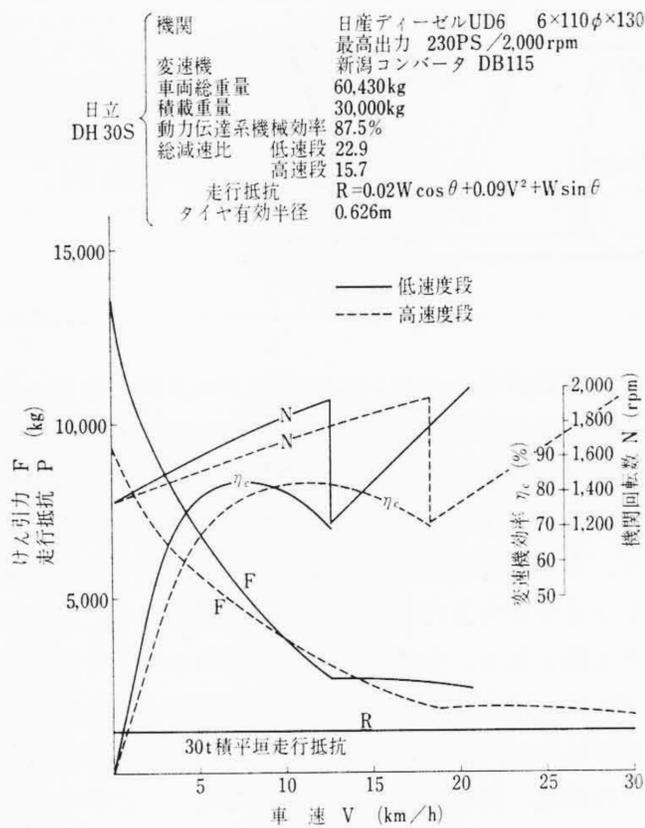


図4 走行性能曲線

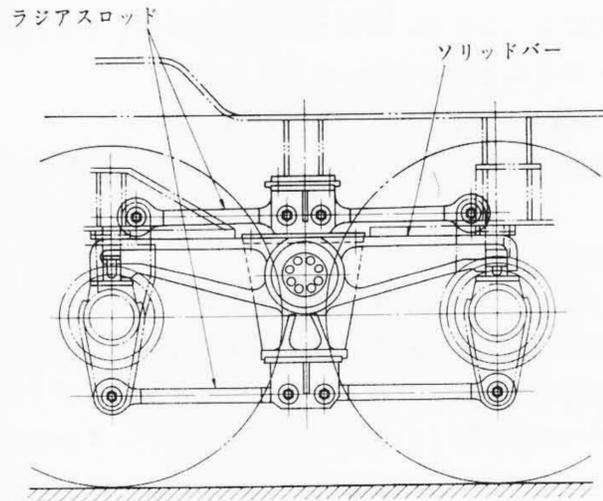


図5 リヤサスペンション

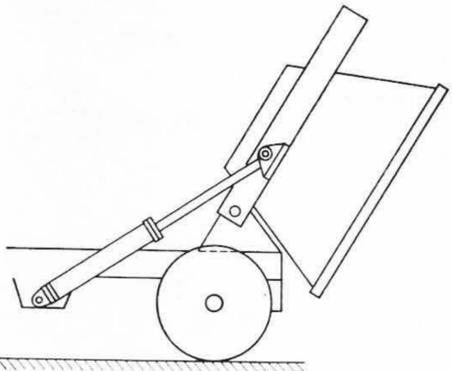
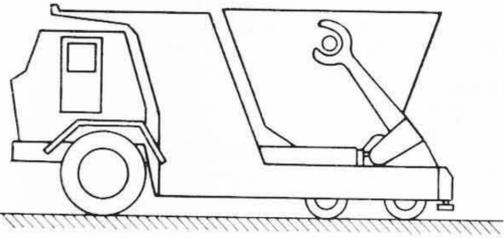
3. ダンブ装置の設計と計画

3.1 ダンブ装置

本車両は地上に置かれた鋼滓鍋を自力で積み込み鋼滓処理場まで運搬し、ダンブして排滓する機能を持たなければならない。

表2に示す従来のダンブ方式はいずれも今回の要求を満足することができない。すなわち非舗装路を走行するので空気入タイヤが乗心地の点で好ましいし、また、積込み時間はできるだけ短いことが望ましい。

