

# 三菱電機

— MITSUBISHI - DENKI —

VOL. 22 No. 6

6

## 目 次

F <sub>e</sub> 不純物が Al およびその合金に 及ぼす影響(第 1 報).....	長谷川武男(1)
電氣冷蔵庫のできるまで.....	小林憲太郎(6) 樋口光正
志津川發電所にて實施した衝撃波侵入時の電位 振動に関する報告(過渡現象直視裝置による).....	木村久男(13) 安藤安仁吾
銀一テルル抵抗體の試作研究.....	菅野正雄(19)
柱上變壓器燒損防止器.....	藤井重夫(23)

### 新製品紹介

ホームモートル・速度加減器.....	表紙二
MH 型高速度過電流繼電器.....	(22)
U 型デアイオン交流氣中遮斷器.....	表紙三

1948-

三菱電機株式會社

# Fe 不純物が Al およびその合金に及ぼす影響 (第一報)

現在使用中の Al およびその合金の不純物中 Fe によって種々機械製作上悩んでいるため、二、三実験を行つたものを報告する。本項では鋳造用アルミニウム合金により調査したものを述べ、續いてアルミニウム地金の Fe の挙動とその対策を発表する豫定である。

名古屋製作所 長谷川武男

## 1. 緒 言

アルミニウム合金のスクラップを利用して、小型電動機およびミシンその他部品の一部を鑄鐵製物からアルミニウム合金鑄物に轉換しているが、アルミニウム合金の不純物として Fe の影響が甚大であることはこれまで種々論議せられている。鑄物用アルミニウム合金のみでなくアルミニウム地金に對しても同様であるが、現在使用中のアルミニウム合金のスクラップは Al—Cu—Si 系と Al—Si—Mg 系の二種類でこれらのアルミニウム合金を回収する上に Fe の混入することはまぬがれしない。なおスクラップの中に取付ボルトまたはブッシュなどの鐵製部品が附着しておりこれらは解體して得るかぎり取り除いている。

Al—Fe の状態図から Fe の Al 中に固溶する量は微量であるが、655°C の共晶温度で 1.7% に共晶點があるため Fe は Al 中に容易に擴散されるのである、そのため使用中のアルミニウム合金二種類について Fe の含有量を變化させて、物理的性質と可鍛性を調査したのである。

材質	熱処理温度				
Al—Cu—Si 系	500°C × 5 hr 水冷 160°C × 14 hr 空冷				
Al—Si—Mg 系	515°C × 4 hr 水冷 175°C × 10 hr 空冷				

表一

種類	含有Fe量	Al	Cu %	Fe %	Mg %	Sn %	Mn %
Al—Cu—Si 系	0.3 %	Bal	(4.0)	(0.3)	(4.5)	(4.5)	(4.5)
	0.8 %	*	3.99	(0.3)	(0.8)	(4.81)	(4.81)
	1.0 %	*	4.02	(0.3)	(0.8)	(4.82)	(4.82)
	1.5 %	*	4.06	(0.5)	(0.8)	(4.87)	(4.87)
	2.0 %	*	4.07	(2.0)	(2.0)	(4.89)	(4.89)
	2.5 %	*	4.08	(2.0)	(2.0)	(4.90)	(4.90)
Al—Si—Mg 系	0.3 %	Bal	(0.3)	(0.4)	(9.5)	(9.5)	(9.5)
	0.8 %	*	0.67	(0.3)	(0.5)	(9.49)	(9.29)
	1.0 %	*	0.69	(0.5)	(0.5)	(9.64)	(9.22)
	1.5 %	*	1.33	(0.5)	(0.5)	(9.29)	(9.17)
	2.0 %	*	1.71	(2.0)	(0.5)	(9.45)	(9.24)
	2.5 %	*	1.71	(2.0)	(0.5)	(9.45)	(9.24)

表二

試験片	Al—Cu—Si 系			Al—Si—Mg 系		
	試験方法	引張強度	硬度	試験方法	引張強度	硬度
T <sub>1</sub>	引張	13.6	12	引張	50.7	0.9
T <sub>2</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>3</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>4</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>5</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>6</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>7</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>8</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>9</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>10</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>11</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>12</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>13</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>14</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>15</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>16</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>17</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>18</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>19</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>20</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>21</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>22</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>23</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>24</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>25</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>26</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>27</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>28</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>29</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>30</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>31</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>32</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>33</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>34</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>35</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>36</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>37</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>38</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>39</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>40</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>41</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>42</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>43</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>44</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>45</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>46</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>47</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>48</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>49</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>50</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>51</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>52</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>53</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>54</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>55</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>56</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>57</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>58</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>59</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>60</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>61</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>62</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>63</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>64</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>65</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>66</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>67</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>68</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>69</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>70</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>71</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>72</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>73</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>74</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>75</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>76</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>77</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>78</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>79</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>80</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>81</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>82</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>83</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>84</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>85</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>86</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>87</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>88</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>89</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>90</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>91</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>92</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>93</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>94</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>95</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>96</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>97</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>98</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>99</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>100</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>101</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>102</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>103</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>104</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>105</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>106</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>107</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>108</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>109</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>110</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>111</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>112</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>113</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>114</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>115</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>116</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>117</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>118</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>119</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>120</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>121</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>122</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>123</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>124</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>125</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>126</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>127</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>128</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>129</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>130</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>131</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>132</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>133</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>134</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>135</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>136</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>137</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>138</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>139</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>140</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>141</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>142</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>143</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>144</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>145</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>146</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>147</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>148</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>149</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>150</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>151</sub>	引張	12.8	14	引張	42.5	0.6
T <sub>152</sub>	引張	12.8	14			

