

(7) 軽減孔の面積の影響

軽減孔の面積の影響を知るため、次の3場合について実験を行なった。但し面積比は、標準軽減孔に対する各場合の孔の面積比である。

1. No. 5 ㉔E, S  $\alpha = 22$

No.	面積比 E.S	c/c <sub>0</sub>			
		1	1/2	1/4	
1	(3) 参 照		63.9	71.4	66.7
2			79.2	89.8	82.9
3			90.7	94.4	91.8
4			95.8	96.3	94.2
5			31.5	16.9	5.0
6			61.6	69.4	64.8
7			81.7	91.4	88.3
8			91.8	92.2	91.4
平均		72.7	74.5	77.7	73.1
$\eta'$		0.145	0.134	0.114	0.143

2. No. 5 ㉔E, S No. 8 ㉔  $\alpha = 22$

No.	面積比 E.S	c/c <sub>0</sub>			
		1	1/2	1/4	
1	(5) 参 照		11.0	7.4	1.7
2			11.7	6.3	6.1
3			8.6	7.2	6.0
4			2.0	1.1	6.4
5			6.9	4.9	0.9
6			5.9	2.6	1.5
7			1.8	1.3	2.9
8			0.9	0.7	4.6
平均		9.6	6.1	3.9	3.8
$\eta'$		1.07	1.27	1.47	1.49

以上の実験から、 $\eta'$ が1より小なる場合は、面積が小さくなるに従い、 $\eta'$ は小となる

3. No. 5 ㉔, E No. 8 ㉔, No. 5-6, No. 2-3 No. 7-8 閉

No.	面積比 c/c <sub>0</sub>	c/c <sub>0</sub>		
		1	1/2	1/4
1	(5) 参 照		1.8	1.6
2			1.3	1.2
3			1.0	1.0
4			0.9	0.9
5			1.8	1.6
6			1.1	1.1
7			1.0	1.1
8			0.7	0.8
平均		1.6	1.2	1.2
$\eta'$		1.88	2.00	2.03

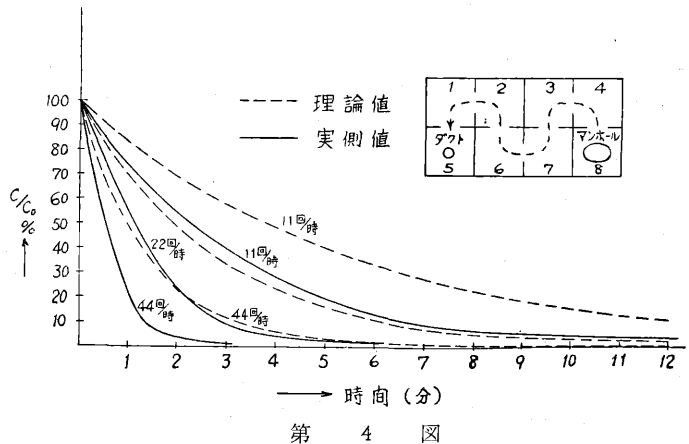
り、1より大なる場合は次第に増加する傾向が見られる。

(8) 換気時間と換気効果

換気時間と換気効果との関係は第4図に示す。但し本例は No. 5 ㉔E, No. 8 ㉔で且つ、No. 5-6, No. 2-3 及び No. 7-8 閉の状態での実験結果である。

第4図は作業開始に当たっての必要な換気時間に対しヒントを与えるものである。

最後に溶接ガス測定にあたっては、横浜大北川研究室、浦賀造船所、石川島第二工場溶接課の御援助をうけた。厚く感謝の意を表する次第である。



## 船内荷役用チェーンの強度の実態と安全対策

博物館課 安藤 正 石橋 公人 佐藤 智彦

### 1. まえがき

船内荷役における事故防止の対策として、一般に揚重

機の取扱、用具の点検、作業行動など極力作業者の注意の喚起につとめられているが、これ等の手段にも限界があることであり、これだけではなかなか思う様な成績が

あがらない現状である。

一方事故の発生状況を見ると、荷物の吊り揚げ中のロープや、チェーンその他用具の破断に原因するものが極めて多い。

これは揚重機の取扱いにも関連することではあるが、従来この種のチェーン類の強度については余り検討されていない様であり、従ってその改善に努力された跡も殆んど見られない。

本文は現に使用されつつあるチェーン類が、どのようなものであるかを強度的に、また材質的に明かにし、なおこれに如何なる対策を講ずれば、より安全に使用できるかについて検討したものである。