表2 各種ダンプ方式

形 式	特 長
	ダンプ排滓のみ自力で行ない、鍋の積み込み、積降しはクレーンによる。
	ソリッドタイヤを使用しているため、非舗装路走行が困難である。地上に置れた鍋は直接積み込めるが、シリンダは、やや大形化する。

ところで、積載荷重が大きいためタイヤが大形となり、そのためアーム(図6参照)の支点が高くなり、アームを約135度回転させなければ、地上の鍋を積み込むことができない。この場合図6に示すように単段リンク2本シリンダを用いたのでは鍋を持ち上げ始める点において、大きな力を必要とするにもかかわらずシリンダの「てこa」が小さくなり大きなシリンダ径が必要となり、短時間での積み込みが不可能となる。一方シリンダ支点Oを図示の矢印のように上方にあげればaは大きくなり、シリンダ径は小さくできるので短時間での積み込みが可能になるが、その支点の左右方向の剛性を高めるためには構造が複雑となり、実用的でない。このように種々の検討を加えた結果採用したのが2段リンク方式である(特許申請中)。

この方式の採用により、ダンプ機構は単純化され、しかも力の流れが合理的になったため、シリンダ出力は小さくなり、小形軽量に全体をまとめることができた。

3.1.1 2段リンク式ダンプ装置の作動

図7は本方式の機構を示したものであるが、作動は次のとおりである。

(1) 積み込みの場合

図7(a)の状態、まず最初に第1シリンダが収縮し、アームを約96度回転させ、(b)の状態に達する。この状態になると油圧回路の自動切換装置が作動し第1シリンダをブロックして、第2シリンダの回路を開く。したがって第2シリンダが収縮し始め、サブフレームが回転し始めるとともにアームも回転し、(c)の状態に到達し、積み込みが完了する。

(2) 積み降しの場合

積み込みと全く逆の順序で作動する。

(3) 排滓の場合

積み降しと全く同じ要領であるが、この場合アームに設けた鍋傾倒装置が作動し、アームと鍋の相対運転を止める。この結果アームの回転とともに鍋は傾倒し、鋼滓を排出する(特許申請中)。

3.1.2 リンク機構の計画

リンク機構の主要寸法は鍋を車体に積み込んだときのオフセット(図7参照)の寸法と地上に置いてある鍋の積み込み始めの位置から決められる。リンクの回転中心は鍋トランシオン中心間の垂直二等分線上にある。鍋の積み込み始め位置は持ち上げるモーメントを