Al - Cu - Si 系		Al - Si - Mg 系		
Fe の含有量	熱型の値 kgm/cm <sup>2</sup>	熱型の値 kgm/cm <sup>2</sup>	熱型の値 kgm/cm <sup>2</sup>	
Fe 0.3%	0.350	0.085	Fe 0.3%	0.254
Fe 0.8%	0.462	0.180	Fe 0.8%	0.542
Fe 1.0%	0.183	0.140	Fe 1.0%	0.216
Fe 1.5%	0.253	0.170	Fe 1.5%	0.167
Fe 2.0%	0.151	0.220	Fe 2.0%	0.286

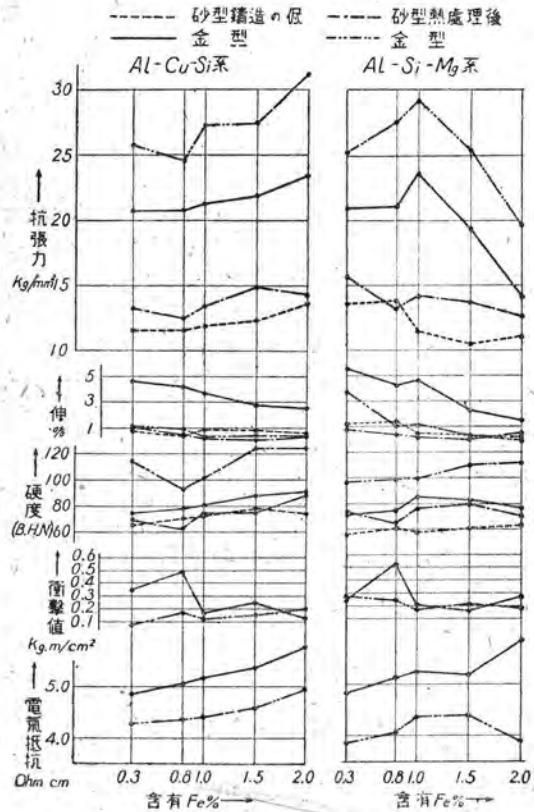
第 4 図

Al - Cu - Si 系		Al - Si - Mg 系		
含有 Fe 量	熱型の値 $\times 10^{-6}$ cm <sup>2</sup> /min	熱型の値 $\times 10^{-6}$ cm <sup>2</sup> /min	熱型の値 $\times 10^{-6}$ cm <sup>2</sup> /min	
Fe 0.3%	4.87	4.28	Fe 0.3%	3.87
Fe 0.8%	5.01	4.37	Fe 0.8%	5.19
Fe 1.0%	5.17	4.41	Fe 1.0%	5.27
Fe 1.5%	5.35	4.51	Fe 1.5%	5.22
Fe 2.0%	5.79	4.98	Fe 2.0%	5.87

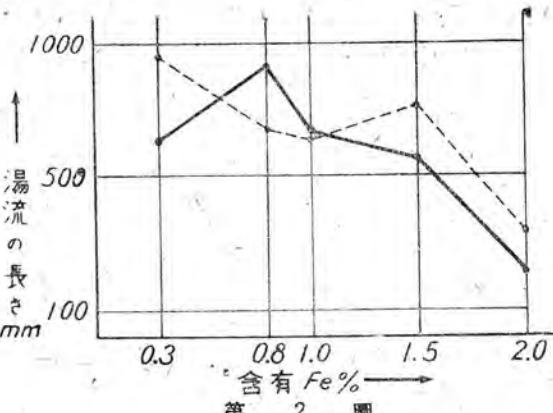
第 5 図

Al - Cu - Si 系		Al - Si - Mg 系	
含有 Fe 量	試料の長さ	含有 Fe 量	試料の長さ
Fe 0.3%	620 mm	Fe 0.3%	947 mm
Fe 0.8%	910	Fe 0.8%	691
Fe 1.0%	648	Fe 1.0%	619
Fe 1.5%	590	Fe 1.5%	761
Fe 2.0%	259	Fe 2.0%	395