## 2. フックチェーンの耐力試験

(1) 構造 通常モッコその他の重量物を吊り揚げるのに使用するフック付の一連のチェーンで、図1に見られる様な構造であり、1リンクの寸法は普通図2に示す様なものである。

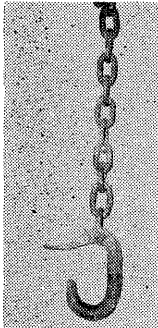


図 1

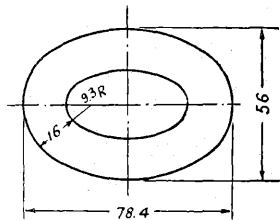


図 2

(2) 試験方法 各リンクは試験前にその長軸の外側を測っておき、上端のリンクとフックとの間に5吨の静重をかけた後、再び長軸の外側を測定して、各リンクの永久変形およびフックの変形状態を調査した。

(3) 試験結果 15本のフックチェーンの各リンクについて試験した結果は第1表の通りである。

第 1 表

リンクの永久変形量(耗)	全数に対する百分率(%)
全く変形しなかったもの	60.3
0.1 ~ 0.2	20.7
0.2 ~ 0.3	12.3
0.3 ~ 0.4	2.8
0.4 ~ 0.5	1.67
0.5 以上	2.23 (1ヶ割を生ず)

表中にあるワレを生じたリンクは、最近溶接修理したばかりのもので、その溶接部が充分溶着していなかったものである。

この他フック2個が大きく変形した。

(4) 試験結果の考察 このフックチェーンは2吨内外の重量物を吊り揚げるのに使用されておるが、5吨の耐力試験の結果、その大半のものが余り変形していないから普通の作業状態では、たとえ捲き揚げのときある程度の加速度がかかっても使用上は何等危険はない筈である。

しかし作業現場では捲き揚げの際、フックや荷物を船体にひっかけることも時々起るので、その様な場合は一連のチェーンにかかる衝撃荷重は大変なものになるであろう。

もしリンクの一部に小さなワレ等が潜在していると、その部分から突然破断することになる。従って事故防止の対策として、作業の開始前か、終了後に必ず用具を点検することや、フックや荷物を船体にひっかけた場合等は特に入念に点検をしてから使用することが肝要である。

## 3. モッコ用チェーンと連結用シャックルの強度

モッコ用チェーンは図3に示す様な寸法のリンクで構成されており、その強度は表2に示す様に大半は3,000 吨以上となっているが、切断部位は総て接合部であり、しかもその接合部には殆んど先駆的なワレが発生していた跡がある。

第 2 表

切断荷重(吨)	切断部位	摘 要
3,480	接合部	{接合部にワレの発生していた跡あり
2,730	〃	〃
4,150	〃	〃
4,250	〃	{接合部に若干ワレが認められる程度
3,370	〃	{接合部にワレの発生していた跡あり
3,700	〃	〃
3,300	〃	〃

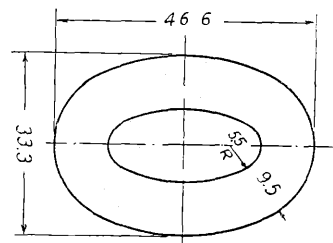


図 3



図 4

図4の白い破断面の横に黒色に見えるのがワレの部分であって、接合部の欠陥の多いのに驚くはかはない。この一連のチェンが目的の長さに足りない場合などに図5に示す様な

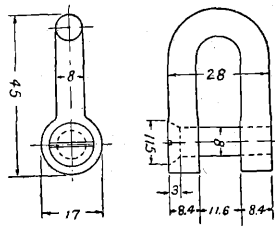


図 5



図 6

寸法のシャックルを使って図6の様に連結される。

ところがこのシャックルが時々切断して事故を起こすことがある。

図5に示す様なシャックルについて引張試験をしてみると、その強度は表3の様な結果となる。

すなわちシャックルは殆んど3,000 匁以下でピンのネジの部分で図7の様に切断する。

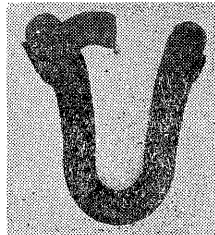


図 7

第 3 表

切断荷重 (匁)	切断 部 位
2,800	ピンのネジ部
3,340	〃
2,710	〃
2,890	〃

ピンは図5に見られる様に16分の5吋(8 耗)の径に1吋18山のネジが切られているので、その谷底の有効径は、6.2 耗となっており、シャックルの本体や、チェンの素材の径に比較してはるかに小さくなっている。

