

傾斜が大となり、負荷能力を増すことが推察される。

参考文献

- (1) Kent's. Mechanical Engineers Handbook
11th Ed.
(2)(3) 佐藤申一. 歯車の歯形とねじ面
(4) W. Vogl. Eingriffsgesetze und analytische

Berechnungsgrundlagen des
zylindrischen Schneckentriebes.

- (5) Buckingham. Worm-wheel Contact.
A. S. M. E Vol. 49. 1927
Abbott. Worm Gear Contact. Instn. Mech.
Engrs., Proc. Vol. 133. 1936

宇部市に於ける 金属板の腐蝕に関する実験的研究 第1報 各種金属板の重量変化率について

※野瀬善勝・※※清水達次

1. 本研究の目的

宇部市の降下煤塵量は特に甚しく、最近2ケ年間平均1ケ月1平方軒当り50~78屯⁽¹⁾に達する。宇部市内には発電所や各種の工場が多く、而もその所在位置が当市の年間風向から見て必ずしも好適でないこと。燃料として使用される宇部炭の品質が良好でなく、灰分(30~40%)が特に多いこと。事業場に於ける収塵装置が完備していないこと等が降下煤塵を甚大ならしめて居るものと考えられる。斯くして、事業場の煙突から出る煤塵並に各種有害ガスと煙突以外から発散する各種の有害ガスが随所に飛散し、之等が市民の精神的肉体的保健衛生上に及ぼす悪影響は勿論のこと。周囲の建築物、金属類、器具類、衣料品類を毀損し、樹木農作物等に被害を及ぼす経済上の損失も亦決して少くない。野瀬は昭和25年4月以来、宇部市煤塵対策委員会の依託を受けて以上の諸点に関し、詳細なる調査研究を目下続行中である。而して、其の一環として宇部室素工場の林、増野と共に金属板の腐蝕に関する実験研究を昭和25年10月~昭和26年1月の秋から冬にかけて3ケ月間の曝露試験を実施した。⁽²⁾然し乍ら、宇部市の如く降下煤塵量の甚しき都市に於いては3ケ月間の曝露試験は腐蝕度大に過ぎ金属板別の差違判定に困難が伴つた。

従つて、今回は昭和27年5月~8月の春から夏にかけて1ケ月~2ケ月の短期間の曝露試験に重点を置いて本実験は主として清水が行つたものである。

斯くして、前回の実験と併せて春夏秋冬の4季を通じ、金属の腐蝕そのものが直接間接市民の生活に及ぼす被害損失と斯る腐蝕を惹起促進せしめるが如き都市環境の衛生状態の良否程度を比較研究し、煤塵が市民の保健状態に及ぼせる影響を考察する場合の参考資料たらしめんとするものである。