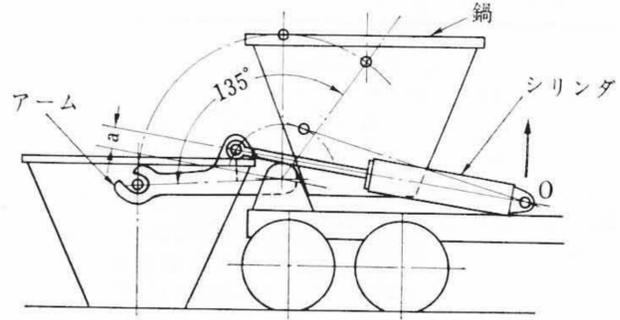


図6 単段リンク式ダンプ機構

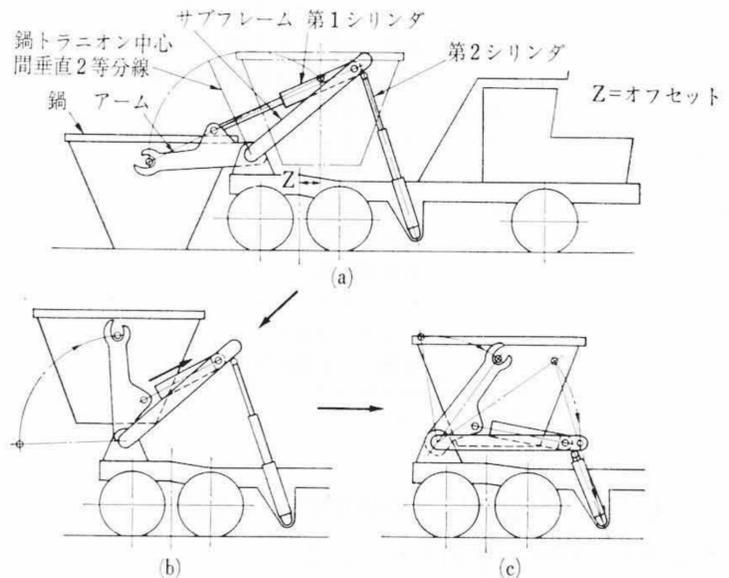


図7 2段リンク式ダンプ機構

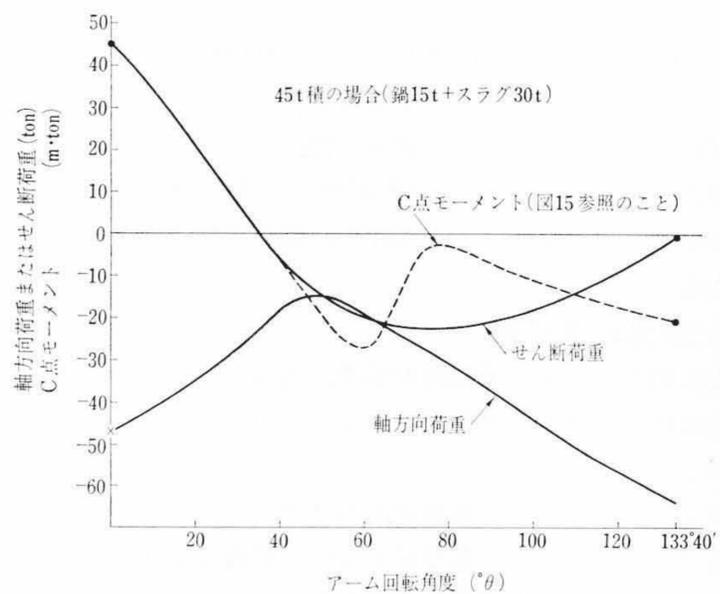


図8 アームに作用する力

小さくするためできるだけ車体に近い位置がよいのは明らかであるが、鍋を車体に積み込んだときのオフセットZ(図7参照)は

- (1) タイヤの許容負荷重以内にあること。
- (2) 前軸荷重が積車重量の約20%を割らないこと(操縦性能必要より)によって決められる。

次に、排滓始めに鍋から落下するスラグが車体にかからない鍋の傾倒角度と対地角度(図2参照)によって、アームの長さおよび回転中心の位置を修正する。さらに積み込み、排滓時のバランスを計算し最良点を求める。