モッコチェンで吊り揚げる品物の全重量を2,000 匁と仮定すると、一本のチェンにかかる重量は、その4分の1の500 匁となり、吊り揚げたときのチェンの角度や吊り揚げの際の加速度などを考慮に入れても、表3の切断荷重から考えると、まだ相当の安全率が見込まれていることになるけれども、実際の使用現場を見ると、チェンにかかる重量は前述の様な安易な考え方は許されないらしい。

すなわち荷の捲き出しのときは、4本のチェンに荷が平等にかからず殆んど2本のチェンにかかるという様に不平均にかかる事が多い。

船体やハッチ穴などに荷物をひっかけた場合の衝撃

は、また特に大きいであろう。

この様なときは、まず一番弱い連結用シャックルや、チェンの接合部のワレなどから切断する。

一連のチェンの中に斯様に局部的に弱い部分があることは極めて危険であって、各部共均衡のとれた強さであることが大切である。

日本工業規格 F3304 のスタッド無鍛接アンカーチェンの連結用シャックルのピンはリンクの素材の径の1.5倍とする様になっており、しかもネジ止めでなく、木センを使用することにしてある。

#### 4. リンクの接合部の欠陥

前記の様にチェンの強度試験においては、大部分はリンクの接合部で切断しており、その破断面には図8に見られる様に局部的に溶着していないものや、先駆的なワレが発生していたものも多く、図9の破面に見られる様に接合部に大きなスラッグが介在したのものもある。また図10の様に表面は溶着している様に見えても、内部は殆んど溶着していないものも混っている。



図 8

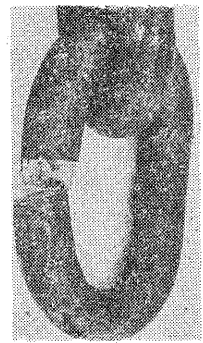


図 9

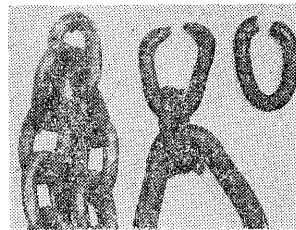


図 10



図 11

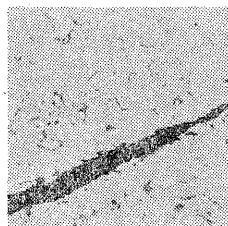


図 12

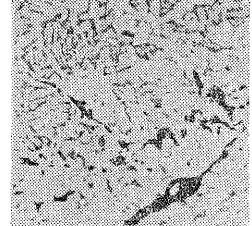


図 13

この様な接合面を顕微鏡で調べると図11の様に母材の  
 方までスラッグが侵入したのもあれば、図12の如く接  
 合境界に長く介在したのものもある。

また図13の様に鍛接部が過熱組織となったものもあ  
 る。現在使用されているチェンは彼様に粗製濫造品が多  
 いのである。

この原因は何れにあるか判明しないが、おそらく価格  
 の点がからみあうことが根本原因であろうと考えられ、  
 従って未熟な職人に造らせることが多いとみられる。

### 5. チェンの製造過程における条件を変えた 場合の強さの比較

(1) 肩継と横継の比較 リンクの接合部は肩継(いわ  
 ゆるRの部分で接合したもの)よりも横継の方が日常の  
 点検などに便利である。

小さなリンクになる程肩継は点検するに不便であるの  
 で、往々にして接合部の疵を見逃すおそれがある。しか  
 し鍛接では横継は肩継より製作しにくいといわれる。

従って船内荷役用の小サイズのものでは大部分肩継で造  
 られている。

強度の点では肩継よりも横継の方が強そうに考えられ  
 るが、両者を比較してみると、第4表に示す様に肩継の  
 方が強い。

第4表 肩継と横継の強度の比較

鍛接肩継 d=9.2耗		鍛接横継 d=9.2耗	
切断強度(託)	切断部位	切断強度(託)	切断部位
3,500	接合部	2,800	接合部
3,800	〃	2,250	〃
4,610	〃	2,970	〃
3,420	〃	4,400	〃
3,200	〃	2,360	〃
3,680	〃	1,910	〃
3,275	〃	3,600	〃
2,980	〃	3,500	〃
3,580	〃	4,320	〃
4,200	〃	2,550	〃
3,624(平均)		3,060(平均)	