第 6 図



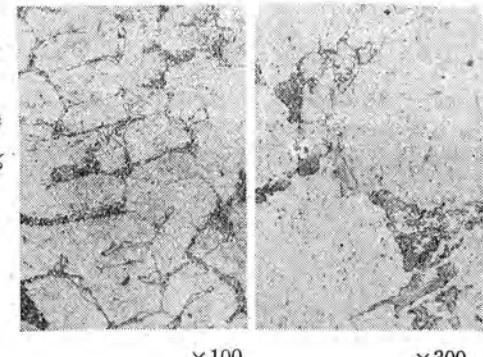
第 1 図



寫真第 1 Al-Cu-Si 系

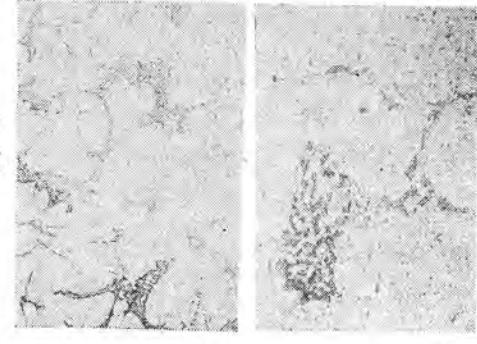
×100

×300



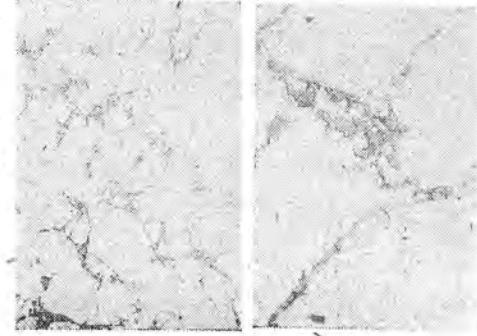
×100

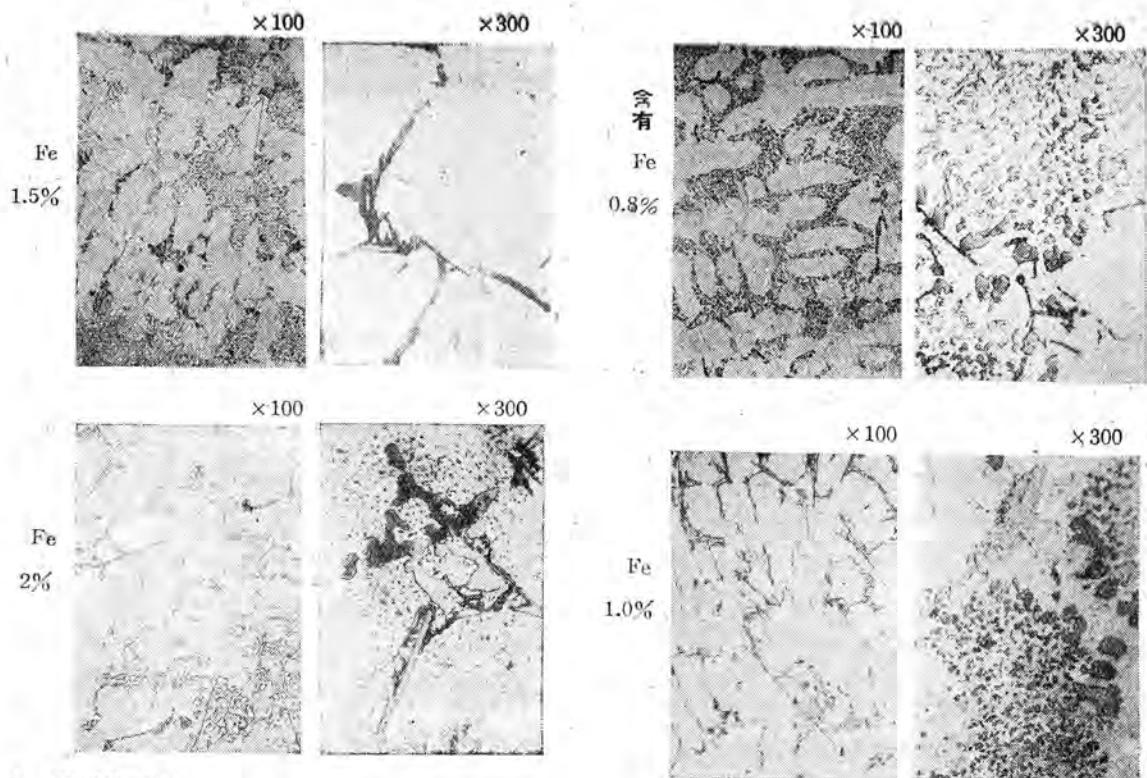
×300



×100

×300





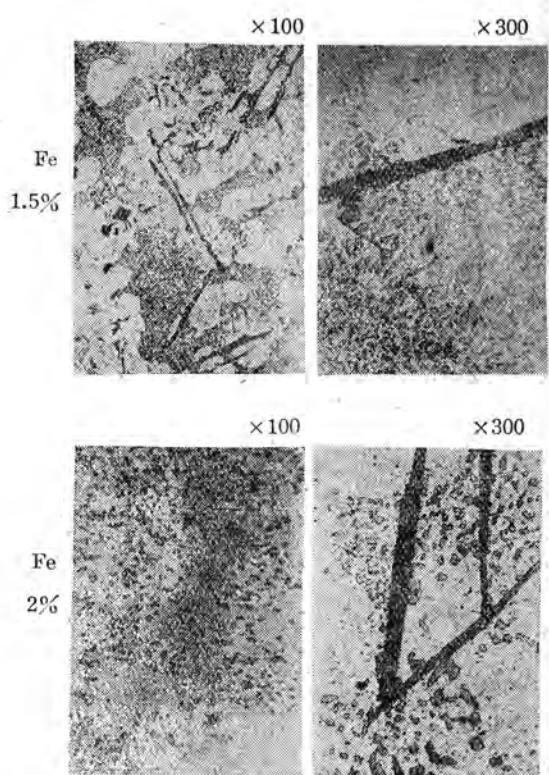
### c. 比抵抗測定

第5表に金型より採取した試験片三本宛の平均數値を示す。

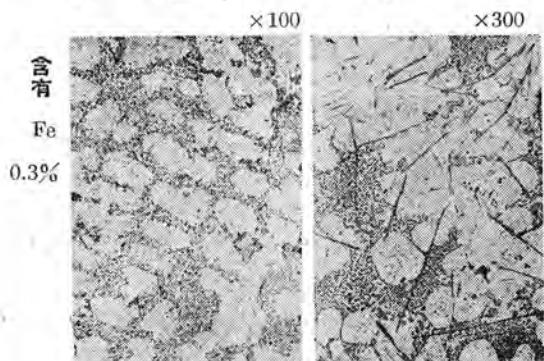
### d. 流動性試験（可鏽性）

第6表に三回測定した平均數値を示す。

第1圖および第2圖は以上を纏めたもので Al—Cu—Si 系 Al—Si—Mg 系を比較すれば Al—Cu—Si 系は抗張力と伸びは含有鐵量の増加と共に増大してゆく傾向があり、Al—Si—Mg 系では低下することがわかる、硬度も抗張力と同様であつて、衝撃値の變化は僅かであつた比抵抗は兩系共に著しく悪化の傾向を生じておる、流



寫真第 2 Al—Si—Hg 系



写真第3 Al-Cu-Si系

大気中凝固

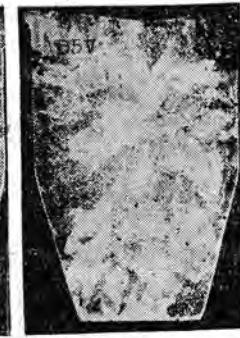
含有  
Fe  
0.3%



真空中凝固



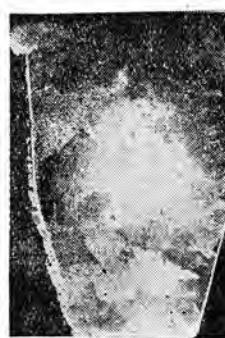
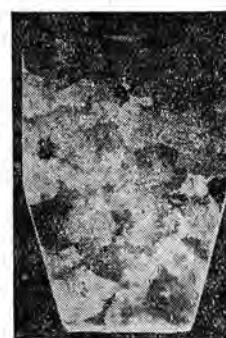
Fe  
2%