以上のようにして主要寸法を決定した結果のアームおよびサブフレームに作用する力を図8に示す。

アームの回転角に伴ってアームにかかる荷重は変化し、最大荷重位置は車上から降り始めと地上から積み込み始めであることがわかる。

サブフレームも同様な位置で最大荷重が発生する。

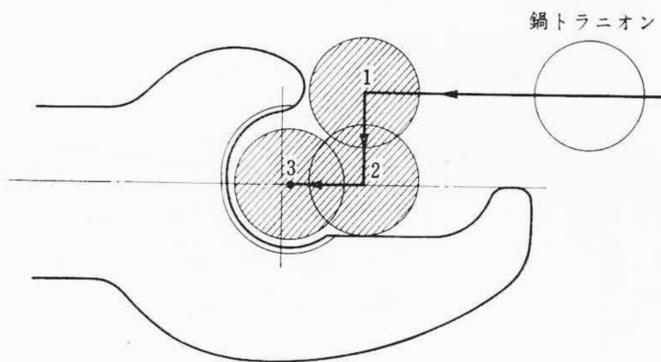


図9 アーム先端の形状

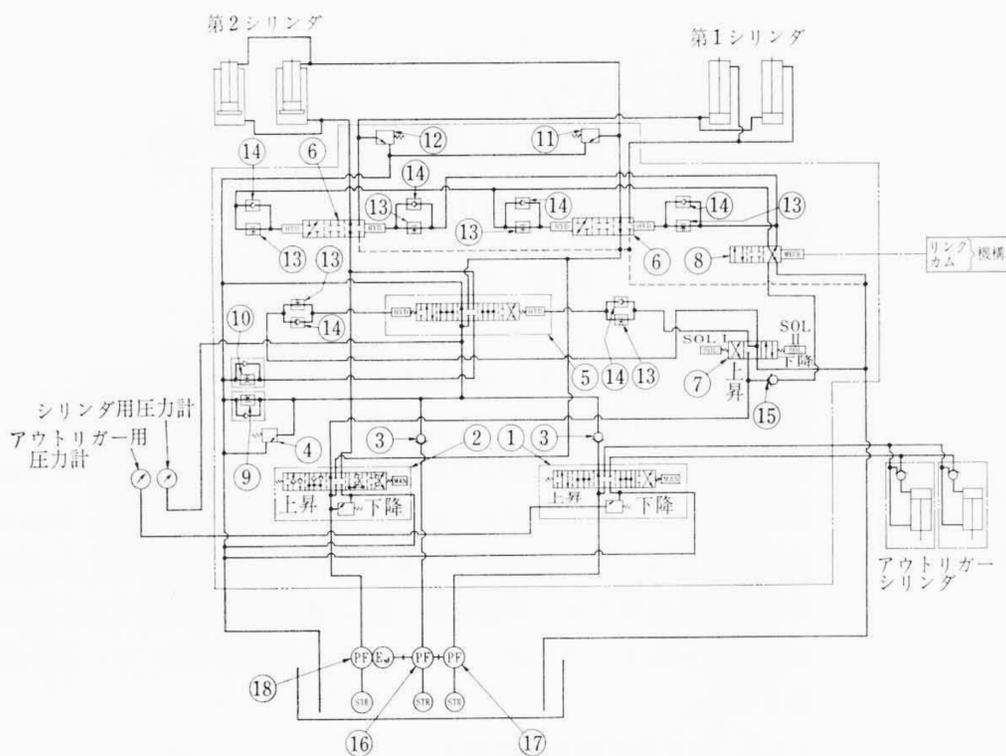


図10 油圧回路

3.1.3 アームの構造

アーム本体は箱形溶接構造で、左右のアームは大きなパイプによって結合されている。このパイプは両方のアームに発生する横倒れやねじりの力に耐えるとともに、アーム先端の30mm程度の段差を吸収できるような剛性をもたせてある。これはこの程度の傾斜面に鍋が置かれたときでも積載可能にするためである。

アーム先端の形状は図9に示すようなもので、鍋トラニオンをこれですくい上げるためと、排滓時の衝撃でトラニオンがはずれないようにするための合理的な形となっている。

鍋トラニオンのすくい上げは図9に示すように3段の動作で容易に行なわれる。すくい上げるときの安全と運搬中万一の事故を防止するために先端に安全突起を設けるとともに、使用中しゅう動する部分には耐摩耗性のよい時効硬化性のSUSライナをはり付けた。

3.1.4 サブフレームの構造

サブフレームは門形の形状を有し、腕は箱形溶接構造となっている。第1シリンダと第2シリンダの接続位置および寸法はサブフレームにかかる力が最小となるように決定される。

3.2 油圧装置

油圧装置は下記項目を満足するよう計画設計されている。

- (1) 積載および排滓の各行程が70秒以内で作動し、しかも45tの過負荷に対しても十分な容量をもつこと。
- (2) アームの回転速度が運転室から制御できること。
- (3) 鍋トラニオンにアームが容易にそう入できるよう微動制御ができること。
- (4) 積載時には、第1シリンダから第2シリンダ、排滓時には、その逆の順序で作動し、しかも2段のシリンダの切換が自