また横継には強度のパラッキが多く、長いチェンの中  
 に1,900託台の強度の低いものが混入していることは、  
 これが外観上簡単に発見できないだけに極めて危険であ  
 る。

日本工業規格 F3304 のスタッド無鍛接アンカーチェ  
 ンの保証破断試験荷重は、径9耗のもので3,050託とな  
 っている。

この9耗径の値をもってしても表4の鍛接横継の強度  
 は不合格品が60%を占むことになる。

如何に鍛接技術が拙劣であるかが判る。

(2) 鍛接とフラッシュバット溶接(以下電気溶接と称  
 す)との比較、今日では一般の小サイズのチェンは大部  
 分電気溶接が採用されているから、船内荷役用にも電気  
 溶接のものを使うようにすすめてみても、電気溶接によ  
 るチェンは衝撃に対して弱いから駄目だと言下に退けれ  
 る。

しかし実際試験してみると表5に示すように電気溶接  
 は表4に示す鍛接より  
 もはるかに強度が高  
 く、しかも強度のパラ  
 ッキも少ないし、接合  
 部にワレを発生する心  
 配もない。

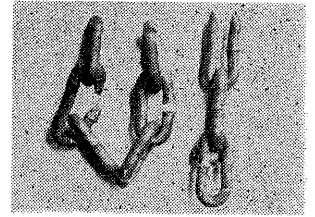


図 14

図14がその切断試験  
 品である。

(3) 製造後焼鈍したものとしないものとの比較。

表4および5はいずれも焼鈍しないものの強さである  
 が、これを炉内で熱して最高850℃に約16分間保持し  
 た後、徐冷したものの強度は表6の様な結果となる。

第5表 焼鈍したものとしないものとの比較

鍛 接 肩 継 d=9.25耗			電気溶接横継 d=9.4耗		
未処理	焼鈍済	摘 要	未処理	焼鈍済	
2,560	4,400		4,500	4,410	
2,530	3,900		4,610	4,230	
3,200	3,860		焼鈍済のものは 鍛接不完全	5,470	4,620
4,230	3,850			4,950	4,420
4,170	2,900	焼鈍済のものは 鍛接不完全	5,480	4,130	
3,338 (平均)	3,782 (平均)		5,002 (平均)	4,362 (平均)	

鍛接チェンを焼鈍すると焼鈍前よりも強度のパラッキ  
 が少なくなって、平均強度も高くなる。

この理由は、鍛接のとき材料が過熱されたり、その他  
 材質が低下したものが焼鈍によって、その機械的性質が  
 回復し、焼鈍前よりも材質が良好になったために平均強  
 度が上昇したものといえる。

図13の過熱組織のものを  
 焼鈍すると図15に示す様な  
 組織に変わる。

しかし、初めから鍛接が  
 不完全であったものは、た  
 とえ焼鈍しても、その効果  
 は余りないことなどが、よ  
 く表の上に現われている。



図 15

電気溶接したチェンは焼鈍すると、強度のパラッキが  
 更に少なくなり、その平均強さは、やや低くなっている。

これは溶接部が幾分硬くなって高い強度を示していたものが焼鈍によって軟化された結果であって、これによって耐衝性は却ってよくなったことになる。

図16が溶接部附近の母材が過熱された組織であるが、これを焼鈍すると図17の様に正常な組織となる。

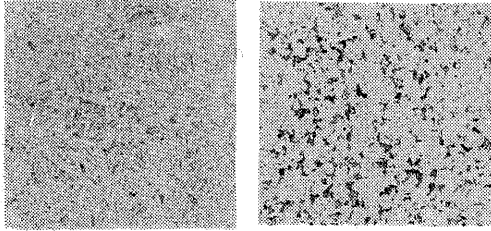


図 16

図 17

何れの場合でも製造したままのものよりも、焼鈍した方が好結果をもたらすことは明かである。

この場合の焼鈍温度は低温焼鈍よりも、完全焼鈍の方が効果があるものと思われる。

### 6. モッコチェンをフックにかけた場合の強度

チェンを真直にして引張った場合の強度は前記の各表に示した通りであるが、これをフックにかけて実際の使用状態に近い方法で引張試験をすると、このときは単なる引張応力だけでなく、同時にリンクの直線部に曲げ応力を受くるものもあって、真直にして引張ったときよりも強度が20~30%低下する。

