

# 工場内換気に関する研究 (第1報)

機械課 秋 山 英 司  
 近 藤 太 二  
 頓 所 進

## § 1. 緒 言

作業場の環境を改善するには粉塵、ガス対策が重要である。粉塵、ガスの拡散を防ぐためには局部排気装置が一番理想的であるが、この装置のフッドについては主として空力的見地から前に研究結果の一部を発表してある。

現在、作業場でこの種の措置がよくとられているとは思われず、今後、管理者の自覚にまたねばならない。また、作業条件とか施設の条件などのために、局部排気装置の使用が不可能な場合も多く、このような場合には、換気によって有害物を排除することが必要である。

局部排気装置は、発生直後のガス、粉塵をほとんど完全に捕捉するため、効果が大きい。これに反し、換気は空气中に飛散したガス、粉塵を取り扱う関係上、自然と強制とを問わず、効果が疑問な場合が多く、有害物を完全に排除することはほとんど困難である。

換気についてはほとんど、特殊な場合のみ建築学的見地より研究されてきた。しかし、空気の流れは極めて微妙であって、温度、作業状態等の諸条件により大きく変動し、研究結果を結論的に述べることは困難である。既発表の論文<sup>2)</sup>がほとんど幾つかの場合について行われたのは、このためである。

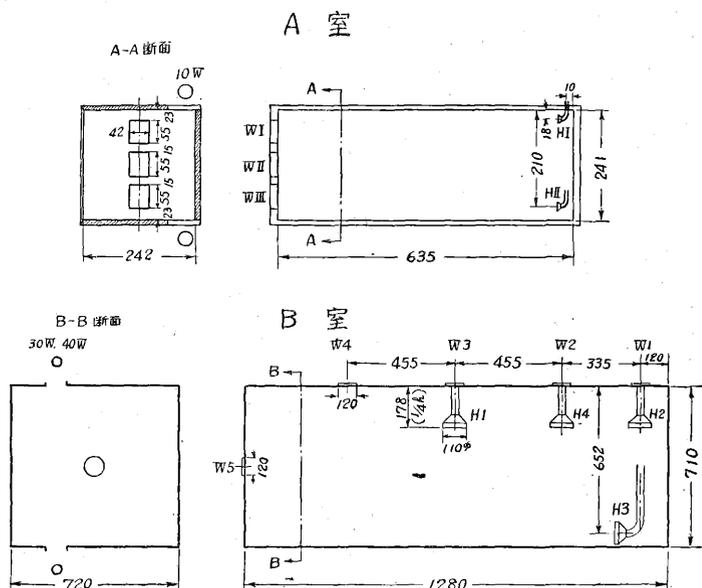
さてこのような換気であっても、その効果を発揮させるためには、何等かの方法があるはずである。以下述べる研究結果もこれらの例に漏れるものではないが、換気の実施に当って空気の流れについて必要な理解を深めるのに役立つことであろう。

## § 2. 実験装置及び方法

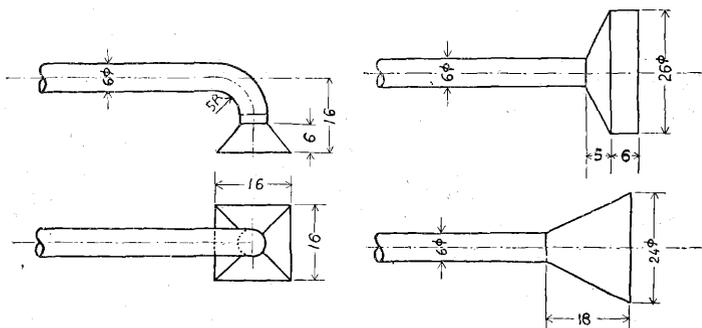
換気実験は、換気により室内の空気の流動状況をみるために、窓より入る

空气中に白煙(下図A室では線香の煙、B室では塩化アンモンの白煙)を導き、外部より照明して、煙の動きを見た。また、B室にベンゾールの蒸気を満し、換気に伴い室内各点のベンゾール蒸気濃度の減少の状況を観察した。