2. 実験方法

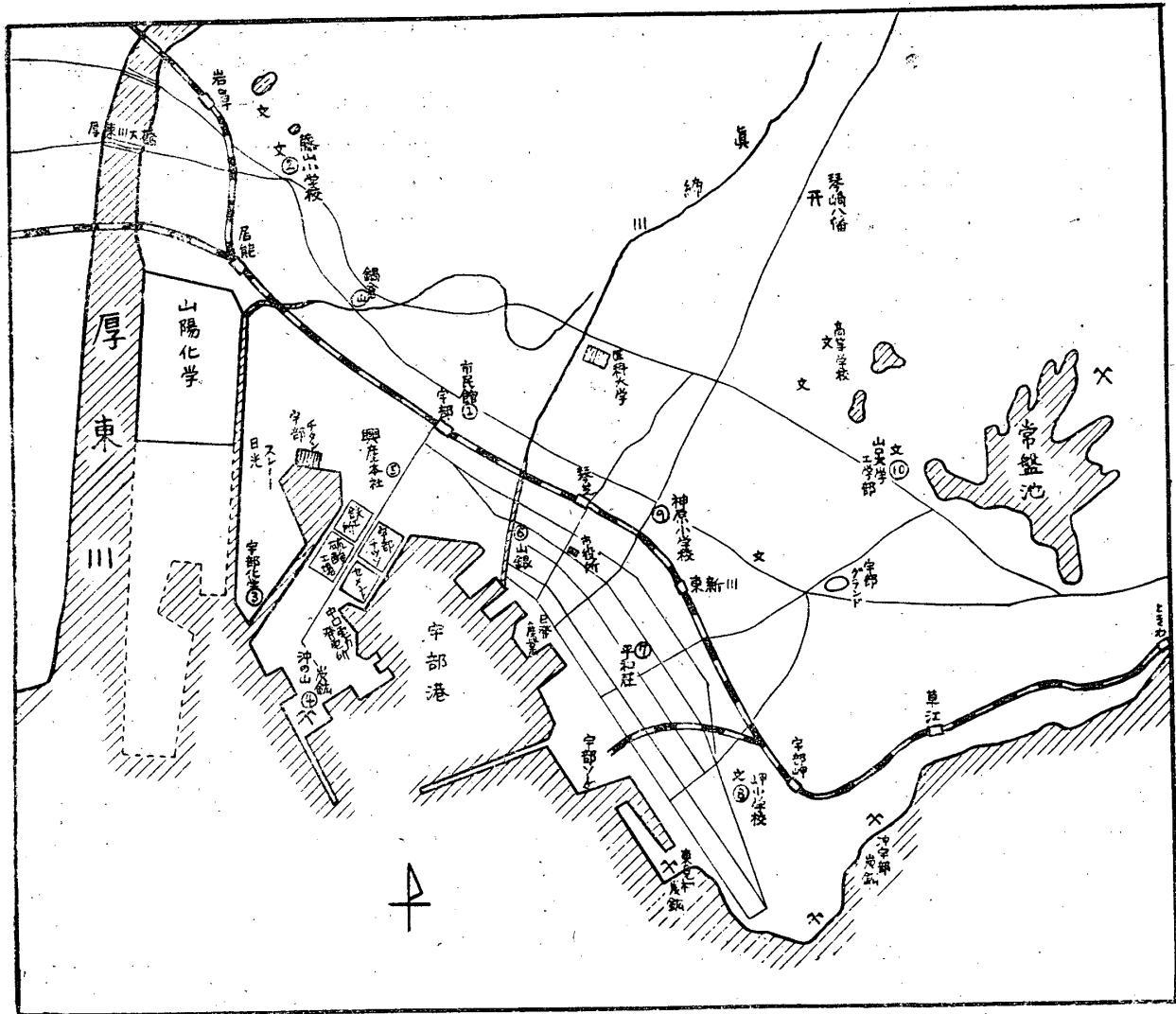
(1) 実験場所 宇部市内を産業地域別に考慮して、次の10ヶ所に煤塵計を設置しているので各煤塵計に実験資料を夫々併置した。

即ち、工業地帯として ① 宇部化学工業株式会社 ② 沖の山炭鉱々業所。商業地帯として ③ 宇部興産本社 ④ 山口銀行宇部支店 ⑤ 第一平和荘(市営アパート) ⑥ 岬小学校。住宅地帯として ⑦ 市民館 ⑧ 藤山小学校 ⑨ 神原小学校。郊外地帯として ⑩ 山口大学工学部。

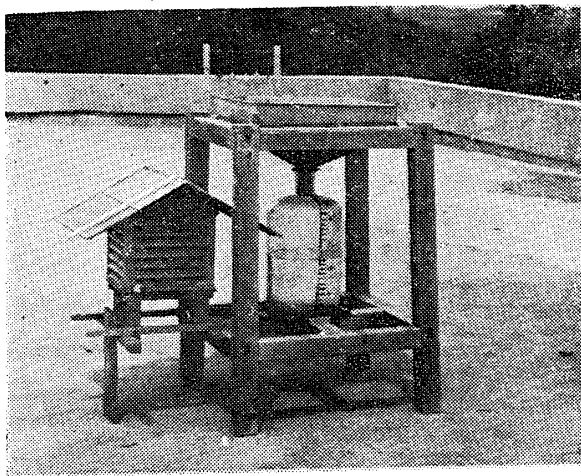
而して、煤塵計並に本実験試料は何れも上記建築物の屋上で、煙突に近接せざること。建物に囲まれていないこと。風当りが特に強くないこと。大きな道路に面接していないこと等を考慮して設置されたものである。