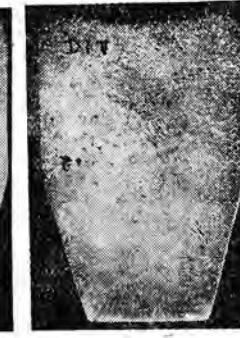
写真第4

Al-Si-Mg系  
真空中凝固

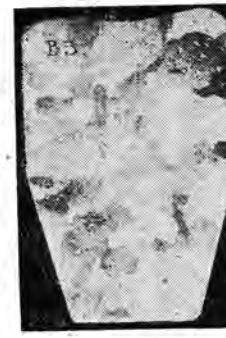
含有  
Fe  
0.3%



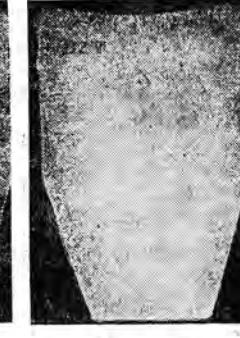
Fe  
0.8%



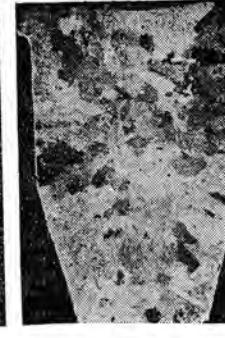
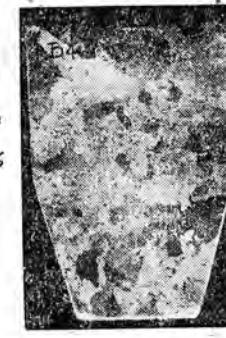
Fe  
1.0%



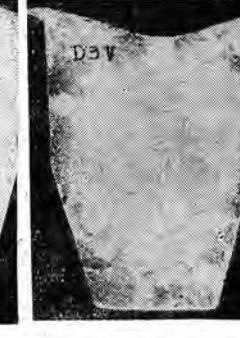
Fe  
0.8%

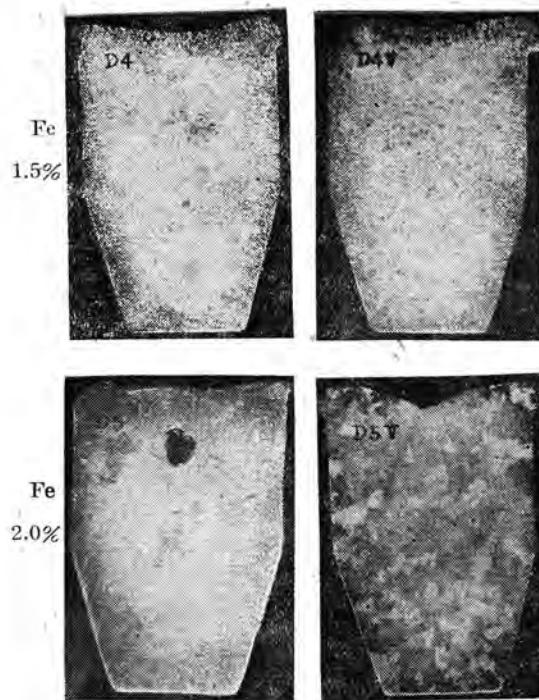


Fe  
1.5%



Fe  
1.0%





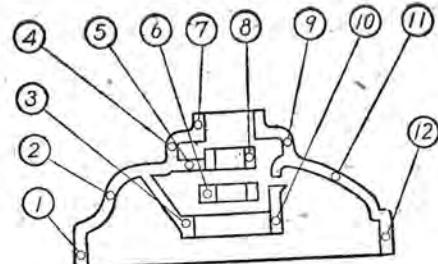
動性においても兩系共に悪くなるこの點は鑄造上とくに重要な問題である。

#### 4. 顯微鏡組織および肉眼組織

寫真第1はAl-Cu-Si系、寫真第2はAl-Si-Mg系の顯微鏡組織を示す。Al-Cu-Si系は含有鐵量が0.8%以下ではFeの化合物の存在として確認されるものは僅かで、Fe 1.0%ではAl-Fe-Siの三元化合物が析出しており淡色の針状結晶は $\text{FeSiAl}_4$ と判斷される、また黒色の丸味になつているものは $\text{Al} + \text{Si} + \text{CuAl}_2$ の三元共晶として存在している。Fe 2.2%含有の組織で $\pm$ 字型になつているものは $\text{Fe} + \text{Mn}$ を含む特有のもので $\text{FeAl}_3$ にMnが添加されるとき針状結晶は $\mp$ 字型に變化するものである。寫真第2はAl-Si-Mg系の顯微鏡組織を示す。組織の中白地は初晶のAlで暗青色は $\text{Mg}_2\text{Si}$ の化合物である。また灰色はSiで針状に析出しているのは $\text{FeAl}_3$ である。

顯微鏡組織から兩系合金の含有鐵量の變化を調べたがAl-Si-Mg系では一般に $\text{FeAl}_3$ の析出は大きく、兩系を比較すると相當の差があつた。

寫真第3はAl-Cu-Si系、寫真第4ではAl-Si-Mg系の鑄巢の成生状況を考察する目的で肉眼組織を示したものである、凝固方法は大氣中と真空中で行つたものについて比較したが真空中で凝固した理由は低壓下に



第3圖

おいてガスホールの除去ができるかを調べたもので完全に除去することは不可能であつた、また兩系の合金が含有鐵量の増加によつて鑄巢は次第に多くなることが認められた。

#### 5. 確性試験

現在鑄物として使用している電動機軸承の實體について強度を測定した結果を第3圖に示す、圖中試験片を採取した位置に抗張力を記入してあるが抗張力試験片は長さ50mm、厚さ2mm、標點距離20mmの板状のものであつて試験後の伸びは全部0%であつた、この試験材はAl-Cu-Si系の含有鐵量1.3%のものを鑄造のまま行つたものである、この結果から强度的には使用可能であると考察する。