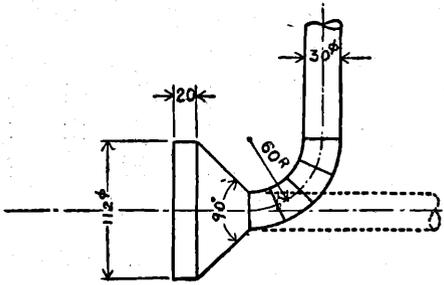
模型室は、寸法効果を検討する目的で、ほとんど同一形状の大小二室を製作した。それらの主要寸法は第1図に記載する。因にAは木製、Bは鉄製で、何れも一面は



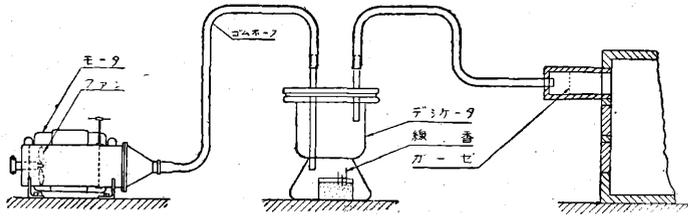
第1図 模型室



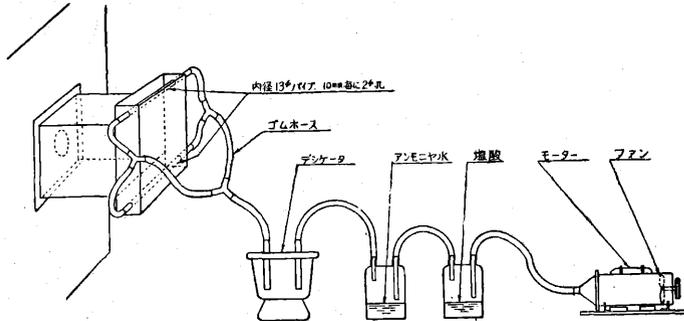
第2図 A室におけるフッド



第3図 B室におけるフッド



第4図 A室煙発生装置



第5図 B室煙発生装置

外部より内部の状況がみられるよう硝子にしてある。

照明は室の上下面に溝を切って硝子をはめ、外部より蛍光灯により行なった。照明による温度の影響があるため、必要時のみつけた。

空気は排風器をもって吸引し、風量はダンパー等の方法で調節した。

排気管はAでは内径6耗，Bでは内径30耗で、フッドの形状は第2図及び第3図の如くで、実験に際しては第1図の如くに配置した。

排気管を通る気流は、毎時換気回数が20回になるように、熱線風速計あるいはピトー管を用いて調節した。熱線風速計については前報告<sup>1)</sup>を参照されたい。

開口部は、第1図に示す如く、Aでは片側に3ヶ，Bでは上部に4ヶ，片側に1ヶ宛設置後密閉してあり、実験によりそれぞれ一ヶのみ選定した。従って、外気流は換気に際し、その開口部より室内に流入することにな

る。

線香の煙はデンケータ内で発生させ、第4図に示す如く、小送風器によりほとんど初速度なしに流入空気中に送り出す。混合後は一応整流して後室内に入るようにする。線香の熱源による温度の影響は、流入前の空気について調べてもほとんど認められない。開口部流入空気速度はAでは約8.1cm/secである。なお流入空気の動きは、蛍光灯の照射により極めて明瞭に観察される。この際暗幕により外部光線を遮蔽することが必要である。

B室では煙化アンモンを用い、空気の動きをみた。その装置は第5図に示す如く、小型ファンで空気を塩酸壺、アンモニヤ水壺及び混合室を経て、流入空気中にほとんど初速度なしに送り込むようになっている。