最悪の状態は図18に示す様なかかり方をした場合で、頂上のリンク①はフックと接触せず②や③のリンクが主として接触し、しかも②の一方の軸が図の様に曲げ応力を受ける様なかかり方をしたとき、この②が一番弱くなる。

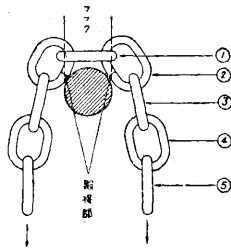


図 18

ことに鍛接横継において、接合部がフックと接触して曲げ応力を受けると、最も低い値となる。

第7表 鍛接肩断チェン  
(未処理にして d=9.5耗)

引張強さ(耗)	切断部位
3,450	④の接合部
2,800	④ 〃
2,050	③ 〃
2,575	④ 〃
3,550	③ 〃
2,881 (平均)	

第7表に鍛接肩継の未処理のもの強さを示し、第8表に鍛接横継の未処理品と焼鈍済みのもの、第9表に電気溶接チェンの未処理品と焼鈍済みのもの強さを示したが、チェンはフックにかけてダブルにして試験したものであるから、表中の数値は破断荷重を2で除したものである。

第8表 鍛接横継チェン d=9.5耗

未 処 理		焼鈍済 (850°C 15分)	
引張強さ(耗)	切断部位	引張強さ(耗)	切断部位
1,790	③の接合部	1,500	②の接合部
2,190	② 〃	1,385	② 〃
1,820	③ 〃	2,750	③ 〃
1,660	② 〃	2,155	③ 〃
1,117	② 〃	2,415	② 〃
1,727 (平均)		2,041 (平均)	

第9表 電気溶接横継 d=9.5耗

未 処 理		焼鈍済 (850°C 30分)	
引張強さ(耗)	切断部位	引張強さ(耗)	切断部位
4,285	②の溶接部外	3,025	②の溶接部
4,175	〃	3,025	②の溶接部外
1,900	〃	3,215	〃
4,325	〃	3,105	〃
3,375	〃	3,495	〃
3,612 (平均)		3,173 (平均)	

この試験の結果によって、モッコチェンをフックにかけた場合、フックに接触する2~3のリンクは真直な引張をうけた場合よりもはるかに弱くなることが判る。

現場での作業においてもこの様なかかり方は当然あり得ることであるから、切断荷重は20~30%低く見ておく必要があり、それによって常用荷重を決定されなければならない。

### 7. フックの構造

フックの構造は一般に図19に見られる様に、径32~38耗の棒鋼を曲げて造った簡単な形であり、その断面も円形のままで、重量物の吊り揚げ用としては構造上に力学的な考慮が払われていない。

従って強度上のバランスがとれていないから、重量物を吊り揚げた場合、ある部分は比較の変形しやすいのである。

このフックは図に見られる様に一種独特な形で、現場では通称天狗ボコといわれており、上方の突起部を天狗

と称し、操作の際にこの部分を手に持って作業しやすいためにつけたものらしい。

ところがこの突起部が船体などにひっかかると、吊り揚げ用チェーンやロープに衝撃がかり破断の原因となる。

それでこの欠点を無くするために、突起部が船体などに接触して押されると、突起部がフックの先端との開口部を自然に閉じる構造のものも最近考案されている。

開口部を閉じればフックは船体などに絶対にひっかからないから、チェーンやフックに不測の衝撃を与えることなくそれだけ安全である。

またフックなどの様に頻繁に使用するものは材質が次第に疲労して硬化し、衝撃に対して弱くなるから時々焼鈍する必要がある。

## 8. チェン・シャックルおよびフックの材質

(1) チェンの材質 日本工業規格による鍛接アンカーチェーンの材料は、SBCまたはSS34Bを使用することになっているが、SBC材は引張強さ $34\sim 43\text{kg/mm}^2$ 、SS34Bは $34\sim 41\text{kg/mm}^2$ となっており、比較的軟く、伸びのよい、靱性に富んだ、しかも溶接性のよいものを使用することになっている。

大きなメーカーでは材質の選択も科学的な方法が採用されていると思われるが、この種の用具類の修理を専門とする小設備の工場では、専ら作業者の勘によって選択されているといっても過言ではあるまい。

材料中に鍛接上有害な不純物が含まれていると、鍛接しにくいということから、あまり極端な不良材はないようである。

(2) シャックルの材質 日本工業規格によるとSF40、SF45あるいはSS41を使用するように規定されている。

(3) フックの材質 フックの強度試験の結果では、前述フックチェーンの耐力試験程度の低い荷重でも大きく変形するものもあれば、中には10~12吨の荷重にも耐え得るものもある。