※ 山口県立医科大学公衆衛生学教室

※※ 山口大学工学部金属材料実験室



第 1 図 宇部市内の略図と試料設置場所及工場所在地
(数字は実験整理番号を示す)



第2図 煤量計に併置せる腐蝕実験装置

(以上第1～第2図参照)

(ii) 実験材料 銅板、亜鉛引鉄板、アルミニ

ウム板、錫引鉄板、普通鉄板の5種類である。金属板の大きさは何れも $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 、厚さは各約 0.35 mm で各金属板とも形状寸法が略相等しいので、腐蝕度の比較はこの場合重量の変化率(増減百分率)によつた。⁽³⁾これによつて比重の異なるものでも直接に耐蝕性の比較が出来るからである。而して、銅板は市販のものを電解研磨して面を清浄ならしめた。電解液は正磷酸を用い、電研条件は直流電圧 1.8 V 、電流密度 $5 \sim 6\text{ A/dm}^2$ であつた。アルミニウム板はK会社製の純度 99.5% で圧延せるまゝの新しいものを用いた。鉄板はT会社製のものを約 5% の稀塩酸で洗つて銹を除去して用いた。以上の如き試料をアルコール(約 91%)で洗い、乾燥して実

験前に精密天秤で秤量し、実験終了後再び夫々精密に秤量して実験前後に於ける重量の変化率を算出した。

(iii) 実験方法 実験方法は別して、雨ざらしの曝露試験と百葉箱内に懸垂した非曝露試

験に分ち、更に曝露試験は試料を垂直に懸垂した場合と水平に懸垂した場合の2種類の実験を行つたので合計3種類の実験を行つたことになる。夫々の場合の実験方法並に実験年期間を表示すれば次の如くである。

実験方法並実験期日

種別	実験種類	試料の懸垂方法	実験期日
実験Ⅰ	曝露試験(1)	水平	昭和27年 5月2日～7月2日 (62日間) ※
実験Ⅱ	曝露試験(2)	垂直	昭和27年 7月22日～8月21日 (30日間)
実験Ⅲ	非曝露試験	水平※※	昭和27年 7月22日～8月21日 (30日間)

註 ※実験期間62日間で20日間は百葉箱内で非曝露試験を実施したが、21日目に暴風雨のため雨に曝されたので残りの42日間は曝露試験に切り換えたものである。

※※試料を水平に懸垂したのは金属板の表面と裏面の腐蝕度の差異を検討するためである。この点については本報告では表面が裏面より腐蝕の大なることを指摘するにとどめ、詳細は第2報に於て報告する。

3. 実験成績

上述の如き各種金属板の腐蝕度に関する実験成績を外観的観察⁽⁴⁾と重量の変化率に就いて、金属板別、及び地域別に比較検討し、その概要を摘録報告すれば次の如くである。

金属板の腐蝕度を外観的に考察することは、

定性的ではあるが極めて重要なことであるので、先づ外観的腐蝕度の順位を見るに第1表に示すが如くである。尚又、重量変化率より観た腐蝕度の順位を表示すれば第2表に示すが如くである。

第1表 各種金属板地域別外観上腐蝕度順位

金属板の種類 実験番号 場所	銅板			亜鉛引鉄板			アルミ板			錫引鉄板			普通鉄板			総順位
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	
宇部化学(3)	1	1	1	1	1	※	3	2	※	1	1	※※	1	1	1	1
興産本社(5)	2	2	3	2	4		2	3		2	3		2	4	2	2
沖の山炭鉱(4)	6	4	7	3	3		1	1		4	2		6	2	4	3
山口銀行(6)	3	3	2	6	5		6	4		3	5		4	5	3	4
岬小学校(8)	7	5	5	5	2		4	6		7	7		5	3	7	5
平和荘(7)	5	7	4	4	6		5	7		6	4		3	7	6	6
市民館(1)	4	6	4	7	7		7	5		5	6		8	6	5	7
神原小学校(9)	8	8	8	9	9		9	9		8	9		7	8	8	8
山大工学部(10)	9	9	9	8	8		8	8		9	8		9	9	9	9
藤山小学校(2)	10	10	10	10	10		10	10		10	10		10	10	10	10