A室については窓の位置を3段階に変え、また吸込にも上下二ヶ所について、流入空気の動きを調べた。

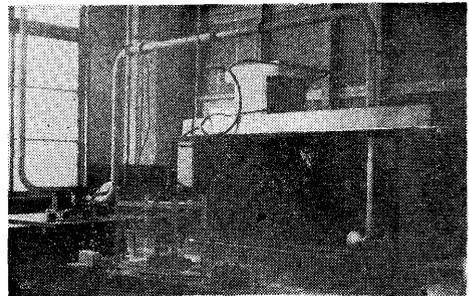
B室についても同様な実験を行なった。

何れの場合も、吸込口の形状は室内空気流にほとんど影響を及ぼさない。また何れの場合も、実験室内外の風は、気流の乱れの原因となる。

A室における吹出し実験は、吹出し流を塩酸及びアンモニヤ水容器中を通じ、生ずる塩化アンモンの白煙を混ぜて行なった。管は上部の対称位置に2本つけ、それぞれの吹出し管内速度は0.6m/secである。

Bにおけるベンゾールの実験では、0.7ccのベンゾールを室内にて蒸発させる。その時室の全開口部を密閉し、片側のスライド可能の扇風器をモーターで数分間廻転し、蒸発を促進し、混合蒸気の均一化をはかる。

換気に伴う室内ベンゾール蒸気の濃度は、北川式検知管により測定した。



第6図 B室実験装置

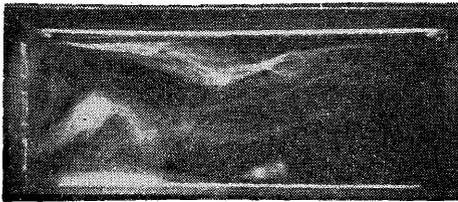
第6図はB室の実験装置の写真である。

### § 3. 実験結果

窓や吸込口の影響をみるためにA室で行なった煙実験の様子は次の第7図～第14図から解る。但し第13図、14図は吹き出しによる実験である。

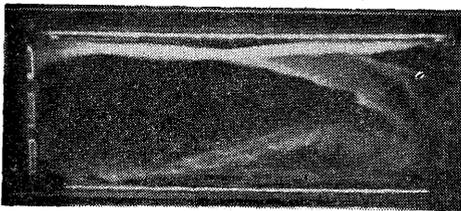
第7図～第9図までは流入空気温度が室温に較べやや高いため(0.2°～0.5°C)窓より入ると直ちに上昇する。

第7図はWⅢ, HⅠの条件の実験で、窓より入った空気は上昇後間もなく下り、逆流し、時計方向の循環をなし壁に沿い上昇する。上昇流は上部に溜った後帯状のまま下降する。



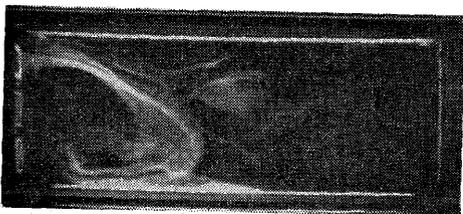
第7図 WⅢ—HⅠ

第8図はWⅠ, HⅡで流入空気は直ちに上部に達し、上部に沿って進む。右端に達した後は徐々に下降し時計廻りの循環流となる。



第8図 WⅠ—HⅡ

第9図はWⅠ, HⅡの条件での実験で、今までのに較べ温度差が半分な為、上昇流も少なく、流入後間もなく下り、以後時計廻りの循環流となる。



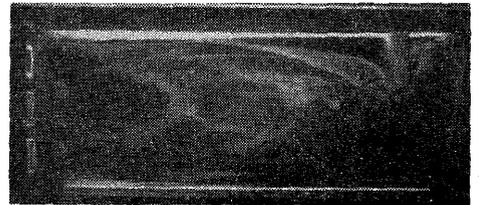
第9図 WⅠ—HⅡ

第10図はWⅠ, HⅠの条件下の実験であるが、流入空気を加熱して高温にしてある(温度差2.4°C)ためその影響が著しい。ほとんど第7図と同じく天井に溜る。



第10図 WⅠ, HⅠ

第11図はWⅠ—HⅠの条件下で、更に吸込口の前に障害板を取りつけてある(この方法は排気装置の一部として使われる)。煙の一部がよく吸込口に吸はれるのがみえるが、換気効果としてよいかどうかは問題である。吸込速度が比較的前に及ぶ関係で、上部の煙を吸出すにはよい。本例も流入空気の方が遙に高温(2.2°C)であるため、第10図と同じ流れの模様を示す。



