

トラッククレーン用ブームの軽量化

Weight Reduction of Truck Crane Boom

豊田 耕一*
Kōichi Toyoda

内 容 梗 概

トラッククレーン用ブームの軽量化は仕様、性能の向上と密接な関係があり、近年、内外で大きく取り上げられている問題の一つである。

日立製作所においてもこの問題を取り上げ多角的に試作研究を行なってブームの軽量化に努力しており、逐次製品に応用してきた。

本稿ではブーム軽量化に関連した内外の最近の傾向と、軽量化の諸問題について述べるとともに研究の一部を紹介する。

1. 緒 言

トラッククレーンは国産をはじめから十数年になるが、その間地道な改良と性能向上が行なわれてきた。特にここ4～5年間の進歩発展と普及は著しく、各社から新傾向の新機種が次々に発表されている。このうち昭和38年に発表された日立F210大形トラッククレーンおよびタワー式トラッククレーンは、それぞれF210が大形の点でタワー式が新しいアタッチメントの点で特に業界の注目を集めた。日立F210形は最大つり上荷重54.5t(60ショートトン)の超大形トラッククレーン(第1図)で、従来の国産最大級の22.5tトラッククレーンの実に240%のつり上能力を誇る記録品である。

一方欧米においてもここ数年間の進歩発展は目ざましく、特にアメリカの22.5t(25ショートトン)級のトラッククレーンについては1960～63年にかけて十指に近い新機種が各社より発表されており、大幅な性能改善は注目に値する。また超大形工事用、超高層建築用などの特殊用途としてここ3～4年間に第1表に示すように60～115ショートトン級の記録的超大形トラッククレーンが次々と開発発表されている。

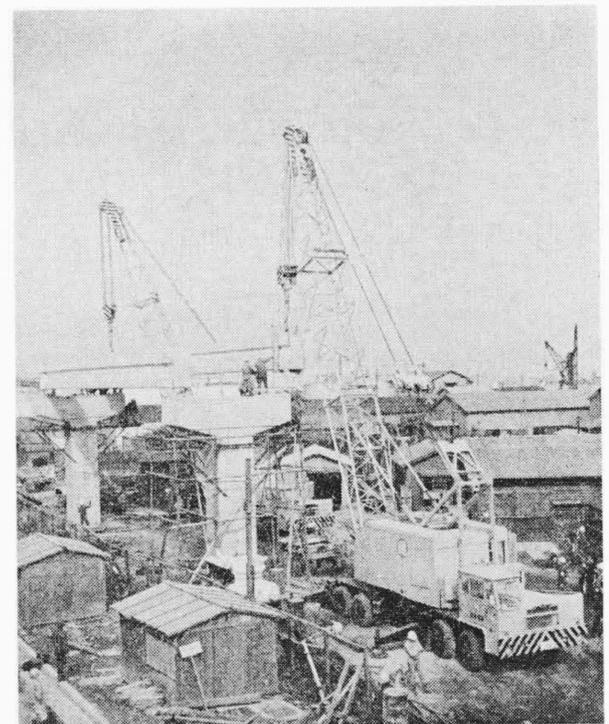
内外トラッククレーンの最近の傾向を内容的に大別すれば機動性

第1表 国内外の超大形トラッククレーン

発表年次	メーカー	機種名	最大つり上荷重	最大ブーム長さ	ブーム材質, 形状, その他
1958	Lima (米)	84-T	70T	190' (ジブ含)	高張力鋼, ピン式
1958	P & H (米)	775-TC	70T	200' (ジブ含)	
1959	Manitowoc (米)	3500-TC	80T		ピン式
1959	Lorain (米)	MC-760	75T	170'+40'	合金鋼, 角パイプ, ピン式
1960	P & H (米)	775A-TC	80T	200'+50'	T1鋼パイプ, ボルト式
1961	Manitowoc (米)	2900	60T		ピン式
1961	P & H (米)	890-TC	90T	200'+50'	T1鋼パイプ, ボルト式
1961	P & H (米)	660-TC	60T	160'+40'	T1鋼パイプ, ボルト式
1963	Bucyrus (米)	100-T	100T	230' (ジブ含)	T1鋼パイプ, 三角構造, ピン式
1963	American (米)	7510	100T	260' (ジブ含)	
1963	Lorain (米)	MC-9115	115T	297' (ジブ含)	高張力鋼角パイプ, ピン式
1963	Steels Engineering (英)		100T	200'+50'	T1鋼パイプ, ピン式
1963	P & H (米)	8100	100T	200'+50'	
1963	日立 (日)	F210	60T (54,500kg)	157'+33' (48+10m)	高張力鋼パイプ, ボルト式
†1963	American (米)	900	165T	320'+80'	

備 考
 (1) Tはショートトンを示す(1T=907.2kg)
 (2) ピン式, ボルト式は, ブームの連結方式を示す。
 (3) †印はクローラクレーンの世界最大のものを参考までに示した。
 (4) 発表年次は雑誌などのニュースによるもので実際の発表年次と一年程度のずれがあることも考えられる。

* 日立製作所亀有工場足立分工場



第1図 モノレールけた共つり架設中のF210 54.5tトラッククレーン

とクレーン性能の向上に集約できる。

後述するが機動性の向上とクレーン性能の向上は設計上相反する要求仕様であり、この二つの性能向上に最も根本的で欠くことのできない手段はブームの軽量化である。ブームの軽量化はトラッククレーンの性能向上の後盾となっている技術的問題の一つである。

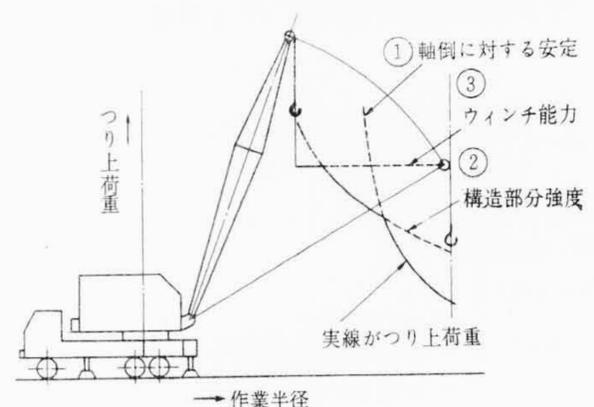
以下ブーム軽量化の諸問題について言及する。

なお、ブームの軽量化の問題はホイールクレーン(モビールクレーン)、クローラクレーンを含む移動式クレーン全般に共通の問題であるが、本稿ではトラッククレーンを中心に述べる。

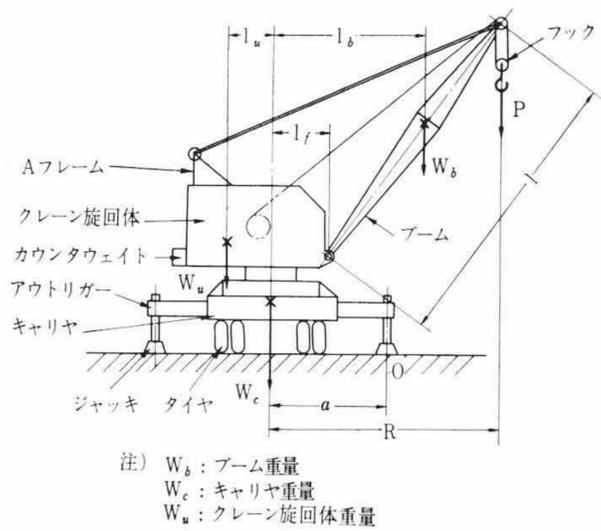
2. ブーム軽量化の必要性と効果

2.1 クレーン容量(つり上能力)の増大

一般にクレーン容量は第2図に示すように、①転倒に対する安定度、②各構造部分強度、③ウィンチ能力の3要素によって決定され



第2図 クレーン容量の決定要素



第3図 安定度説明図

$$l \doteq \sqrt{\frac{2M}{w_b}} \dots\dots\dots (5)$$

となる。これがブーム長さの安定上の限度を表わす近似式である。
安定側モーメントは2.1項にて述べたように限度があり、また、本体重量はブーム重量の約10倍であることを考えあわせれば、ブーム軽量化による手段がいかに適切有効であるかがわかる。