註 ① Ⅰ 曝露試験 62日間、試料水平

Ⅱ 曝露試験 30日間、試料垂直

Ⅲ 非曝露試験30日間、試料水平

② ※ 何れも殆ど外観の変化は認められない

※※外観上変化は認められるが地域的差異少きため順位を付け難い

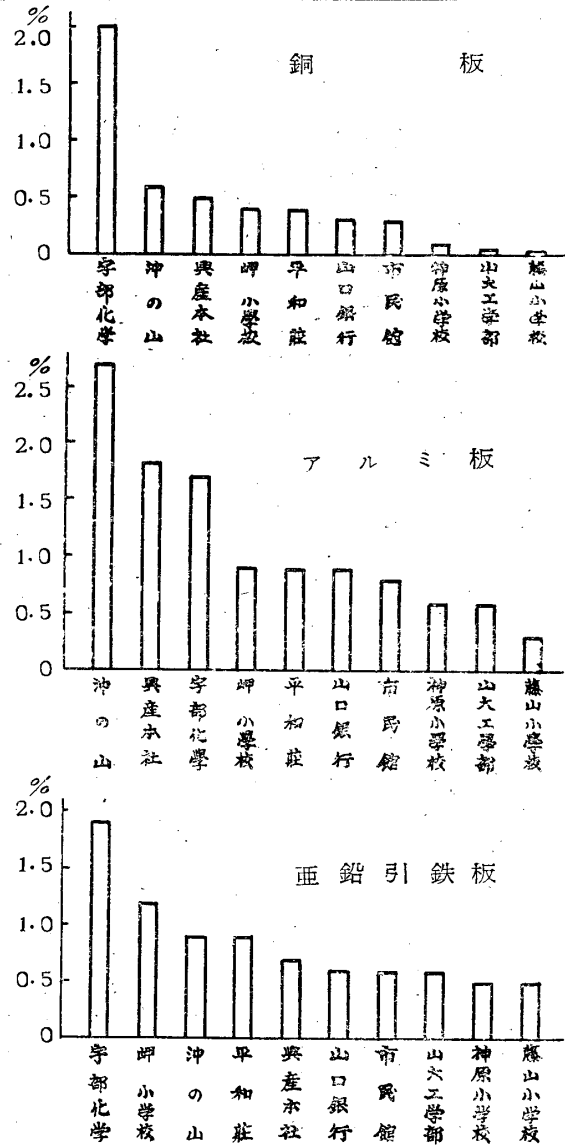
③ () 内数字は実験整理番号を示す

第2表 各種金属板地域別腐蝕率(重量増加率%)