第11図 WⅠ—HⅠ

第12図はWⅢ, HⅡで流入空気の温度が低い(-0.18°C)場合である。流入空気はほとんど床上に溜り、僅かに反時計廻りの上昇流により上部に移動する。



第12図 WⅢ—HⅡ

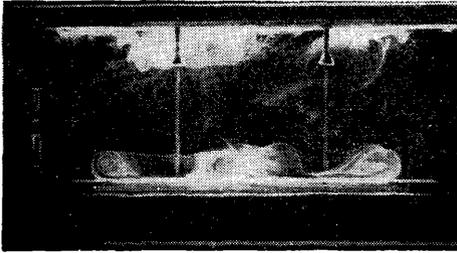
以上の実験からは、換気における室内気流の動きは、フッドの上下位置は余り関係がないこと、窓の位置面積温度差が大きく、空気流の状態に影響を与えることが判る。何れの場合も複雑な動きをする。

換気量に較べて開口部面積が小さいと、流入空気速度は著しく大となり、吹出し(Air Jet)と同じ状態となる。吹出しは換気の一方法として用いられる。

吹出しによる空気の動きをみるために行なった実験の中、一部を示す(第13図、及び第14図)。

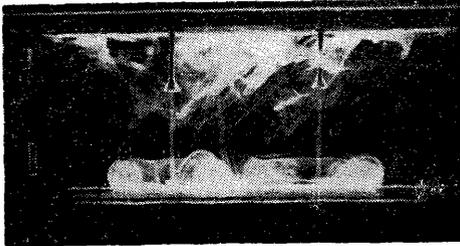
第13図はWⅠを開放し、上部二点より下方に向け吹出しを行なった。吹出し速度は比較的低いにも拘らず、底部に達し、左右に拡り、リング状の渦の発生が明瞭に認められる。リングは余り拡らず、一部はあるいは壁に沿

って上昇する。上昇流は上部に沿って移動し、徐々に開口部より逸出する。



第13図 W I 開放

第14図はW IIを開放して、上と同様の実験を行なった写真である。第13図と較べて余り差が認められない。



第14図 W II 開放

B室における白煙による写真は省略<sup>3)</sup>するが、同一換気回数(即ち開口部よりの流入速度は、寸法の拡大率だけ増加)では、乱れが多くなるようである。これは開口部前後の条件やレイノルズ数等の関係によるものと考えられるが、従って、A及びBの模型室における実験結果をそのまま一般室に適用するにはなお慎重な考慮を必要とする。換言すれば、実際の流入空気はかなりの乱れを伴いながら、全体として、上記の実験結果に近い動きをするのではないかと考えられる。

ベンゾール蒸気を使用した実験は、換気効果の目安を得るために行なった。

いま空気中の蒸気濃度  $C_0$  の部屋において、 $Q$ だけの換気を行なった場合、 $t$ 時間後の蒸気濃度  $C$ は、部屋の容積を  $v$ とすれば

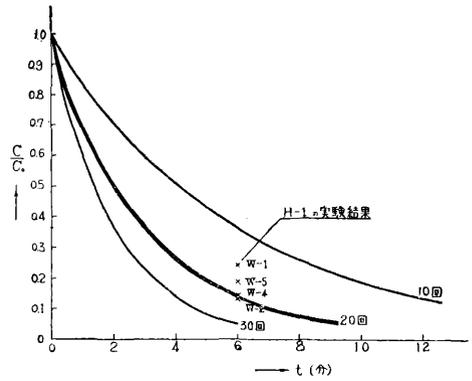
$$v \frac{dC}{dt} = -QC \quad (1)$$

$$\therefore C = C_0 e^{-\frac{Q}{v}t}$$

$\frac{Q}{v}$  は換気回数に相当する。

試みに2, 3の  $\frac{60Q}{v} = M$  につき(1)の曲線を書いてみれば第15図のようになる。

さて、Bにおいて開口部と吸込口とを色々に組合わせ、初期濃度を約 326ppm にし、毎時20回の換気量をもって、6分換気を行なった時Bの平均濃度は第1表のようになった。