#### 6. 結 言

試験結果から見て鑄造用アルミニウム合金に対するFeの影響は次のように要結することができる、まづAl-Cu-Si系 Al-Si-Mg系について共通である點から述べると次のようである。

- a 可鑄性はFeの増加によつて甚しく悪くなる。
- b 比抵抗もa項と同様甚しく悪くなる。
- c 鑄巢はFeの増加によつて多くなる傾向があり、收縮も同様である。

兩系の相違した點を述べると、

- a 抗張力試験においてはAl-Si-Mg系はFeの増加によつて敏感に低下するが、Al-Cu-Si系はFeの増加と共に強度が大となる。
- d 顯微鏡組織によればAl-Si-Mg系では $\text{FeAl}_3$ がFe 1.0%の含有量で認められた。

以上の結果から含有鐵量の少い程アルミニウム合金には適切であるが現在のスクラップ事情から見て許容含有鐵量の最高値は1.5%でそれ以上は可鑄性からも不可能とみられる。

# 電氣冷蔵庫のてきるまで

進駐軍向MR-150型家庭用電氣冷蔵庫の變遷と  
その製造工程を説明したものである

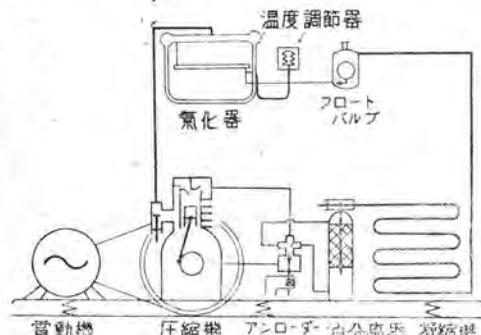
小林憲太郎  
口光政

名古屋製作所

## I. 緒言

MR-150型家庭用電氣冷蔵庫は終戦後進駐軍の需要により當所の生産部門の一翼を擔つて新らしい發足することになった。

これは昭和12年の日華事變當初に製造を中止した前のH型またはML型の單なる復活でなくて型式も異りしかも進駐軍家庭を對象とする所に根本的な變貌が認められる。したがつてこれに附隨する事柄の一切は進駐軍の要求と指示とを主體にしているわけであつて幾度かさまざまの變遷を経て來たのである。



第1圖

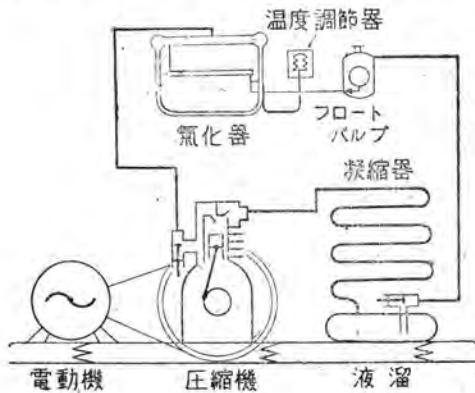
この電氣冷蔵庫は今日までの三ヶ年實に幾多の困難と飛躍との交錯した目ま苦しい成長を遂げて來たのである。

昨年12月他社に魁け月産200臺の實績を挙げ初期の目標を達成しさらに新聞發の密閉型の生産も順調に計畫されている。萬事不如意の現段階にもかかわらずこの電氣冷蔵庫が一般市場に進出し吾々の家庭生活を明るく豊かにする日の早からん事を念願しつゝこれが生産に努力を傾注している。

## 2. 改造の足跡

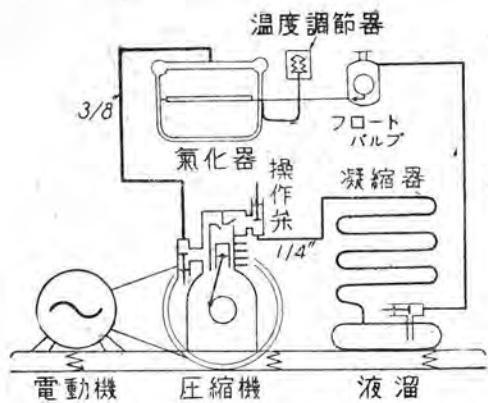
冷凍作用を得るには色々の方式があるが家庭用冷蔵庫と

して採用されている方法では冷媒壓縮式のものと吸收式のものが普通で我が國においてはほとんど前者の方式のものが製造されている實状である。壓縮式電氣冷蔵庫では使用される壓縮機とこれを驅動する電動機との結合において兩者が全く別個に組まれていて開放型のものとこれ等が一體となつて或るケーシング中に組立てられている密閉型のものがある。MR-150型電氣冷蔵庫は開放型に屬するがこの式のものは各種の操作が簡単でしかも故障箇所の發見が容易なためサービスの點で最も都合のよいものとなる。ただし軸封装置を持たねばならぬことは決定的な弱點である。これに比して密閉型の



第2圖

ものはケーシング中に起つた様々の故障に對してその都度工場修理を要することになるが材料その他の點検を充分にしておくと開放型のような不都合は全く感じられない。進駐軍家庭を對象にして充分なサービスに重點を置かねばならない立場から當所においてはまづ第一段階として開放型の製造から着手したわけである。さてこの型式のものも製作當初から進駐軍當局の指示や技術的 requirement があり色々の改造が逐次實施されて來たのであるがこれ等の内の主要なものについてその變遷を辿り次に述べる（冷蔵庫はこれが主體となる冷凍裝置とそれを納めるキ