しかしブーム水平時において長大ブームに作用する圧縮荷重は一般に作業時より大きく座屈強度はブーム長さのほぼ2乗に比例して減少する。またブーム長さを増せば作用荷重は増す。したがって強度をおとさずにブームを軽量、長大にすることは技術的に複雑な問題を含んでいる。

2.3 軽量小形化(車両としての機動性の向上)

機動性を生命とするトラッククレーンでは軽量小形であることが特に必要で、近年自動車としての運行許可条件の強化などにより、ますますこの要求は強いものになってきている。

一方、建築物の高層化、つり上物の大重量化などの作業面からは、2.1および2.2項にて述べたクレーン能力の増大、ブームの長大化の要求が強い。

軽量小形にすること自体はクレーン作業時の安定側モーメントを減ずることであり後者の要求に反する。したがってこの二つの要求を満足させる手段は、ブームの軽量化に求めなければならない。これについては2.1および2.2項で述べたことからわかる。

2.4 長大ブーム装着時の移動性

トラッククレーンはアウトリガー付で作業を行なう場合とアウトリガーなしで作業を行なう場合とがある。長大ブームの装着時には安定度を増すためにアウトリガー付の作業が普通であるが、作業位置を変える場合にはアウトリガーなしの状態ですり移動する。電線、パイプラインなどの障害物の下をくぐりぬけるときはブームをほぼ水平近くまで倒して移動できなければならない。長大ブームの場合には安定上この能力が問題になる。この能力を増すにはクレーン旋回体をキャリヤへ搭載する位置、キャリヤおよび、クレーン旋回体の重量、重心位置の改善もたいせつであるが、ブーム軽量化が最も有効な手段である。

3. 最近のブームの傾向

ブームの軽量化はここ4~5年の強い傾向である。国外においても、ブーム軽量化の努力が使用材料の材質、形状あるいはブームの構造に具体的にあらわれるようになったのは1955~56年ころからである。それ以前のブームは普通山形鋼使用のラチス形で、特に注目すべきものはでない。

ブーム軽量化の傾向はクレーン本体の軽量小形化とクレーン能力の増大傾向の背景となっている。このすう勢は強く、最近の新機種では同一重量寸法で一段大形機のクレーン能力をもつに至っている。軽量小形化による機動性の向上とクレーン能力の向上は、より高層の建築、大重量物の荷役作業へとその用途を拡大している。この傾向は大形トラッククレーンについても同様で特殊用途として第1表に示した超大形機の開発にまで発展している。

ブーム軽量化は超高張力鋼パイプなど使用材料の高級化あるいは構造面の改良などによっても行なわれており、これについては後述する。

Bay City 610-T 8440 (40 T), 610-T 8445 (45T), Koehring 445 (45 T) などでは普通形ブームと軽量形ブームの2本立をとっている。これは従来形との互換性、コストの問題と超高張力鋼パイプ使用による保守、補修上の問題があるためと考えられる。第2表は普通形と軽量形の能力比較の一例であるが、ブーム軽量化により、いかにクレーン能力を増しているかがわかる。

る。このうち転倒に対する安定度はブーム重量に大きく左右される。

第3図より作業半径(R)におけるつり上荷重(P)は、転倒支点(0)に関するモーメントの釣り合いから、

$$P = \frac{W_u(l_u+a) + W_c a - W_b(l_b-a)}{R-a} \alpha \dots\dots\dots (1)$$

で表わされる。 α は許容つり上荷重の転倒荷重に対する割合である。作業半径(R)の比較的大きな位置では近似的に

$$P = \left(\frac{M}{R-a} - \frac{W_b}{2} \right) \alpha \dots\dots\dots (2)$$

が成立する。ここにMは転倒支点(0)に関する安定側モーメントである。この式で転倒荷重に対する割合 α は普通75~85%の値であるから、ブーム軽量化により軽減重量の約40%のつり上荷重を増大することができる。長大ブーム装着時で作業半径の大きな位置では、つり上荷重は、ブーム重量の約30%程度であり、したがってブームの重量軽減によるつり上荷重増大の効果は非常に大きい。

つり上能力を増す方策として、ブーム軽量化のほかに本体の重量重心位置を改善すること、あるいは、アウトリガー張出量(a)を大きくすることも有効であるが、前者は、無荷重最短ブームでアウトリガーを使用しないときの後方安定度および道路走行時の重量制限の制約から自ら限度がある。また、後者は道路走行時の車幅制限から張出量に限度があり、また全高制限からブームのデプスにも制約を受けるので、強度上からも寸法上からも限度がある。

安定側モーメントを増大することは、上述の制限をうけるほかに(1)および(2)式から明らかとなっており、長大ブームの装着時にはブーム軽量化による効果に比べてはあまり有効でない。しかし短いブームの場合に有効な手段であることはいうまでもない。

2.2 ブームの長大化

ブームの長大化はブーム自力組み立てを前提とするトラッククレーンでは地上より自力でブームを作業位置まで巻上げることが可能でなければならない。したがって、ブーム水平位置での十分なブーム強度と安定を必要とする。

長大ブームの水平位置におけるつり上荷重は $P \doteq 0$ であるから、(2)式は

$$\frac{M}{R-a} \doteq \frac{W_b}{2} \dots\dots\dots (3)$$

となる。また、

$$\left. \begin{aligned} W_b &\doteq w_b l \\ R-a &\doteq l \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

ここに w_b : ブームの単位長さ当たり重量

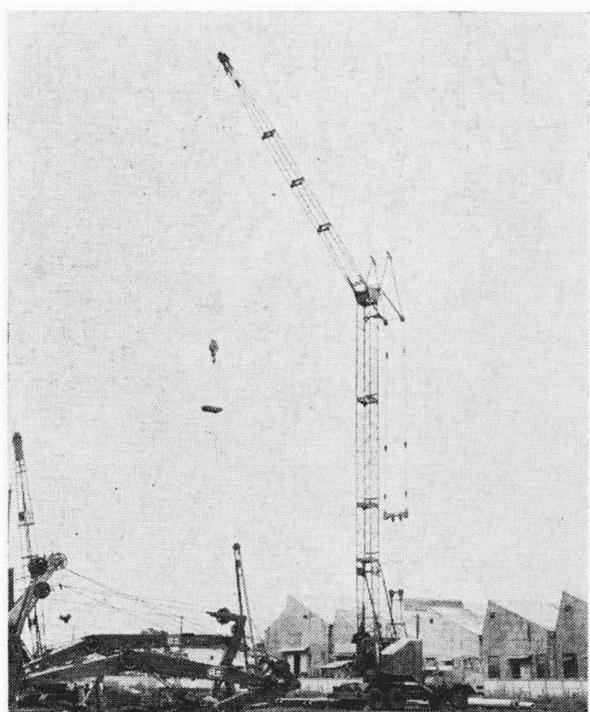
l : ブーム長さ

の関係より(3)式は、

第2表 普通形、軽量形の2本立ブームの能力比較

(Bay City 610-T 8445 形 45 T 新形トラッククレーン 1963年発表)