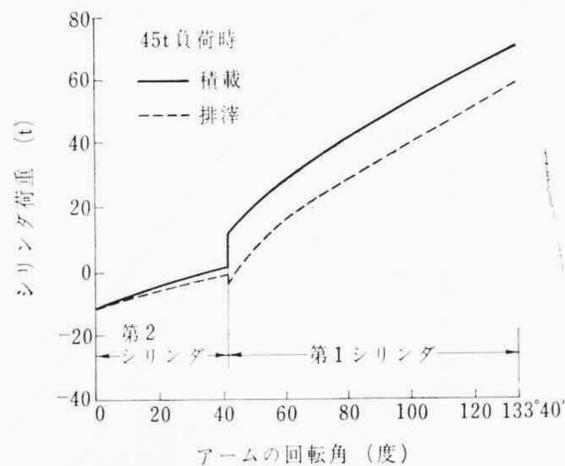


図11 アームの回転角とシリンダ荷重

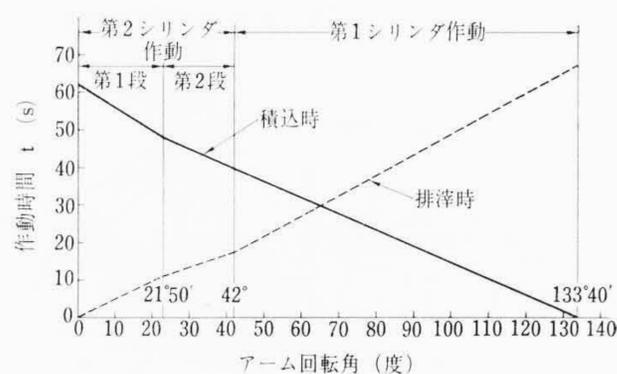


図12 作動時間とアーム回転角の関係

動的にできること。

- (5) 積込時の車体の浮き上がりを防止するためにアウトリガーを設けること。
- (6) 排滓時には遠隔操作ができること。
- (7) 油圧制御は熱に対して十分耐えるとともに、ユニット化されていること。

以上の項目を検討した結果決定された油圧回路を図10に示す(特許申請中)以下それらについて詳細に説明する。

3.2.1 ダンプシリンダと作動時間

ダンプシリンダにかかる荷重をアームの各回転角について求めた線図が図11である。

ダンプシリンダはシリンダの動く方向と力の方向が一致することがあるため、第1シリンダのヘッド側および第2シリンダのロッド側にリリース弁を設けてシリンダを保護している。

温度が高くなる第1シリンダにはフッ素ゴムを使用し、また油漏れが生ずると危険な第1シリンダのロッド部にはVパッキンを使用して万全を期している。

図12は最高ダンプ速度のときの作動時間を示したものであるが、積載時61.6秒、排滓時67.3秒である。

3.2.2 ダンプ速度の制御

スラッグを運搬するので、作業時の安全を図るためアームの回転速度を制御できるように流量制御弁を設けている。この流量制御弁はメータアウトおよびブリードオフ回路に各1個使用し、この2個を機械的に連動させ、運転席のダンプ速度制御レバーで運転中でも自由に制御できるようにしてある。