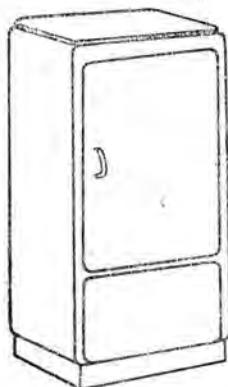


第 3 圖

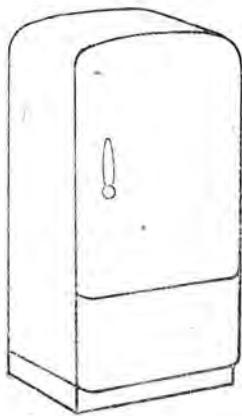
ヤビネットに大別されるがここでは冷凍装置に対する變遷を主にしていることを附記する)。

#### ア.

第1圖は製作開始當時において実施されていたもつとも古い型のもので昭和21年8月まで造られていたものである。圖中アシローダーは始動時における瞬間的高圧を電磁式操作により低圧側に導き起動を容易にするものである。油分離器は冷媒と混合している油を分離するもの。



第 5 圖



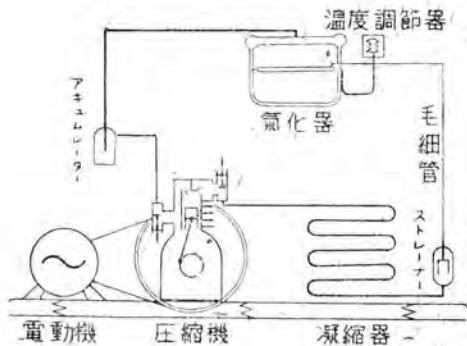
第 6 圖

であつて内部には貞輪切削屑を納めてある。冷媒制御用としてフロートバルブを設けまた電動機は $\frac{1}{4}$  HP 分相型のものであつて、使用された銅管はすべて $\frac{1}{4}$  の寸法のものである。

#### イ. 第1段改造

この段階におけるものは第2圖に示されたものであつてアシローダー、油分離器が取除かれ新らしく液溜が設けられた。この液溜の下部には高圧冷媒が蓄積されこれがフロートバルブに導かれているのである。電動機は反接型のものに改められたがその他の點に關しては以前の

電気冷蔵庫のできるまで・小林・樋口



第 4 圖

ものと變化がない。これは 21 年 12 月まで實施されていた。

#### ウ. 第2段改造

改造はさらに進んで第2段階に至り 22 年 2 月まで實施されたものであつて凝縮器の容量を大型化しました氣化器内の配管を前の並列のものから直列式に改めかつ低圧側銅管は太くして $\frac{3}{8}$  のものにした。壓縮機に使用されていたバルガバッキンがメタルバッキンに變更して冷媒や油の作用による纖維の分解の不都合を無くした。更にこの壓縮機の頂部に取外しの自由な操作弁を設けてサービスに便ならしめている。第3圖はこれの改造當時のものを示す。



寫真 1

#### エ. 第3段改造

22 年 2 月以降現在までのものを第4圖に示す、まづ冷媒制御用としてのフロートバルブを毛細管(内径 0.7 毫)に變更したことはもつとも大きな相違である。この方式のものはフロートバルブに比し故障が少く操作が容易で經濟的であるが徑が極めて小さいからとくに異物による回路の塞止に注意しなければならぬと共にストレーナーを設けてある。これはフェルト金網によつて異物を喰ひ止めると共に吸湿剤(シリカゲル、鹽化カルシウム)を併用し乾燥器としての役目も果たしている。アキュムレーターは毛細管方式に附隨してつけられたもので

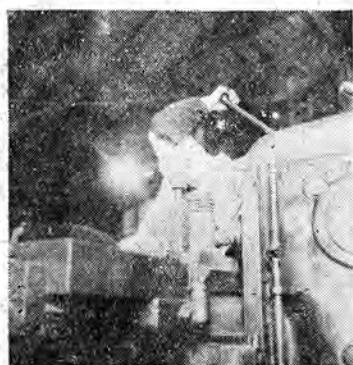


写真 2

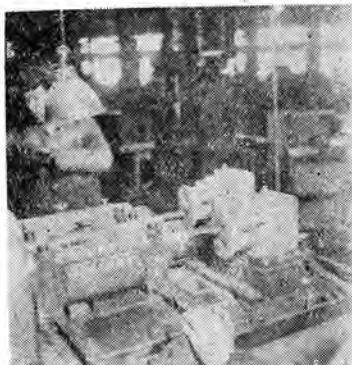


写真 3



写真 4



写真 5

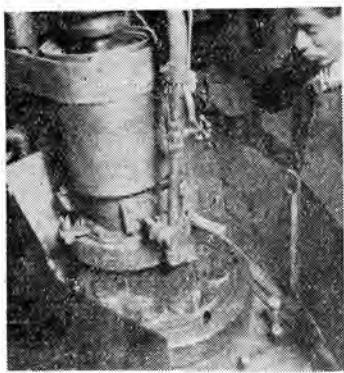


写真 7



写真 8

あつて停止時における高圧側液冷媒の返戻したものや油を溜め起動における圧縮機の故障を防いでいるのである。この改造においてはさらに進駐軍作業者に直接便ならしめるために操作弁のネジはすべて S. A. E. のネジに變更した。また氣化器に扉を附けて體裁を良くした。

#### オ. キヤビネット

キヤビネットについて簡単に説明すると MR-150 型に引續き 8 月以降の生産に豫定されている MR-200 型は内容積を大きくしつつ外観は流線型に改造して面目を一新している。第 5 圖および 6 圖は夫々 MR-150 型 MR-200 型の外形を示した寸法は次の如くである。

	MR-150 型	MR-200 型
外 型 尺 法	高 市 奥 行	高 市 奥 行
内 容 積	1390×690×620 786×516×385 5.5 ft <sup>3</sup> (=0.156m <sup>3</sup> )	1465×740×680 830×580×415 7 ft <sup>3</sup> (=0.2m <sup>3</sup> )