第15図 濃度減少図

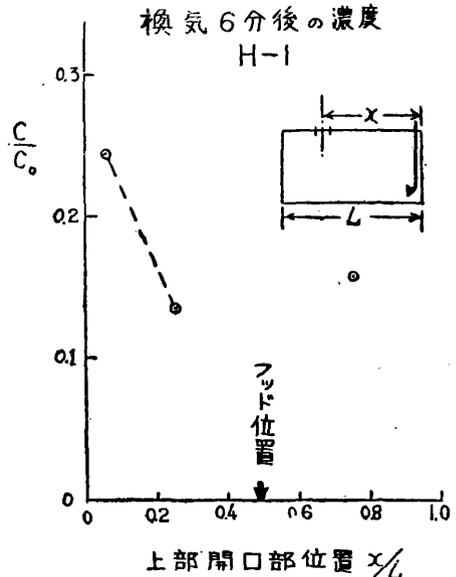
第 1 表

開口部 フット	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5
H 1	80	44	152	47	62
H 2	186	93	64	45	82
H 3	—	91	59	40	76
H 4	85	182	58	38	63

実験中室内外の温度差は  $-0.30^{\circ}\text{C} \sim +0.25^{\circ}\text{C}$  で平均  $-0.003^{\circ}\text{C}$  (室内高し) であり、温度差についてはほとんど考慮の必要はなからう。

第15図に第1表の結果を書込むと×点となる。換気方法によって、その効果に相当の差が認められる。次にその傾向を述べてみる。

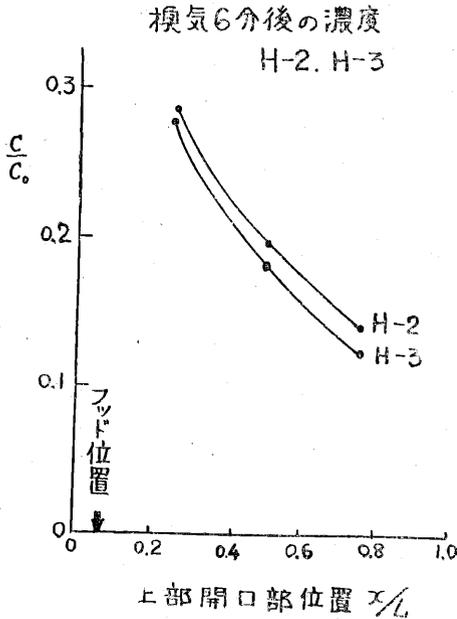
所謂窓の場合はフットが窓に近づく程効果的であるこ



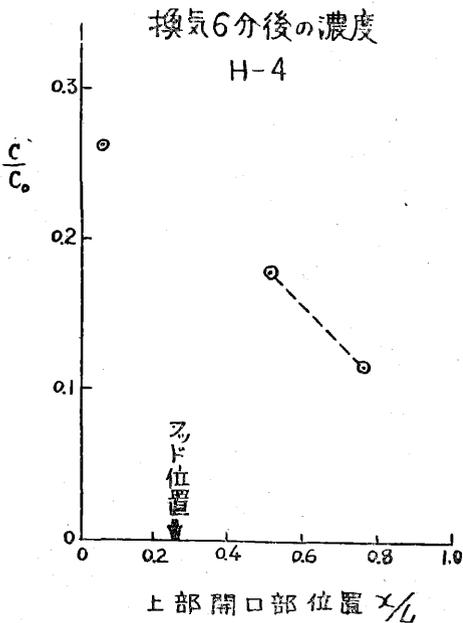
第16図 H-1の換気効果

とが判る。しかし他の場合に比し極端によいことはない。

フッドと開口部との関係は第16図～第18図に纏められる。いずれの場合も開口部中にフッドの位置する場合は換気効果は低い。なお第16図はH-1について開口部の位置の影響を示したもので、一応開口部がフッドに近づくに従って換気効果が增大する。これはフッドが中央に