項目	ブーム種類	普通形ブーム(A)	軽量形ブーム(B)	B/A
使用材料		普通山形鋼	T1 鋼パイプ	
最大ブーム長さ		120'	150'	1.25
最大ジブ長さ		40'	50'	1.25
ブーム+ジブ最大		$\frac{120'+30'}{110'+40'} = 150'$	$150'+50'=200'$	1.33
最大揚程		約 140'	約 190'	1.35
最大作業半径		80'	130'	2.25
つり上荷重 (120'ブーム付作 業半径 80'にて)		5,350 lb	6,350 lb	1.19
最大つり上荷重 (30'ブーム付作 業半径 10'にて)		90,000 lb (45ショートトン)	90,000 lb (45ショートトン)	1.0



第4図 日立 F106 タワーブーム付トラッククレーン

LIMA 社より最近発表された 250-T(25 T)あるいは 300-T(33 T)形では標準形のブーム長さの 1.4 倍の長さに当たる 180' の長大ブームをオプションとしている。これは同一材質同一寸法の材料を使用し、ブームデプスなどを変えることによりブーム強度を増し長大化を行なっている。またキャリヤ前方にバンパーカウンタウエイトを取り付けることにより、長大ブームの水平位置からの自力巻上を可能にしている。この LIMA 方式は超長大ブームの道を開くものとして特に興味深い。

ここ 2~3 年の傾向として、新形式のトラッククレーンアタッチメントであるタワーブームアタッチメントが Marion, Link-Belt, Lorain などの数社から発表され、特に高層建築用として活躍をはじめている。国内においても日立、日車の両社から昨年発表され、業界の注目を集めている。タワーブームアタッチメントは従来のジブ形式に代わるアタッチメントとして、今後普及するものと考えられる。プレハブ建築の盛んなソ連では各種形式のタワーブーム付トラッククレーンがすでに広く用いられているようである。

3.1 使用材料面の傾向

ブーム軽量化の一方策として使用材料を高級化することはブームのコスト増とはなるが、前章で述べたように軽量化による利点が多く、最近はこの高級材料を使用する傾向が顕著である。

従来は普通鋼アングル使用の長方形断面ラチス形ブームがトラッククレーン用ブームの常識であったが、1955~56年ころからブーム

第3表 国外の高張力鋼超高張力鋼使用ブームの例

メーカー	機種	最大つり上荷重	最長ブーム長さ	ブーム主材料	ブーム連結方式
Bay City (米)	190-T8430	30T	120'+40'	T 1 パイプ	ピン
	610-T8440	40T	150'+50'		
	610-T8445	45T	150'+50'		
	64-T	50T	150'+50'		
Bucyrus (米)	22B	25T	110'+30'	高張力鋼アングル T 1 パイプ	ボルト ピン
	100-T	100T	230'(ジブ含)		
Koehring (米)	445	45T	135'+30'	超高張力パイプ	
Lima (米)	250-T	25T	180'(ジブ含)	80キロ鋼パイプ	ピン
	300-T	30T	180'(ジブ含)		
	350-T	35T			
	450-T	45T			
Link-Belt (米)	HC-77	25T	100'+40'	高張力鋼アングル 高張力鋼アングル (四面体構造)	ピン
	HC-78A	30T	160'(ジブ含)		
	HC-88A	30T	180'(ジブ含)		
	HC-98A	35T	200'(ジブ含)		
	HC-108A	40T	200'(ジブ含)		
Lorain (米)	MC-218	18T	90'+40'	高張力鋼角パイ プ	ピン
	MC-320	20T	110'+40'		
	MC-325	25T	130'+40'		
	MC-430	30T	150'+40'		
	MC-530W	35T	170'+40'		
	MC-545	45T	190'(ジブ含)		
	MC 760	75T	170'+40'		
	MC-9115	115T	297'		
Marion (米)	47M	45T	200'(ジブ含)	高張力鋼パイプ	ピン
P & H (米)	255B-TC	20T	110'+30'	高張力鋼アングル T 1 パイプ	ボルト
	325-TC	25T	110'+30'		
	430-TC	30T	130'+40'		
	535-TC	35T	130'+50'		
	565-TC	40T	150'+50'		
	545-TC	45T	150'+50'		
	650-TC	50T	150'+50'		
	660-TC	60T	160'+40'		
	775A-TC	80T	200'+50'		
890-TC	90T	200'+50'			
Quick Way (米)	8 機種	12.5~ 22.5T		高張力鋼パイプ	ピン
Steels Eng- ineering (英)		100T	200'+50'	T 1 パイプ	ピン

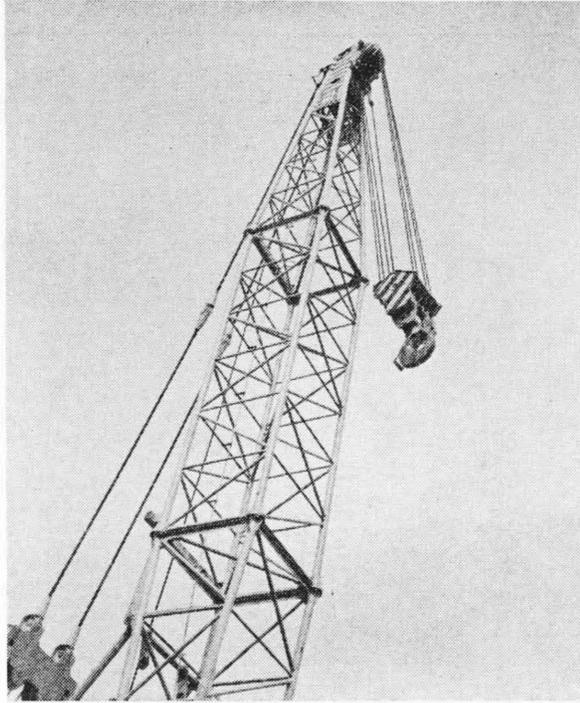
注: Tはショートトンを示す。

軽量化の動きが盛んになり、次第に主材に高張力鋼アングル材、またラチス材にパイプ材が使用されはじめてきた。欧米、特に溶接用高張力鋼の研究の進歩しているアメリカにおいては、ブーム材料に高張力鋼を使用することはほぼ一般的になっているようであり、さらにここ 4~5 年は T1 鋼などの 80 キロ級超高張力鋼が盛んに用いられてきている。

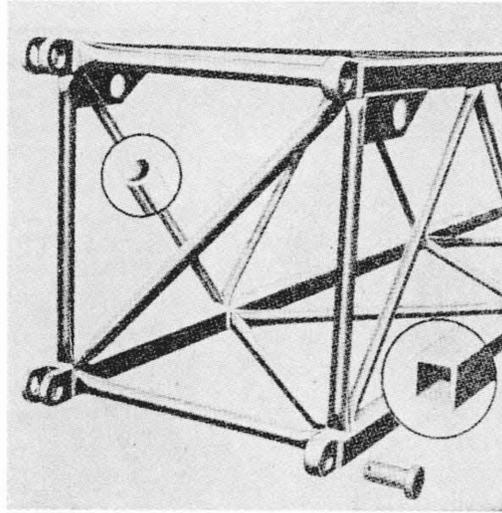
材料の形状面でもここ 4~5 年パイプ材の使用が盛んとなり、超高張力薄肉パイプブームが軽量ブームの花形として各社より次々に発表されている。第3表は国外の高張力鋼および超高張力鋼使用のブームの例を示したものである。