軟い材料で造ると、たちまち口を開くので、たびたび修理せねばならないから、なるべく硬い材料で造った方がよいと考えられているようである。

硬い材質のものは簡単には伸びないが、衝撃をうけたときフックにワレが起きたり、突然折損する等の危険がある。

図20は荷物を吊り揚げの際、フックを船体にひっか



図 19

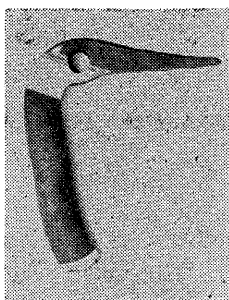


図 20

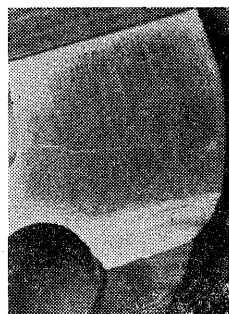


図 21

たために、フックの曲りの基部で突然折損し、その上チェーンとの連結する穴の近くに図21に見られるように深いワレが生じたものである。

図22はこのフックの破断面近くの顕微鏡組織であるが、この組織から判断すると、炭素の含有量は0.5~0.6%の硬鋼に属する硬い材料であるから、衝撃をうけた場合、折損したり、ワレが発生するのは当然である。

フックの材料としては、一般にFS-45材が適当とされ、その強度は $45\sim 50\text{kg/mm}^2$ で、炭素量はおよそ0.3%位であろう。

## 9. むすび

チェン類の購入に当っては、メーカーのはっきり判った信用のあるところのものを選ぶべきであり、また購入したチェンに対しては一応耐力試験を実施してから使用することが望ましい。

また作業者はチェンやその他の用具の許容荷重を間違えない様に注意しなければならない。重量物の捲き出しの際や吊り揚げにはチェンになるべく無理な荷重のかからない様に注意する必要がある。

もしフックや荷物を船体などにひっつけた場合にはチェンおよびフックは直ちに取りかえるか、または各部を詳細に点検して損傷の有無を調べるのが肝要である。

特に今までに造られた製品には相当不良品が多い様であるから、使用後あるいは使用前に入念に点検して、少しでも怪しいものがあつたなら早く修理に出すべきである。

チェンに関する詳細な点については当研究所安全資料「トロ連結用チェーンの強度の研究」を参考とされることが望ましく、本文はチェンに関する理論は抜きにして、現在使用されているチェンについての試験の実態であり、またそれに対する安全対策である。

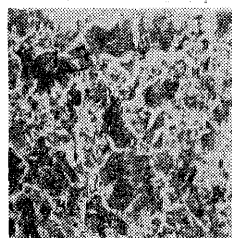


図 22

# ABSTRACTS

## About the Buckling of Steel Pipe Scaffolds

Civil and Construction Section

In building construction, steel pipes, on a large scale, have been used as the member of scaffolds. Therefore we experimented about the buckling of steel pipe scaffolds as large as full scale for the purpose of studying the limit load, the standard construction, etc.

As the buckling load of a post increases by the lateral support in its middle, to tie uprights of the scaffold to the structure in many points also produces the same effect.

In this point of view, we studied the reaction of the distance of the ties and the buckling load, and found the following formula.

$$P = \frac{\pi^2 E J}{m^2 l^2}$$

where P = buckling load

E = young's modulus of steel pipe

J = moment of inertia of steel pipe

l = length of upright in the distance of ledgers

m = experimental constant in relation to distance of ties

## Research of Ventilation in Plant (2nd report)

by E. Akiyama, T. Kondo & S. Tonsho

Continued from the last report, we studied the plant ventilation system. We measured the quantity of toxic gases produced at the welding work, to determine proper draft. We studied the ventilation in the small divided chamber, for example the double bottom of ship or the tank. For this purpose, we measured the efficiency of ventilation by using the model room, under the various conditions; position of manhole opening and hood, number of air change, exhaust and supply etc.

## The realities on the strength of the sling chains used for loading in the ship

by T. Ando, K. Ishibashi and T. Sato

We measured tensile strength of the sling chains which used to loading in the ship, founding its faults which caused to the accident, studying its counter measures from the standpoint of safety.

We compared with the strength of chain by the welding method, welding its position, heat treatment, composed material and results obtained as follows.

Flash but welding were the strongest in the welding methods and annealed chains were the best.