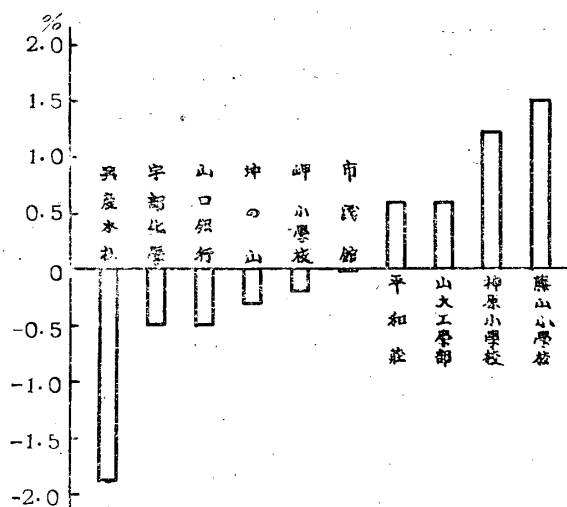
金属板の種類 実験番号 場所	銅板			亜鉛引鉄板			アルミ板			錫引鉄板		普通鉄板			順位
	I	II	計	I	II	計	I	II	計	I	II	I	II	III	
宇部化学(3)	1.6	0.4	2.0	1.4	0.5	1.9	0.8	0.9	1.7	-0.5	1.1	-14.8	-1.5	0.2	1
興産本社(5)	0.4	0.1	0.5	0.5	0.2	0.7	1.5	0.3	1.8	-1.9	0.7	-21.1	-1.7	-1.4	2
沖の山炭鉱(4)	0.3	0.3	0.6	0.4	0.5	0.9	1.4	1.3	2.7	-0.3	0.9	-12.2	0.2	0.5	3
山口銀行(6)	0.2	0.1	0.3	0.5	0.1	0.6	0.7	0.2	0.9	-0.5	0.7	-15.6	-0.8	0	5
岬小学校(8)	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6	1.2	0.6	0.3	0.9	-0.2	0.8	-13.4	0.2	1.0	4
平和荘(7)	0.3	0.1	0.4	0.6	0.3	0.9	0.8	0.1	0.9	0.6	0.6	-20.9	0.8	0.9	6
市民館(1)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.2	0.6	0.6	0.2	0.8	0	0.8	-6.6	0.6	1.1	7
神原小学校(9)	0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.5	0.4	0.2	0.6	1.2	0.4	-14.8	1.6	1.6	8
山工工学部(10)	0	0	0	0.4	0.2	0.6	0.5	0.1	0.6	0.6	0.8	-5.2	2.0	1.4	9
藤山小学校(2)	0	0	0	0.3	0.2	0.5	0.3	0	0.3	1.5	0.4	-3.0	1.7	1.3	10
総計			4.6			8.4			11.2						

註 ① I 曝露試験 62日間、試料水平
 II 曝露試験 30日間、試料垂直
 III 非曝露試験 30日間、試料水平
 ② 数字に負号を附せるは重量の減少した場合を示す
 ③ () 内数字は実験整理番号を示す

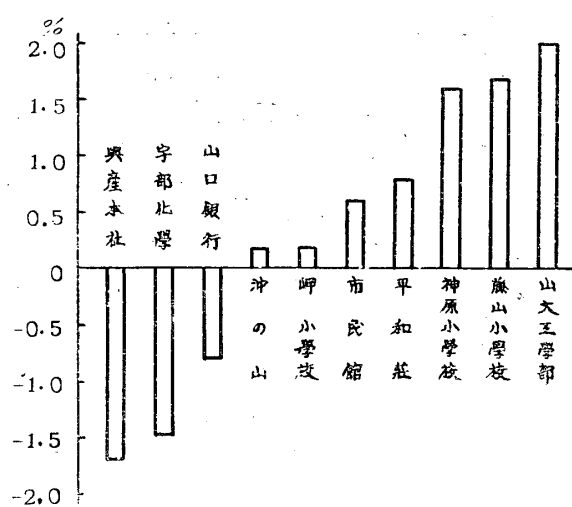
重量変化率を通覧するに、普通鉄板は何れの実験に於いても重量が減少し、尙又、錫引鉄板は梅雨期に62日間に亘つて水平に懸垂して曝露実験せる場合のみ重量が減少している。而してこの場合は特に腐蝕生成物が甚しいので、アルコールで洗い落して秤量したものである。何れにしても普通鉄板と上記の錫引鉄板以外は腐蝕度の異なるもの程重量が増加していることになる。これは本実験の如く実験期間が比較的短く、腐蝕度も左程高度ならざる場合のことで、更に長期間の実験で腐蝕度が更にその度を加うれば金属板の毀損を起し、重量の減少が当然予測されるものである。此の場合、紙面の都合で実験前後の金属板の秤量数値は割愛して、重量変化率の異なるもの(腐蝕度の異なるもの)より順に列挙して之を图示すれば、第3~8図の如くなる。



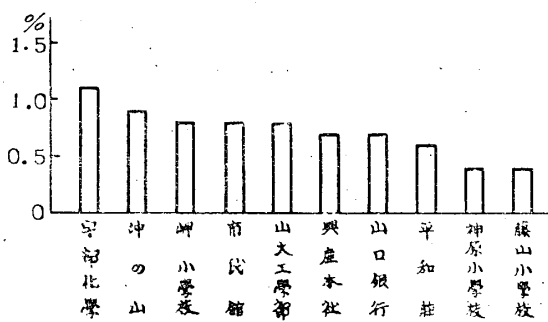
第3図 銅、アルミ、亜鉛引鉄板の重量増加率(%) (実験I、実験IIの合計で示した)