わが国においても溶接技術の進歩発展に伴い昭和28年ころから各方面に高張力鋼が使用されはじめてきたが⁽¹⁾、4~5年前より50~60キロ級高張力鋼が次第にクレーンブームに使用されるようになった。高張力パイプは昭和35年日立 F106 (22.5 t) に初めて採用され、また昨年発表の F210 54.5 t 超大形トラッククレーンのブームにも使用されて軽量化の一端をになっている(第5図)。しかし高張力パイプブームはまだ一般的にはなっていない。

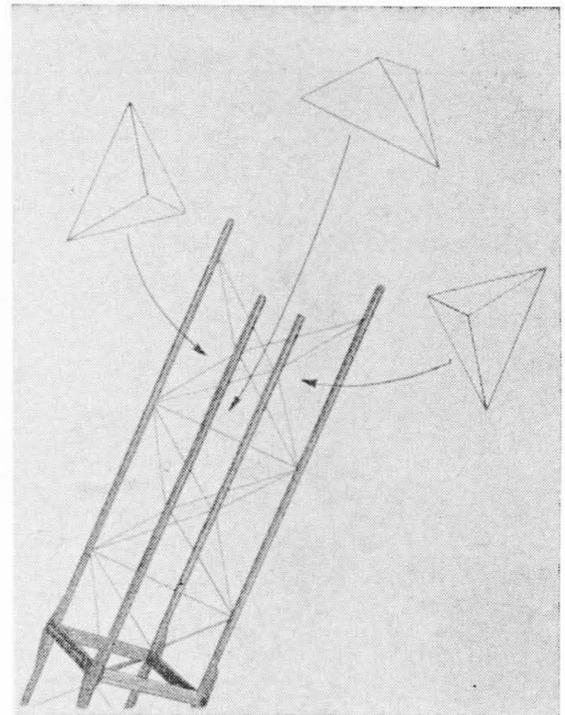
溶接性良好の高張力調質パイプが国産されればアメリカ同様パイプ構造ブームが広く製作され、ブーム軽量化をさらに推し進めることができるものと考えられる。80キロ超高張力鋼については国産後日が浅く、板材が圧力容器など一部に実用化されている程度であり、クレーンブームにはまだ採用されていない。80キロ超高張力鋼アングル材あるいはパイプ材の材料供給面の問題が解決されればア



第5図 日立 F210 54.5 t トラッククレーンの高張力パイプブーム



第6図 角パイプブーム(ピン連結式)



第7図 四面体構造のブーム

メリカと並んで世界のトップレベルにあるわが国の高張力鋼溶接の技術⁽¹⁾をもってすれば、80キロ鋼使用の超軽量ブームの開発も至難ではない。

アルミニウム合金製軽量ブームについてはカナダの25Tトラッククレーン用42.7 mブームやアメリカManitowoc 4500形クローラクレーン用42.7 mブームなど二、三発表されている。また国内でも住友機械SK5形(5 t)ホイールクレーン用として耐食アルミ合金の18 mブームが一昨年製作された。さび止め塗装の必要もなく、軽量にできるので注目すべき新材料ではあるが、材料費が非常に高く実用化の段階には遠いものと考えられる。なお、耐食アルミ合金による軽量化の程度は高張力鋼パイプと同等程度である。

このほかパイプブームの製作上工数低減を目的としたLorain社の角パイプ主材のブーム(第6図1956年)やManitowoc社4000形125Tクローラクレーンに採用されたT形主材のブーム(1959年)なども変わった形状の主材を使用している例である。

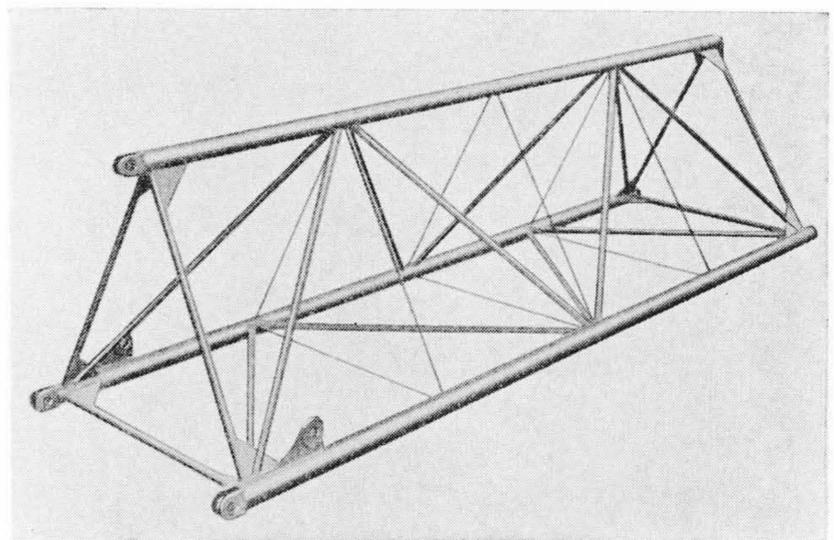
3.2 構造上の傾向

構造の面では特殊なものを除いて従来のラチス構造(トラス構造)がそのまま採用されているが、新形式のラチス構造ブームが一、二発表されている。

第7図はねじり剛性にすぐれた特長をもつといわれている四面体構造のブームで内部のラチス材相互の関係がすべて三角形を形成する。Link-Belt社(HC-88A, HC-98A, HC-108A, いずれも1958年)およびLima社(250-T, 300-T, 350-T, 450-T, いずれも1961年)は本構造を採用している。

第8図はBucyrus社が1963年に発表した100T形トラッククレーンに採用された三角ブームで、一般クレーンとしては国内でもすでに使用されているものであるがトラッククレーンにははじめての試みである。Bucyrus社のものはT1鋼薄肉パイプを使用してかなりの軽量化を図っているものと思われる。

ブームの連結方式として、従来ボルト連結式が主流であったがピン連結式(第5, 8図)のものが次第に増してきた。ピン式は相当古くからあったブームの連結方式で、従来はブーム組立の簡易化を目的としたものであった。しかし近年ではさらにブーム軽量化をも目的としたものが多く、ピン式が増してきた理由である。ボルト式についても従来1隅を数本で締付けていたものが、ブーム組立の簡易化のため1隅1本式に移行しつつある。



第8図 ピン連結式三角ブーム

4. ブーム軽量化の諸問題と研究紹介

4.1 軽量化に必要な諸問題

ブーム軽量化のために必要な検討研究項目のおもなものは次のとおりであるが、これらは軽量化を進めるに当たって適正化、正確化を推進して行かなければならない問題である。

- (1) 作用荷重の正確な算定
- (2) 強度計算法の確立
- (3) 使用材料および構造の検討
- (4) 最適設計計算の推進
 - (1)~(3)項を総合した最適設計計算法の確立。
 - 電子計算機の応用。
- (5) 工手法、検査試験方法の確立

上述の各項目についての研究は多角的に行なわれているが、ブームの基本的強度計算に関連した研究の一部を次に紹介する。

4.2 ブームの強度計算と関連実験

軸線方向の圧縮力がかかる構造物の強度計算に普通使用されている方法はドイツ規格DINを基本思想とする座屈係数法(ω 法)で、構造物の負荷荷重による弾性変形は一般に考慮されていない。クレーン構造部分の強度計算についても同じ考え方で計算が行われていると考えてよい。

トラッククレーンなど移動式クレーンのブームについては1~3章で述べたとおり、軽量長大ブームの必要性が高いので、ブームを軽量長大化する努力が強力に推進されている。この軽量長大化は、一方において荷重による弾性変形の増大を伴うので、従来の計算方