第17図 H-2, H-3の換気効果

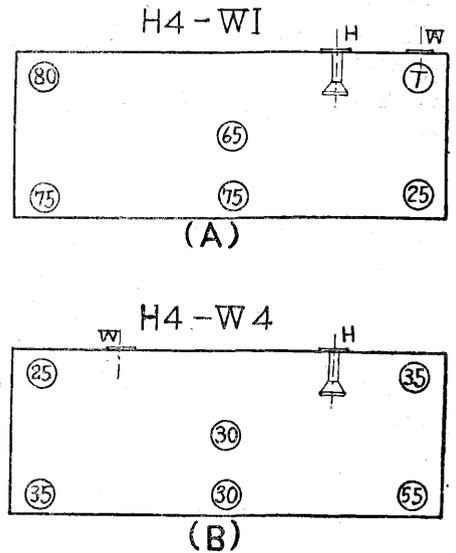


第18図 H-4の換気効果

位置するため、開口部が片側へ片寄ると、他の側の換気が極めて不良となるため、全体の効果が落ちるものと考えられる。第17図はH-2, H-3について開口部の影響をみたもので、開口部がフッド位置から離れるに従い換気効果は増大する。これは当然予想される。なお、上下両フッドについては下部の方が稍よくなっている。第18図はH-4について開口部の影響を示すもので、開口部がフッドより離れるに従って換気効果が増大する。これも全体の空気の動きを考えれば自ら理解される。

以上は、室内に蒸気の発生源がなく、また熱源や外気風等の影響を受けぬ理想的状態について行なったものである。従って室内の条件によっては別に考える必要がある。

換気実施中、室内の各部の濃度は必ずしも一様ではない。試みに、前のように室内にベンゾール蒸気を満し、毎時20回の換気を6分間行った後各部の濃度を調べ



第19図 濃度分布

てみた。

第19図はその結果である。(A)はH4-W1の場合、(B)はH4-W4の場合であって、図中の文字は濃度の比較値である。

室内の蒸気の濃度差が激しい換気方法は、概して効率が悪く換気方法としても良好とは申し難い。

#### § 4. 結 語

以上、今まで行なってきた実験の一部を示した。前に述べたように、空気の流れの実相を正確に掴むことは極めて困難である。上記の実験では空気の動きを解明し、特に数例に過ぎないが、今まで余り明瞭でなかった吸込

口と開口部との関係における換気効果を知った。これらは作業環境の改善の場合に極めて参考になるものと思う。

参考文献

- (1) 局部排気装置に関する実験：秋山，近藤，産業安全研究所報，No. 2，1955。
- (2) Fan Engineering : Buttalo Forge Company. Sec.

Edition.

- (3) Air Supply, Distribution and Exhaust System : S. R. Lewis, Heat, Pip. & Air Cond., Oct. 1932.
- (4) Designing for Natural Ventilation in Class-rooms : W. W. Caudill, Heat. & Vent., Jan, 1953.
- (5) 工場の換気に関する2, 3の考察：秋山，全安連大会研究発表集，昭和31年。

## 海水によるワイヤロープの腐蝕について

機械課 秋 山 英 司  
 近 藤 太 二  
 袴 塚 禎 三

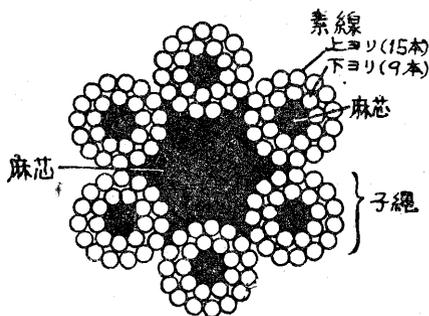
約3ケ年にわたる試験を行った。一部中間報告<sup>4)</sup>をしたものもあるが，ここに取纏めて報告しよう。