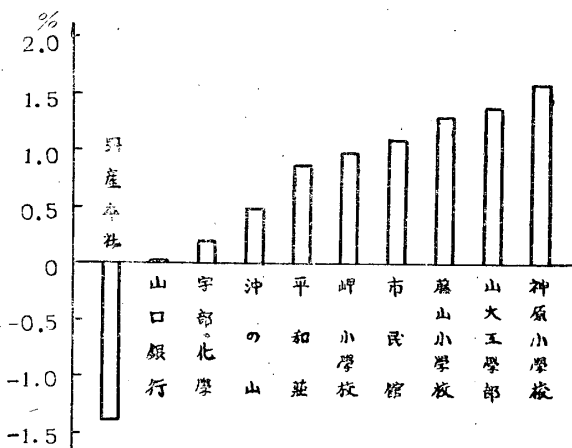
第4図 錫引鉄板重量変化率(%)
(曝露試験62日間、試料水平)



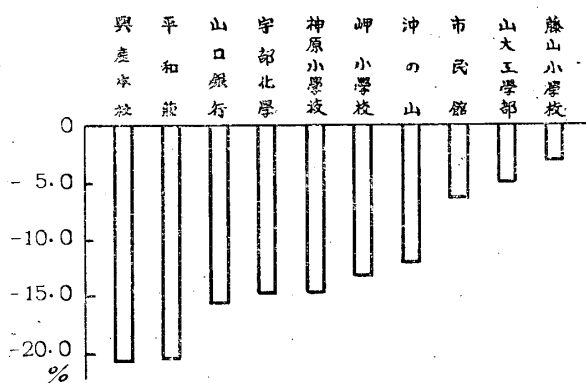
第7図 普通鉄板重量変化率(%)
(曝露試験30日間試料垂直)



第5図 錫引鉄板重量変化率(%)
(曝露試験30日間、試料垂直)



第8図 普通鉄板重量変化率(%)
(非曝露試験30日間試料水平)



第6図 普通鉄板重量変化率(%)
(曝露試験62日間試料水平)

即ち、各種金属板の腐蝕度の地域別差異を、外観的観察と重量の変化率より観れば、宇部化学、沖の山の工業地帯と宇部興産本社の如く、商業地帯の中でも工場地帯に最寄りの地区が最も腐蝕甚しく次で、山口銀行、岬小学校、平和荘、の商業地帯之に次ぎ、市民館、神原小学校山工学部、藤山小学校等の住宅並郊外地帯が

最も腐蝕度小なることを知る。之を按ずるに、大気中に於ける金属の腐蝕には、大気中の湿度降雨量が主として作用するが、此の場合、之等の作用因子の地域的差違は左程顯著なるものありとは考えられず、金属板の腐蝕度に地域的差違を生ぜし主要なる原因は、煙突から出る煤煙及び各種の有害ガス、其他工場から発生する各種の有害ガスの作用に起因するものと考えられる。例えば之等のガスにはSO₂, NH₃, CO₂, CO, H₂等雑多のものが考えられるが、就中、金属板の腐蝕に関係あるものはSO₂, Cl, NH₃である。SO₂は雨水の中に硫酸塩として入るのでSO₃⁽⁶⁾として測定されるが、其等の詳細は稿を改めて報告する予定であるので本稿では省略するが、因に昭和25年5月～昭和26年4月迄1ヶ年

間の宇部市の産業地域別煤塵測定成績⁽¹⁾によれば、次の第3表に示すが如く、降下煤塵総量に於いても、 SO_2 , Cl, NH_3 等の有害ガスに於いても工業地帯特に多く、商業地帯之に次ぎ、住宅並郊外地帯最も少く、各種金属板の腐蝕度の地域的差違と降下煤塵量並含有各種有害ガス量との間に密接なる関係が認められるからである。