法をそのまま適用してよいかどうかを検討確認する必要性が生れてきている。

上述の目的から筆者らは従来のブームの強度計算法を再検討し、弾性変形を考慮に入れた厳密な強度計算式を導き、これを実用化するための電子計算機による計算プログラムを作成した。なお計算式の確認のため60キロ級高張力鋼パイプ構造の実物大の軽量長大ブームを製作し、次の測定、試験を行なった。

- (1) 応力測定
- (2) 破壊試験

以下、新しく導いた強度計算法とその計算プログラムの概要および測定、試験結果の概要について述べる。

この結果、近い将来を含めた現状の軽量長大ブームおよび本実験ブームの範囲では従来の計算法で支障ないことが確認できたが、将来、軽量長大化が極度に進めば従来の計算法のままでは問題がある場合も十分考えられる。

4.2.1 強度計算とそのプログラム

(1) ブームに作用する外力およびブームの構造

トラッククレーンの概略を第9図に示す。ブームはフートをピンで、また先端は支持ロープでささえられており、この支持ロープを巻ドラムで巻上巻下することによりブームの起伏が行なわれる。

一方別のドラムによりフックの巻上巻下が行なわれる。またクレーン本体は旋回中心を軸として旋回する。以上の動作がトラッククレーンの荷役作業基本動作である。

第9図の平面(xy平面)内においてブームに作用する外力としては図の $P_0, Q_0, P_1, W/n, W, W_0, w$ が考えられる。これらの外力の釣り合いよりブームフートの反力 P_0, Q_0 、および支持ロープの張力 P_1 が求められる。一方xy平面に垂直なxz平面内における外力としてはブームの軸圧縮力とともに旋回時の慣性力が考えられる。この慣性力はブームの自重 w によるものとブーム先端の重量 W, W_0 によるものとに分けられる。

第10図にブームの構造を示す。アングルまたはパイプ材からなる主材を4隅に配置し、隣接主材間を斜材と垂直材により溶接で接合している。また図の(c)に示すようにブーム断面の対角線方向につなぎ材が適宜そう入されている。

(2) 強度計算概要

ブームは立体構造であるがこれを第10図に示すような平面構造に分解して考える。またこれらの平面構造はトラス構造と仮定する。ねじりおよび疲労強度はここでは取り上げないことにする。

さて強度計算は(1)項の各荷重がブームに作用するとき次の破壊様式に対してそれぞれ安全かどうかを調べればよい。

- (i) 部材の圧縮座屈 (降伏を含む)。
- (ii) 各トラス面内における全体座屈。

このためには、それぞれの部材に生ずる応力、部材の圧縮座屈応力、およびトラス構造の全体座屈荷重を知る必要がある。

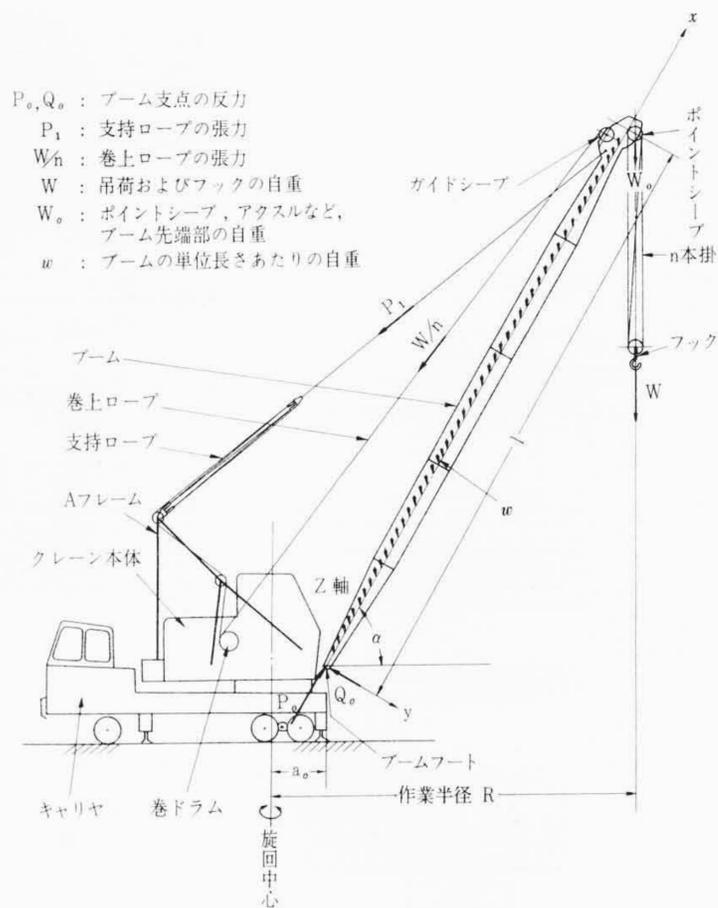
(3) 部材応力

軽量長大ブームの場合に予想される負荷時のy方向およびz方向の弾性変形を精密に考慮して新しい部材応力の計算式を導いた。またたわみの計算式も導いた。

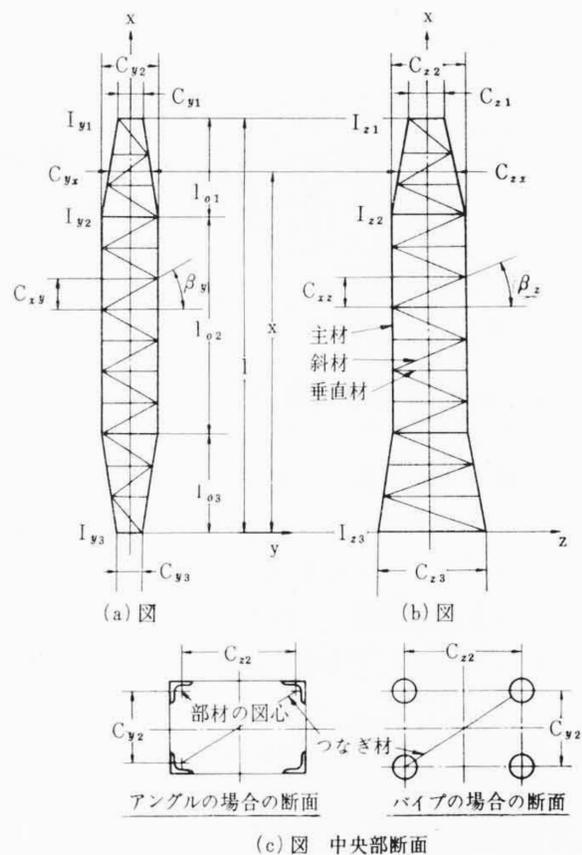
(4) 部材の圧縮座屈応力

Eulerの式が成立する弾性領域内で部材を設計することは得策でなく、高張力鋼を使用する意味がない。したがって実際のブームでは非弾性領域の塑性座屈応力の決め方が問題になる。

降伏点 $23 \sim 36 \text{ kg/mm}^2$ の材料についてはすでにドイツ規格 DIN 4114⁽⁴⁾、DIN 120⁽⁵⁾、機械学会⁽⁶⁾、労働者告示⁽⁷⁾などで基準