#### 3. 製 造 工 程

前項の 2-工の冷凍装置に関するものに對して壓縮器—凝縮器—ストレーナー—氣化器—溫度調節器—アキュムレ

ーター—キヤビネットなどの順を追ひ製作の模様を寫真によつて説明する。

##### ア. 圧縮機

冷蔵庫の心臓ともいふべき壓縮機の本體および附屬部品について述べる。

##### (1) 機械作業

寫真 1 は壓縮器の外観であるがこの組立重量は 20kg あつて各種ボルトはいづれも Ni-Cr 鋼を使用している。鑄造にあたつてはとくに黒鉛の粗大化が防止されなければならない。



写真 6

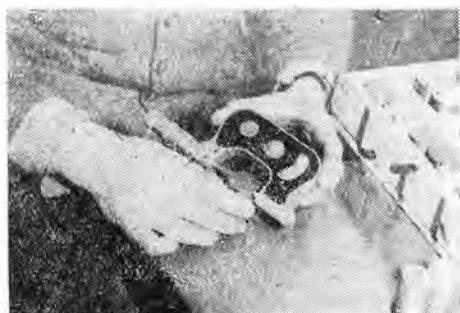


写真 9

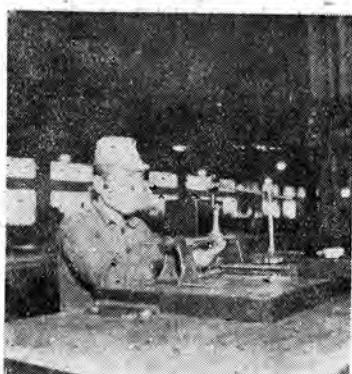


写真 10



写真 11



写真 12



写真 13



写真 14



写真 15

写真 2 はミーリング加工の一例を写真 3 はエリシダー ボアの Fine Boring の模様を示し写真 4 はこれが Horning 作業を示したものである。クランク軸を支える軸受は正しく芯の出ていることが必要であつて写真 5 はこの検査状況を示す。

壓縮機本體には弁板が取付けられこれに吐出弁と吸入弁とが夫々 2 枚組まれるわけあるが写真 6 はこの弁板の組立品を示し写真 7 は平面研磨機における加工の様子を示している。クランク軸は材質が強靭で磨耗の少いも

のが必要でこのために亜炭焼入処理を施しているが写真 8 は硬度検査の一例であつて硬度としては Hs 80 以上を標準としている。

ピストンの寸法は直接圧縮機の性能を左右するものであるから特別綿密に測定されかつ最適の状態においてシリジダーに組まれなければならない写真 9 はこの寸法検査の一例である。以前にピストンリングを用いたこともあるが現在はこれを使用していない。圧縮機における各部品の組合せリミットの適否と水平運動軸と垂直運動軸

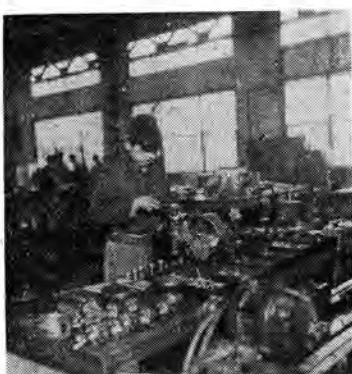


写真 16

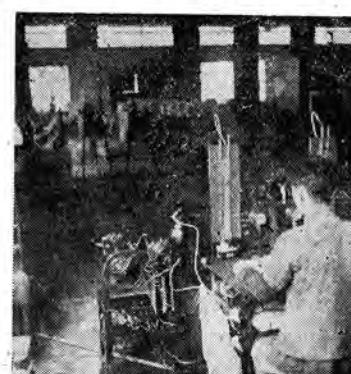


写真 17

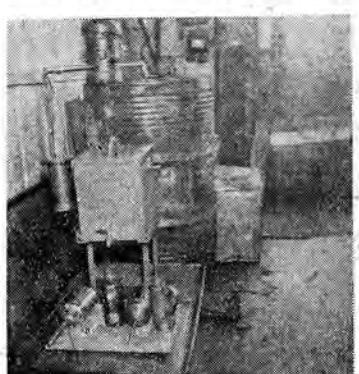


写真 18



写真 19

との角度の結合の良否または駆動部の重さの釣合いや遊びの寸法など等はその振動や騒音に大きな影響を與えるものであり特に騒音に關しては一段の注意を拂つて製作している。写真 10 は接続桿における上下兩軸の平行度検査の模様を示したものであつてクラシック軸とピストンの圓滑な運動がこれによつて保持されることになる。

## (2) 組立作業

組立工場ではまづクラシック室本體にクラシック軸を取り付けこれにピストン連接桿の組合せ作業を行われる。この際とくに注意することはクラシック室の軸の清掃であつて、鑄造の際の鑄物砂が軸に食ひ込みこれが運轉中に不測の故障を惹起することがあるからである。写真 11 は組立工場の一部を示す。圧縮機はまづ写真 12 に示すような荒組立によつて運動部分の組立を行い、これに辨板や軸封装置を取付けてから性能試験を別個に実施して厳密な選擇を経たものでなければ使用されないのである。