2個の流量制御弁は同一部品であるが、逆向きに並べて弁のそれぞれのレバーの長さを変えることにより、ポートの開度を変え、

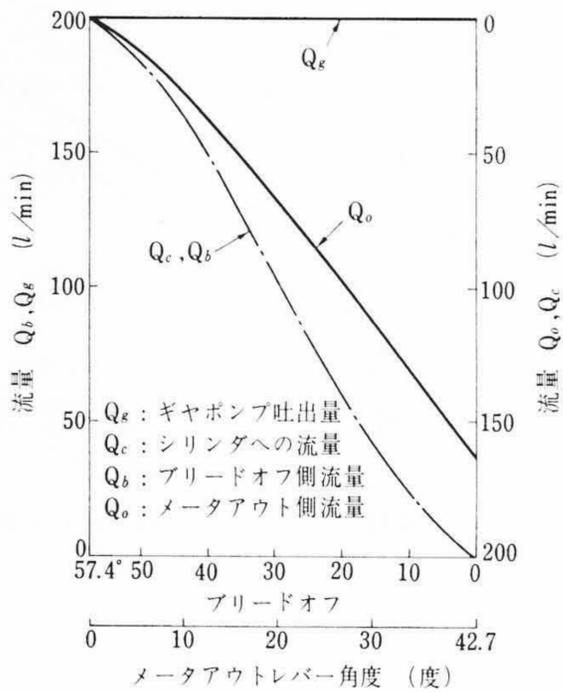


図13 流量制御弁の特性

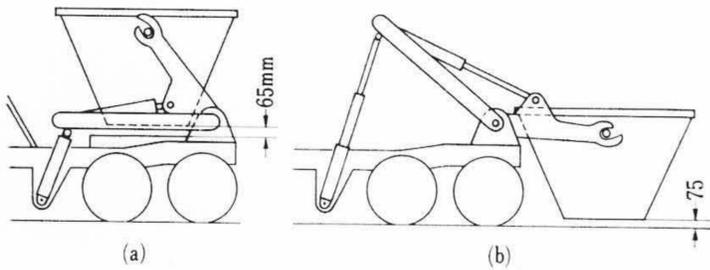


図14 応力測定の際の鍋の位置

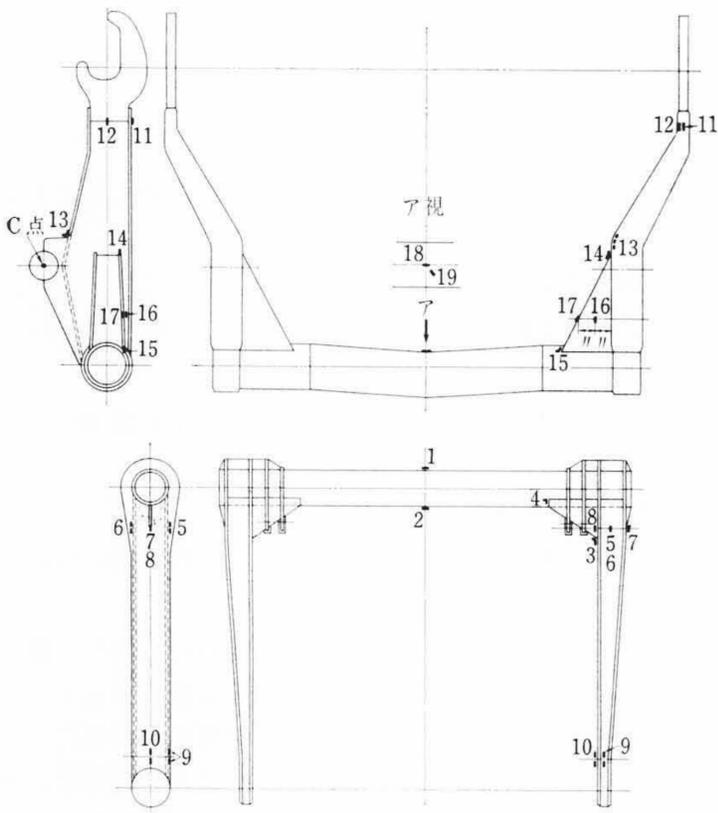


図15 応力測定点

流量を制御している。なお流量制御弁は圧力補償付である。

図13に流量制御弁の特性を示す。シリンダの動きと力の動く方向とが同一になる場合があるため、メータアウト側の流量を常にシリンダ送油量より小さくして、シリンダ内が真空にならないように配慮してある。

3.2.3 微動制御

鍋トラニオンにアームをそう入するためには、車をバックさせながらアームの動きを微動制御する必要があるが、主ギヤポンプがサブミッションで駆動されているため、車が微速の場合主ギヤポ

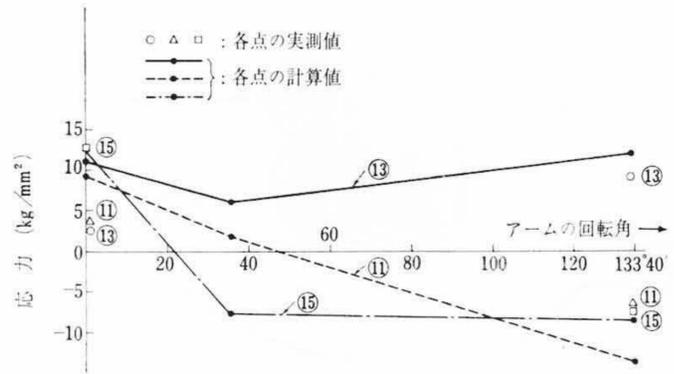


図16 アームの応力

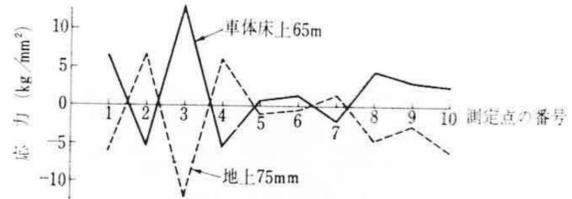


図17 サブフレームの応力

ンプの回転が低く、アームを動かすだけの循環油量を得ることができない。これを解決すると同時に、パイロット油圧を得るために別に低速時用のギヤポンプを設け、エンジンからVベルトで駆動している。このギヤポンプからの油は、常時はパイロット油圧源としてメカニカル切換弁とソレノイドバルブを通して、主切換弁の切換に使用され、微動制御の際には運転席に設けてある微動制御レバーによって直接ダンプシリンダへ送られて、アームを微動させる。