第9図 トラッククレーン概略図



第10図 ブームの形状と寸法

化されているが、これ以上の高降伏点材についてはオーソライズされている基準がない。

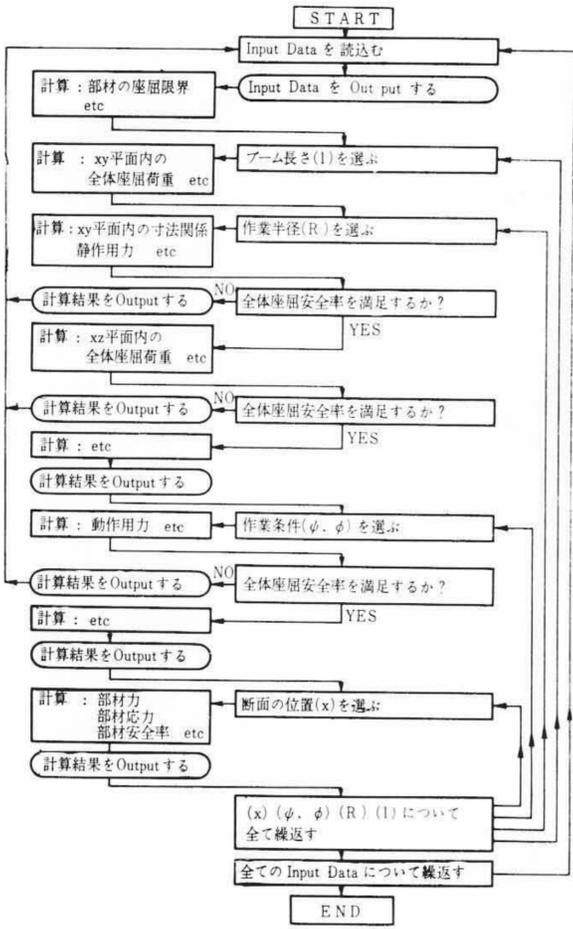
実用式としては Bleich の式⁽⁸⁾が任意材料についての計算が簡単であり、Lehigh 大学の USS “T1 鋼” の丸棒の座屈試験⁽⁹⁾でもその実用性を報告しているのでこの式を用いるのが便利と考える。

(5) トラス構造の全体座屈荷重

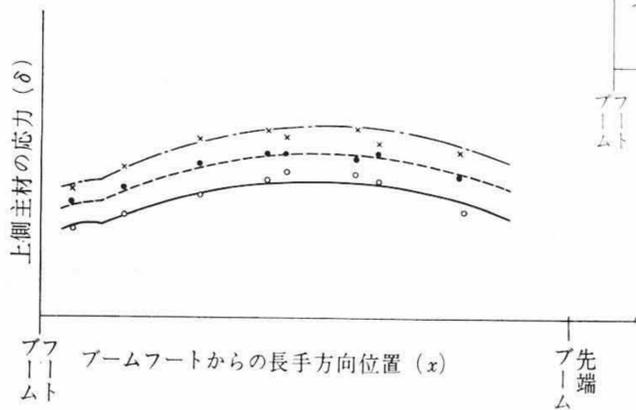
第10図に示すトラス構造をそれぞれ変断面のラチス柱と考え全体座屈荷重を求める。詳細は省略するがxz平面内の全体座屈については実際に近い条件として圧縮力の方向がブームのたわみによって変化する点を考慮に入れた。

(6) 計算プログラム

インプットデータとしてクレーンのつり上能力と各部寸法、ブ



第11図 計算プログラムの概要



第12図 上側主材の静的応力

ームの部材寸法と部材配置などを与える。そして各ブーム長さ、各作業半径、各作業条件に対して各断面の応力、全体座屈の計算を行なう。計算プログラムの概要は第11図に示すとおりである。はじめに仮定した構造、寸法を適宜変えて繰り返し計算を行ない最終的には安全で、できるだけ軽量のブーム仕様が決定できる。

なお(2)項で述べた各破壊様式に対する各安全率が同じであればもっとも経済的であるので、設計計算の場合には、これらができるだけ同じになるようにする。

上述の計算を手計算で行なうことは所要労力と時間の点で実際問題として不可能に近い。電子計算機を使用することによりはじめて強力に前進させることができるものとする。

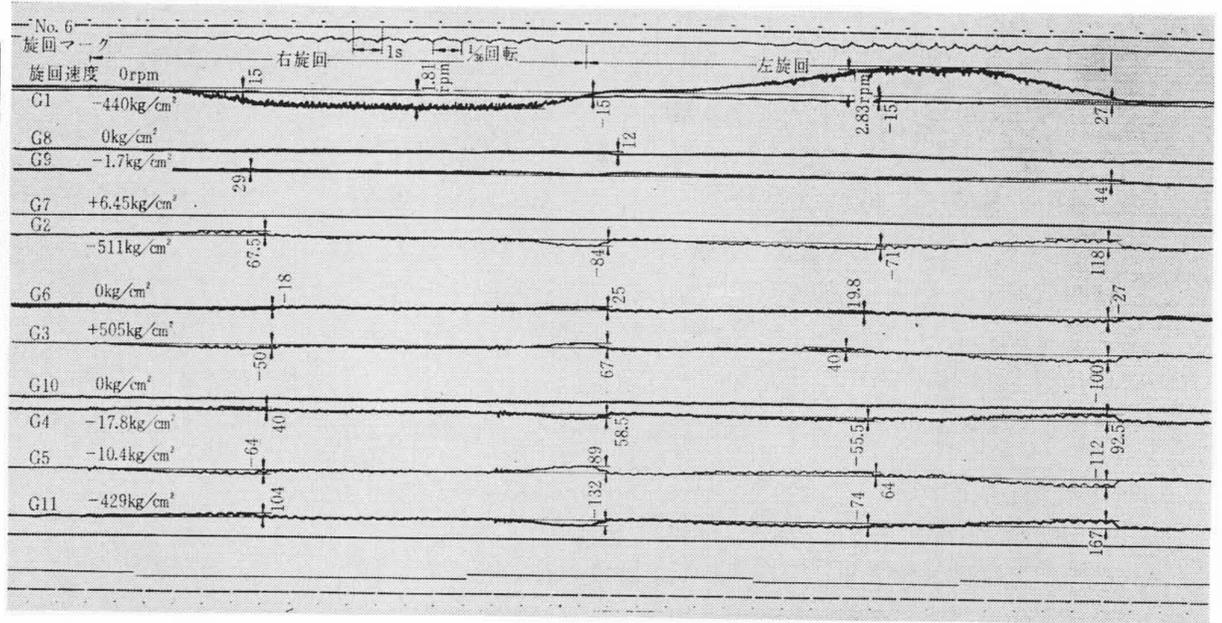
4.2.2 ブームの応力測定

60キロ級高張力パイプ構造の移動式クレーン用軽量長大ブームを前項の計算式確認のために製作し、これを実験機に取り付けて静的応力および動的応力を測定した。

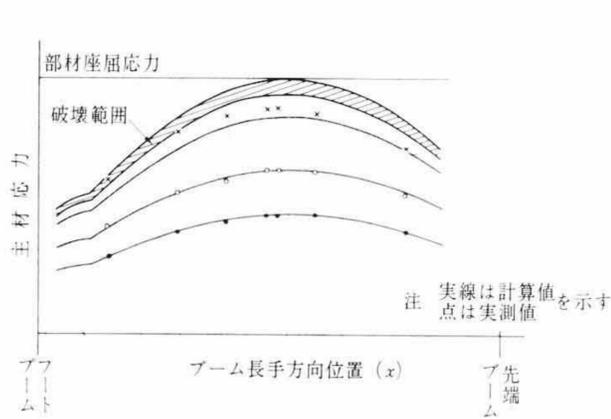
(1) 静的応力の測定

ブームを静止状態にして、つり上荷重と作業半径の11個の組み合わせについて、ブームの静的応力を測定した。応力の測定点は245点とした。

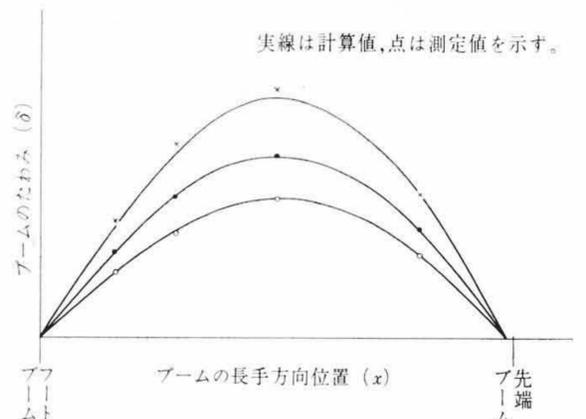
測定結果の上側主材についての一例を第12図に示す。図にみられるように測定値は前章の方法により求めた計算値によく一致している。なお測定値は左右の上側主材の平均応力を示したものである。