第3表 産業地域別降下煤塵量 (屯/平方料/月)
(昭和25年5月～昭和26年4月)

地域別	降下煤塵総量 (固形物)	SO_2	Cl	NH_3
工業地帯	120	8.0	1.5	0.6
商業地帯	45	6.4	1.2	0.6
住宅地帯	23	4.3	1.0	0.3
郊外地帯	15	2.6	1.1	0.2
全宇部市	50	5.7	1.2	0.5

- 註 1. 工業地帯 (宇部化学、沖の山炭鉱)
2. 商業地帯 (宇部興産本社、山口銀行、平和荘岬小学校)
3. 住宅地帯 (藤山小学校、市民館、神原小学校)
4. 郊外地帯 (山口大学工学部)

次で、前記の5種類の金属板についてその耐蝕性の差違を検討して見るに次の如くである。耐蝕性の最も少ないもの、即ち、腐蝕度の最大なるものは普通鉄板である。次に錫引鉄板、アルミニウム板、亜鉛引鉄板、銅の順に耐蝕性が大である。銅板は外観的に変色はするが、表面に緻密な保護被膜が出来てその後の腐蝕を防止するが故に重量変化率が少いのである。本実験成績に鑑みて明らかなる如く、亜鉛引鉄板は露天で使用するには耐蝕性も比較的強く、廉價でもあるので良好な材料である。アルミニウムは空気の清浄なところなら無難であるかも知れないが都市に於ては腐蝕度も可なり高く、高價なる点にも難点がある。

4. 總括考按

私達は宇部市内の産業地域別に10ヶ所(工業地帯2、商業地帯4、住宅地帯3、郊外地帯1)を選定し、銅板、亜鉛引鉄板、アルミニウム板、錫引鉄板の5種類の金属板を用いて、昭和27年5月～8月にかけて1ヶ月～2ヶ月の短期腐蝕実験を行ひ次の如き結果を得た。

(1) 工業地帯(宇部化学、沖の山)最も腐蝕甚しく、商業地帯(宇部興産本社、山口銀行、岬小学校、平和荘、)之に次ぎ、就中工業地帯に近接する宇部興産本社は、工業地帯の中で最も腐蝕の甚しい宇部化学に次で腐蝕度大である。而して、住宅並郊外地帯(市民館神原小学校、山大工学部、藤山小学校)が一般に最も腐蝕度が少い。之を要するに、過去2ヶ年有るの宇部市降下煤塵量並に含有有害ガス特に SO_2 , Cl, NH_3 等の測定成績と各種金属板の腐蝕度の地域的差違と密接な相関関係が認められ、降下煤塵量の最大地区たる工業地帯の腐蝕度が最も甚しく、降下煤塵量之に次ぐ商業地帯の腐蝕度も亦之に次ぎ、降下煤塵量の最も少い住宅並郊外地帯の腐蝕度が最も少い事実と、更に又、細部的には商業地帯に属し降下煤塵量は工業地帯程には多くない宇部興産本社の金属板の腐蝕が宇部化学に次ぐ程に大なることは、工場に近接するために煙突以外から発生する有害ガス等の影響を特に蒙っているものと推定される事実や、住宅地帯にあつて特に当市の年間風向から見て工場の風上に当る藤山小学校は SO_2 の特に少き傾向が認められるのであるが、該地区の腐蝕度最も僅少な事実等綜合考察すれば、之を要するに、降下煤塵量並に各種の有害ガスの多寡が該地区の金属板の腐蝕度を大きく左右していることは蓋し確実である。

(2)次に金属板の重量変化率より見て耐蝕性の大なるものから小なるものの順に並べると(重量増加率の小なるものから大なるものの順に並べると)銅板、亜鉛引鉄板、アルミニウム板、錫引鉄板、普通鉄板の順になる。先に野瀬、林、増野等が昭和25年10月～26年1月の3ヶ月間曝露試験を行つた時は亜鉛引鉄板、銅、普通鉄板、錫引鉄板、アルミニウム板の順に耐蝕性が少くなつて居り、米井氏が大阪に於て昭和7年9月～12月迄の3ヶ月と昭和8年1月の1ヶ月間行つた同様の実験では錫、鉛、銅、亜鉛、アルミニウム、鉄の順に耐蝕性が少くなつて居る。之を要するに、金属学上の純然たる腐蝕研究とはその目的、性質を異にするために、腐蝕内容には環境の汚染による煤塵粒子を多少混入