3.2.4 シリンダの自動切換え

シリンダを自動的に切り換えるためにアームの回転をカムで取出してリンクで継ぎ、メカニカル切換弁を作動させる。

リンク系の遊びや摩耗などによる切換不良をなくすため、切換弁は切換を常に早目に行なうような特殊な構造とし、また非常用には手動切換装置を設けてある。

3.2.5 遠隔操作

スラグを排滓するとき運転者の安全を図るため遠隔操作ができるようにソレノイドバルブを設け、これで制御できるようにしてある。

4. 試 験

4.1 リンク機構の応力測定

鍋(自動15t)に砂と鉄片の混合物を30t積み込み全重量45tとして試験を行なった。このときの鍋の位置は図14に示すとおり

(a) 鍋の底が車体床上65mmの位置にあるとき

(b) 鍋の底が地上75mmの位置にあるとき

の二つの状態で、図15に示す19点を測定した。

図16はアームに対する計算結果と測定結果を、図17はサブフレームの測定結果を示したものであるが、ほぼ計算値に近い値が得られている。

4.2 油圧装置の試験

ダンプシリンダの作動圧力と所要時間の測定結果を表3に示す。ダンプシリンダの作動圧力は最高140kg/cm²を要しているが、設計リリーフ圧力は160kg/cm²以内にあり、ダンプ所要時間、積込み時間も57~65秒と所期の性能を十分に満足している。

そのほか、鍋に固着したスラグを落とすため車止めに鍋を衝撃的に打ちあてる試験、第1シリンダと第2シリンダの切換の円滑性、鍋の転倒安全装置の確認試験を行なったが、いずれも結果は良好であった。

表3 作動圧力と時間 (エンジン 1,500 rpm において)

	2段リンクのみ		鍋のみ (15t)		鍋+30t=45t			
	作動圧力	作動時間	作動圧力	作動時間	作動圧力	作動時間		
積載	第1シリンダ	40/—	39.8	/	43.2	70~140/—	41.0	
	第2シリンダ	第2段	68/42	6.3	/	7.1	57/25~75	7.0
		第1段	77/10	13.9	/	13.1	68/35~70	12.0
	所要時間合計	—	60.0	—	63.4	—	60.0	
排滓	第2シリンダ	第1段	10/—	10.5	/	11.2	90~45/	11.0
		第2段	18/—	5.9	/	6.0	70~6/	6.6
	第1シリンダ	20/18	47.8	/	46.0	8/45~140	39.0	
	所要時間合計	—	64.2	—	63.2	—	56.6	

注 1. 作動圧力 { 左上段: シリンダヘッド側圧力
右下段: シリンダロッド側圧力 } kg/cm²
2. 作動時間: 秒

5. 結 言

本スラグダンプトラックは国産最大の記録品であるが、顧客との緊密な協力のもとに、幾多の独創的な機構を織り込んで、所期の性能を得ることができたことは、よろこびに耐えない。納入後も順調に稼働しており、今後の新鋭製鉄所の運搬合理化に活躍することが期待される。

終わりに本スラグダンプトラックの開発に際し、貴重なご意見をいただいた川崎製鉄株式会社水島製鉄所三枝氏、森氏、川鉄運輸株式会社水島支店井和氏、ならびに有益な助言をいただいた関係各位につつしんで感謝の意を表する次第である。

Vol. 29

日立造船技報

No. 1

目 次

■論 文

- LPG および LMG タンクとその支持構造の強度計算法
- スライディングリフターの開発
- チェーン振動の理論的検討
- 片面自動溶接(RF-1方式)の実用化(第1報)
- 大形うず巻噴射弁の微粒化特性
- 耐風安定性に関する研究
- 既設水圧鉄管の破壊実験

- Al-Zn-Mg 合金溶接部の加工と強さ(第1報) — 一時効硬化性と溶接性 —
- 鍛鋼品の超音波特性に及ぼす二、三の影響 — 再加熱とサルファーバンドの影響 —
- 資 料
- 人を中心とした生産性チェック・リストについて(その1) — チェック・リストと品質・工程管理の問題点の取上げ方 —

……本誌に関する照会は下記に願います……

日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町 60

第30巻

日 立

第7号

目 次

- 随想 / 性の転換 岡田 要
- カ ラ フ ル 日 本
- MIS時代への招待(上) — 情報革命と創造的経営 —
- M 7.8 の 恐 怖 — 十勝沖地震から学ぶもの —

- 食事のあとかたづけもついに電化
- 話のロビー / 配色の妙 <日本の色>
- 万博シリーズ / <第6回> 日立グループ館
- High Light / 1,000 t アンローダ
- サ イ エ ン ス ・ ジ ョ ッ キ ー

発行所 日立評論社
取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
振替口座東京71824番
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
振替口座東京20018番