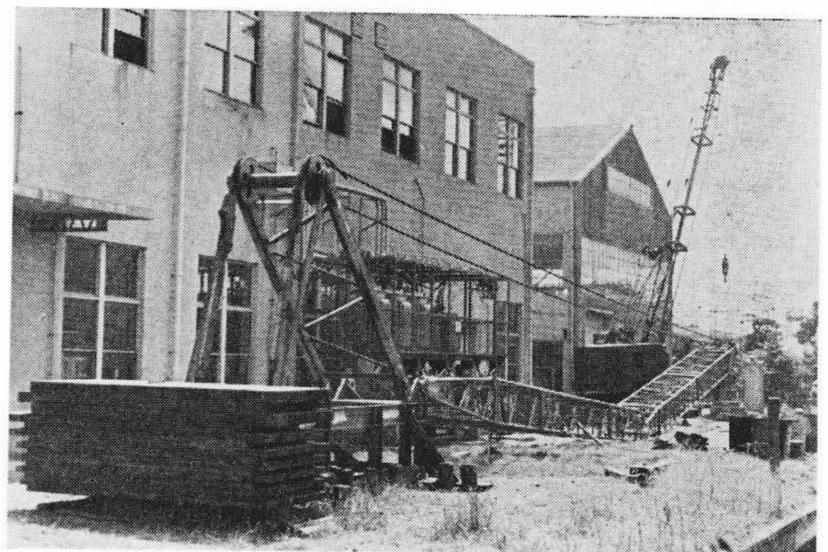
第13図 動的応力測定のおシログラムの一例(旋回の場合)



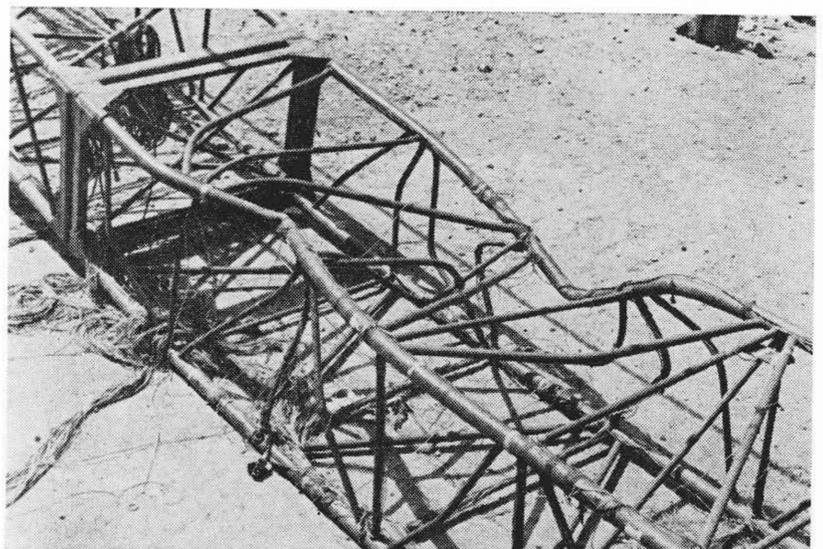
第14図 破壊試験ブームの主材応力



第15図 破壊試験ブームのたわみ



第16図 ブームの破壊試験



第17図 ブームの破壊状況

(2) 動的応力の測定

ブームの旋回時、起伏時、およびつり荷の巻上下時の動的応力を測定した。この場合のつり上荷重と作業半径の組み合わせは6個、応力の測定点は16点である。オシログラムの一例を第13図に示す。

動的応力の測定結果はここでは省略する。

4.2.3 破壊試験

前述の軽量長大ブームを破壊する目的のために準備した破壊試験装置で破壊試験を行なった。この場合の測定点は182点である。

つり上荷重を次第に増して行き、各荷重時の部材応力およびブームのたわみについて測定した。第14図は各荷重時の主材応力の計算値と実測値の比較であるが、たわみの大きくなる破壊荷重近くでも計算値と実測値はよく一致している。

第15図はブームのたわみの計算値と実測値の比較であるが、たわみについても応力同様によく一致する結果を得た。破壊荷重は予測値の荷重に対して第14図の斜線にて示した範囲内の荷重で破壊した。予測値より若干低い荷重で破壊しているが本計算式の実用性は十分と考える。

第16図および第17図は破壊ブームの状況を示したものである。

5. 結 言

以上トラッククレーンブームの軽量化の必要性と、それによる効果およびブーム軽量化に関連した内外の最近の傾向について述べ、最後に厳密な強度計算の概要とそれに関連した実験結果を示した。

終わりに、本稿にて紹介した研究内容は亀有工場機械研究課の種田、中沢両氏の協力によるところが多い。

参 考 文 献

- (1) 鈴木：溶接技術 10-1, 1~16 (昭37-1)
- (2) Roads and Street, 146 (Jan. 1959)
- (3) Excavating Engineer, 44 (March. 1963)
- (4) Deutsche Normen: DIN 4114 Blatt 1, Stahlbau Stabilitätsfälle Berechnungsgrundlagen Vorschriften (1952)
- (5) Deutsche Normen: DIN120 Blatt 1, Berechnungsgrundlagen für Stahlbauteile von Kranen und Kranbahnen (1936)
- (6) 機械学会：クレーンはがね構造部分計算基準 (昭37, 機械学会)
- (7) 労働省告示：移動式クレーン構造規格 (昭37, 官報号外第90号)
- (8) Friedrich Bleich: Buckling Strength of Metal Structures, 51~54 (1952)
- (9) Lehigh University: Investigation of the Column Strength of USS "T1" Steel Round Bars (1958)



特 許 と 新 案



登録新案第712935号

沢 幡 寅 治

電 気 炉 用 変 圧 器 の 端 子 接 続 装 置

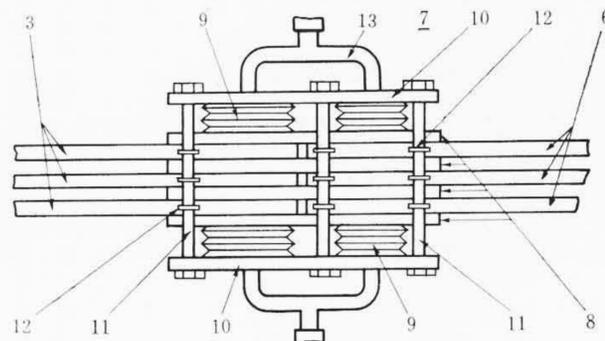
この考案は電気炉用変圧器の二次側端子と電気炉側の入力端子導体とを接続するため変圧器の二次側端子導体に取り付けた接続装置に関するものである。