したり、腐蝕生成成分を除去するか否か、或は除去の方法、程度の差異、更に又金属の純度等の相違によつても、試験期間の長短、温度条件、有害ガスの種類濃度等複雑多岐の環境諸条件によつて、重量の変化にも差異を生ずるものと推定されるので、上記の短期実験を以つて俄に結論し得ないが、亜鉛引鉄板が廉價で耐蝕性も大なること。反面、普通鉄板が耐蝕性少く煤塵並に含有ガスによつて腐蝕され易いことを特徴とする。

5. 結 言

(1) 宇部市に於ける金属の腐蝕度(重量の変化率)は地域的に差異があり、工業地帯最も甚しく、商業地帯之に次ぎ、住宅地帯と郊外地帯は腐蝕度少し。

(2) 金属の腐蝕度の地域的差違は降下煤塵量と煤塵中に含有される SO_2 , Cl , NH_3 等の有害ガスの多寡と密接な関係がある。

(3) 金属板としては、普通鉄板最も腐蝕され易く錫引鉄板、アルミニウム板之に次ぎ亜鉛引

鉄板と銅板は比較的腐蝕されない。

稿を終るに臨み、種々有益なる御助言と御援助を賜つた田中工學部長に深甚の謝意を表す。尚又実験材料を頂いた神鋼金属工業株式会社並に東洋鋼板工業株式会社に謝意を表し、併せて本研究に協力下さつた宇部興産本社増野節雄氏並に教室員一同に感謝す。

本研究の費用の一部は宇部市煤塵対策依託研究費による。

主要参考文献

- (1) 野瀬善勝: 宇部市の降下煤塵量と市民の保健状態について (未発表)
- (2) 野瀬善勝
林 米治
増野節雄 } 宇部市に於ける金属板の腐蝕に関する実験的研究 (未発表)
- (3) 山本洋一: 金属の腐蝕及防蝕下巻 599頁
- (4) " : " 下巻 588頁
- (5) 庄司 光 } 日本衛生化学会誌 第11巻 227頁
田中新吾 } (昭和14年)
- (6) 米井太郎: 国民衛生 第11巻 903頁
(昭和9年)

坑内岩盤の歪測定について

樋 口 誠 一 ・ 荻 野 正 二

1. 緒 言

地下の岩盤は重力に基ずく圧縮を受けた状態にありこの中に坑道その他の空洞を開き出した場合にはその大きさ、形状等に応じて圧縮状態が変化するが、この圧縮状態すなわち岩盤中の応力を明かにすることは坑内盤圧研究の上の基本的問題であると考えられる。これに関して従来若干の人々によつて弾性学による解析、模型実験が行われており、また最近では抵抗線歪計¹⁾あるいは鋼紐共鳴型歪計²⁾を用いた測定結果が発表せられている。前者は平面に研磨した岩盤表面に電気抵抗線型歪計を接着剤を用いて張付けその周囲をさく岩機によつて透し、その際の岩石の伸びを抵抗線の抵抗変化により測定する方法であり、後者は岩盤表面に数 cm の間

隔を置いて2本の鋼釘を埋込みその間に張つた鋼線の固有振動数が張力の変化に伴つて変化する現象を利用して岩石の歪を測定するものである。しかしながらこれ等の方法によつて得られた実験結果にはなおかなり大きな偏差があり未だ信頼度の高い測定方法ではないように思われる。筆者等は上記の目的に対してこれを有する機械的歪計を用いることを試み坑内の岩盤表面に取付けて歪を測定し坑道壁面の応力と、壁面に正方形の透しを行つた場合その周囲に生ずる応力変化とを検討した。

2. 実験器具および実験方法

使用した歪測定器は第1図に示すようなころ式歪計であつてすべて自作した。A, Bは一面を研磨した真鍮板C, Dはころであつてゴム