### 1. 緒 言

ワイヤロープは現在の諸産業に極めて広範囲に用いられ，荷役運搬のために重要な役割を果しているが，その反面，その破断事故は数多く，重大な災害を招来することが多い。このような事故を未然に防ぐため，予想される幾多の要因とワイヤロープの寿命との関係を，明らかにしようとする多くの研究が行われてきたが，なお不明の事柄も少ない。それらの要因の一つとしてワイヤロープの腐蝕の問題がある。この点について，従来は主として坑内<sup>1)2)5)</sup>における問題やロープの潤滑<sup>3)</sup>に関して研究されてきた。しかし坑外で使用されるワイヤロープでも漁業，船舶等で使用するものは海水による腐蝕が甚しく，また工場では腐蝕性ガスの影響を受けることがあり，これら腐蝕したロープがなお使用に耐え得るかという使用限度を知りたい希望が多い。そこで我々は，まず海水によって腐蝕したロープの使用限度を知る目的で，

### 2. 試験方法

腐蝕試料として用いたワイヤロープは第1表に示す4種類で，その断面構成は第1図の通りである。



第 1 図

第 1 表

項目	試料番号	1	2	3	4
構成		6×24	6×24	6×24	6×24
ヨリ		普通Z	普通Z	普通Z	普通Z
メッキの有無		熱メッキ	電気メッキ	裸	熱メッキ
種別		特級	単種	2種	特級
ロープの径	mm	18	18	18	16
素線径	mm	1.04	1.02	1.01	0.88
切断荷重(規格)	ton	14.6	15.0	16.7	11.5
切断荷重(実際)	ton	16.2	15.9	15.8	12.3
準拠規格		J I S. G 3525 (1950)	J I S. G 3525 (1953)	J I S. G 3525 (1953)	J I S. G 3525 (1950)
製作者名		東京製綱	東京製綱	東京製綱	昭和製綱
備考		不反撥鋼索	不反撥鋼索	不反撥鋼索	

海水試験は，東京都江東区豊洲，石川島重工業(株) 第二工場先(豊洲埠頭寄)の海面を選び，試料1及び4

は昭和28年9月21, 22の両日から，また試料2及び3は昭和30年5月24日から浸漬をはじめ，爾後腐蝕の進行に

# ABSTRACTS

## Research of Ventilation in Plant (1st report)

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

One of the methods to eliminate explosion hazards is to use a ventilating system. The amount of air required is expressed by the number of air change per hour. But it does not show the exact efficiency. The efficiency is effected by many physical conditions.

We made many experiments on ventilation and studied air movement. We knew that air pattern is very different by the difference between indoor and outdoor temperature, and it is necessary to determine the proper position of hoods and openings to obtain the good system.

## Corrosion of Wire Rope, by the Sea Water

by E. Akiyama, T. Kondo & T. Hakamazuka.

The corrosion is one of the most principal causes of the wire rope failure, from which a lot of accident occurred. On the field tests, we investigated the relation of wire rope strength with their corrosion by the sea water. We confirmed that the zinc galvanized rope is superior to the bared rope from the viewpoint of the corrosion, and the rope made of fine wires is more easily influenced than the one made of thick wires, beyond the ratio of their surface area. We found that the tensile strength of corroded rope is not proportional to the residue sectional area. We suggested the time to abandon the corroded rope, which was placed under the sea level or at the half tide level.

## The form of the coupling chain, the limited weight of a torolly and the allowable limit of elongation of such a chain.

(3rd report)

By Gisei Mori & Kozen Hirai

On this report the theory and its conclusion are described in order to decide the rational form of coupling chains of trollies, the limited weight of a trolley and the allowable limit of elongation of such chains.

1. The impact load for the chain to couple trollies in practice was calculated theoretically from the results obtained on the impact loading tests of chains as described on the first report.

2. The allowable load for the chain was decided from the results obtained on the static loading tests of chains as described on the second report.