従来、複数個配列された電気炉の運転を一台の変圧器を共用して行なう場合、運転される電気炉へ変圧器を移動して電気炉側の入力端子導体と変圧器の二次側端子導体をボルト締めして導電接続を行なっていたが、この取り外しおよび接続操作には相当多くの工数を要し、変圧器および電気炉の利用率が低下するという嫌いがあった、また接続部の締付圧力の不足によりその部分の加熱を引き起すこともたびたびあった。

この端子接続装置7は変圧器の二次側端子導体6に取り付けられており、電気炉入力端子導体3と変圧器二次側端子導体6をその両面から挟圧するように接触板8とそれらをベローズ9を介して支持する基板10から構成され、また基板10,10間はボルト11によって連結してあり、またこのボルト11には、それぞれ両端子導体の上部および下部と接触対応するローラー12が設けられている。両端子導体3,6を接続する場合は、ローラー12により電気炉側入力端子導体3を接触板8間にしゅう動案内し、次に油圧源より通油管13を通して圧油を供給し接触板8により両端子導体3,6を挟圧し接続

を完了する。取り外しはベローズ内の油圧を下げ、端子接続装置7を右方に移動することにより行なわれる。

このように本案によれば接続および取り外し操作を簡単にし、変圧器および電気炉の利用率を高め、かつ油圧操作により接触圧力を必要に応じて高めることもでき、またベローズ内の油による接触部の冷却も併せ行なうことができる。(小島)





特許と新案



最近登録された日立製作所の特許

特許番号	名 称	氏 名	特許登録日	特許番号	名 称	氏 名	特許登録日
310604	多色発光放電灯	岩田 倫典	38. 8. 30	410130	精溜塔の棚段	平塚 幸哉	38. 9. 9
310501	デジタル-アナログ変換装置	宮沢 浄	38. 8. 23	410131	精溜塔の棚板	増田 幸貞	"
310502	方程式の求根用計算装置	三浦 武純	"	410133	熱電装置	増田 幸貞	"
310503	入力に磁気変調器を使用したPID調節器	岩木 下瀬	"	410142	電磁接触器の耐衝撃装置	橋本 研二	"
310504	中継弁装置	猪瀬 敏文	"	410146	X線管陽極	橋本 研二	"
310782	放射線液面計の較正方法	田上 八十次	"	410147	X線連続撮影用取枠交換装置	須田 長治	"
310783	導電体重合面間の接着度検査装置	鷺見 哲雄	38. 9. 4	410150	ボルト或はネジ等の廻り止め法	宇多 幸彦	"
410122	電子顕微鏡	小野 邦男	"	410167	限時過電流継電器	和田 正寅	"
410126	半導体装置の処理装置	孤田 孜	38. 9. 9	410198	ジェット式回転内燃機関	沢崎 治智	"
		高本 達雄	"			矢野 幸一	"
		坂本 三郎	"			本多 後	"

最近登録された日立製作所の実用新案

登録番号	名 称	氏 名	登録年月日	登録番号	名 称	氏 名	登録年月日
585395	多端子プラグ、ソケット	高田 昇平	38. 8. 29	722787	制御棒緩衝装置	須藤 芳男	38. 8. 30
585396	超音波エネルギー測定用サーミスタ検知部	安井 立	"	722788	X線管高圧電源装置	七海 喜四郎	"
585397	配 圧 弁	渡辺 久昭	"	722789	誘導起動同期電動機	小山 根	"
585398	回転円板制動装置	二石 吹川	"	722790	サーボモータ鎖錠装置	山宮 本村	"
585399	多層半導体制御装置	矢石 逸見	"	722791	強誘電性磁器を用いた圧電振動子	上指 野	"
585400	マノメーター置換式圧力計	石見 谷山	"	722792	超小型電動機用整流装置	細指 山	"
585401	回転ドラム式高速度撮影装置	瀬片 義一	"	722793	気 化 器	西安 大正	"
585402	比例、積分および微分動作電子管式調節計	西川 博芳	"	722794	電子印刷機の現像用粉末撒布装置における横振り装置	大 和修	"
585403	ワークドライバ	市藤 常正	38. 9. 11	722795	半導体装置用保護体	大 義雄	"
722762	粒子加速器の粒子ビーム監視装置	佐藤 伸治	38. 8. 30	722796	電子印刷機における現像用粉末撒布装置	大 野光	"
722763	配線用遮断器の端子装置	大井 浩	"	722797	電子印刷機の現像用粉末撒布装置における現像用粉末振動装置	大 野光	"
722764	配線用遮断器の引外し装置	鈴木 浩	"	722798	変速歯車変換装置における異状噛合防止装置	大 三男	"
722765	配線用遮断器の引外し装置	鈴木 浩	"	722799	始動装置付気化器	橋白 本	"
722766	X線管球吊下安全装置	石塚 達	"	722800	電子レンズ交換装置	湯 部 忠	"
722767	水中モートルの膨張吸収装置	橋本 和	"	722801	マノメータの封塞液溢流防止装置	渡 野 寺	"
722768	給水用電磁弁	横江 邦治	"	722802	ストリップ送込みガイド	小 安	"
722769	電気集塵装置の槌打装置の操作装置	宮田 賢夫	"	722803	プレート付電動機	是 河	"
722770	水中モータポンプを使用した送水加圧装置	高橋 明	"	722804	プリント基板用コイル	河 井	"
722771	ポンプの自動空気補給装置	館下 武三郎	"	722805	始動装置付気化器	油 山	"
722772	液圧ブレーキを有する液圧制水弁の操作装置	村山 達次	"	722806	気 化 器	阿 藤	"
722773	摺動部の電磁ロック装置	伊山 内	"	722807	アーク溶接機電撃防止装置	大 和	"
722774	壁面取付形X線管支持装置	渡辺 文彦	"	722808	配電箱内ヒューズ取付装置	和 国	"
722775	ばねの回転力を利用した螺子遊隙除去装置	島石 文彦	"	722809	プラグインユニット引抜器具	大 陸	"
722776	押ボタン式セレクトバルブの操作装置	石齊 文彦	"	722810	アーク溶接機電撃防止装置	和 夫	"
722777	スクリュードライバのトルク測定器	宮川 慎司	"	722811	アーク溶接機電撃防止装置	行 友	"
722778	X線透視台の踏台装置	小野 信	"	722812	電池保持装置	石 義	"
722779	摺動部の電磁ロック装置	高橋 洋彦	"	722813	原子炉放射性ガスホールドアップタンク	辛 島	"
722780	ワイヤーラッピングビット	石齊 洋彦	"	722814	ターボ発電機の回転子	石 誠	"
722781	実験用原子炉	石神 一五	"	722815	超小型電機用刷子	山 幸	"
722782	サーミスタ真空計等の多点切替回路	清水 誠祥	"	722816	コイル受渡し装置	大 安	"
722783	配線束ね装置	吉会 久夫	"	722817	メタルクラッド配電盤における遮断器移動装置	是 邦	"
722784	挿込み型X線管	柳津 正修	"	722818	気体圧力検出用サーミスタ素子	清 水	"
722785	巻線型誘導電動機の制御装置	二新 正静	"	722819	真空検出用サーミスタ素子	二 久	"
722786	三極X線管の陰極構体	高島 清司	"	722820	アーク・スポット溶接ガン	木 夫	"
		林 志	"	722821	アーク・スポット溶接ガン	石 治	"
			"			辛 久	"
			"			島 義	"