写真 13 は辨板に吐出辨を取付いているものを示す。辨

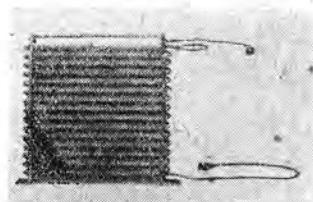


写真 20



写真 21



写真 22

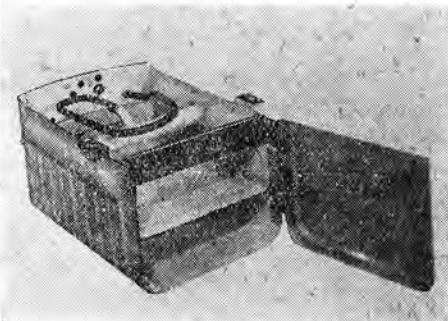


写真 23

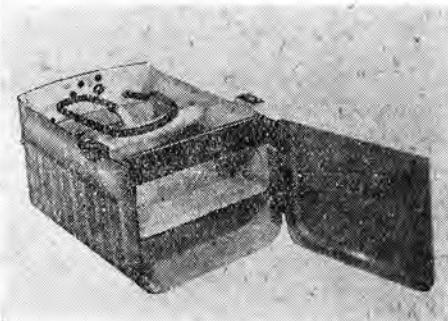


写真 24

の寸法や仕上の程度およびこれが辨板との當りの良否は直接に吸入壓縮性能を左右するからその作業はとくに慎重を期している。すでに第2項において述べたように開放型圧縮器では必然的に軸封装置を持つことになるがこれが不具合のために油洩れを生じそれに伴つて冷凍の流出と云う過程を生ずれば冷凍作用を阻害することは甚だしい。現状の経験によればこの故障がほとんど總べてあるといつても過言ではない。この部分は境界油滑における軸受の問題となるのであるが油の性状やクラシック軸と軸封装置用合金との材質的關係、二面の仕上程度などが大きな要素をなしている。写真 14 は軸封装置の組立



写真 25



写真 26

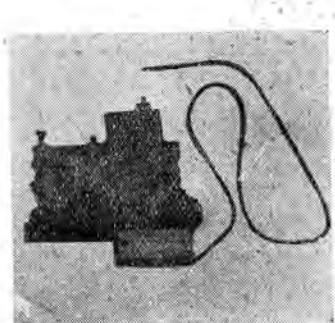


写真 27

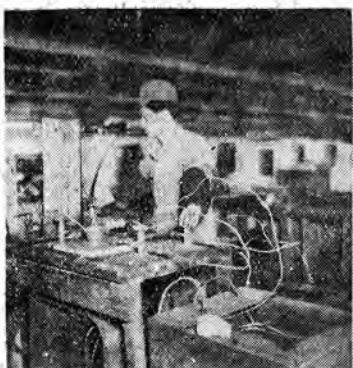


写真 28

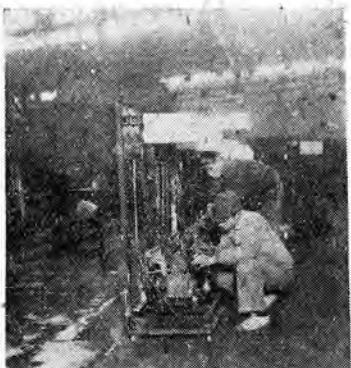


写真 29

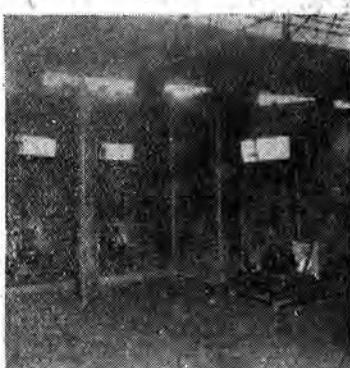


写真 30



写真 31



写真 32



写真 33

作業を寫真 15 は相手となるクランク軸のラッピングの模様を寫真 16 は軸封装置取付後の状況を夫々示したものである。写真 17 は圧縮機性能試験の装置を示す。冷蔵庫における潤滑油としての冷凍機油で問題となるのは粘度や凝固點であるがその他使用冷媒と化學的反応を容易に營むものは不可である。化學的安定度の良否は原油そのものに支配されることが多くこの點で國內産のものは進駐軍使用のものに及ばぬ點が懸念ない。冷凍機油としては國産 300# 油を使用してあるほかに進駐軍放出の

、ものも併用している。写真 18 は冷凍機油貯蔵の模様を示し使用に際しては湿氣の浸入を極力少くするようになっている。そのため油は必ず脱湿器を経たものを用いる。圧縮機としての場合のテストは写真 19 の摺動

試験である。この過程を通して始めて冷凍装置に組まれるわけである。

#### イ. 凝縮器

冷媒は氣化器を去る時熱を吸收しさらに圧縮機によつて運轉による熱勢力を得るが凝縮器はこれらの熱を空冷して放出するわけである。写真 20 は凝縮器組立を示し写真 21 はこれが水壓試験の状況である。使用圧力は 15 気圧を標準とする。凝縮器は使用中塵埃を吸引して放熱を害したためにその効率を低下するから使用に際しては隨時點検しなければならない。

#### ウ. ストレーナー、アキュムレーター

写真 22 はストレーナーの外観である。これは中に金網とフェルトを納めかつシリカゲルを同時に用いて脱湿作用も行つている。

アキュムレーターは写真 23 に示すものでストレーナーとよく似ている。これは停止時に高圧液冷媒の溜りと油溜りとなりさらに冷媒の或る程度の過充填の際の液溜ともなる。毛細管方式では回路に塞止される部分がなく通じ合つているので停止時は當然高圧側の冷媒は低圧側に移動するためこれによる起動時の故障が多い。アキュムレーターによつて絶えずガス冷媒の吸入を保つように操

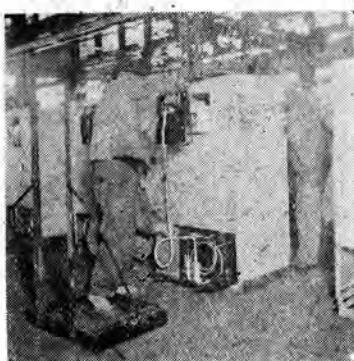


写真 34

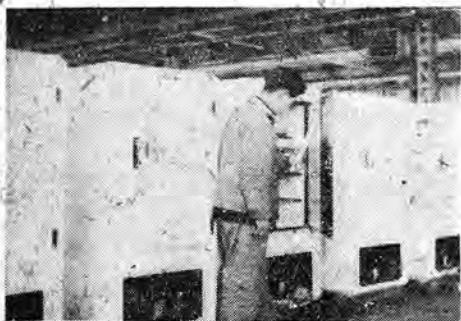


写真 35

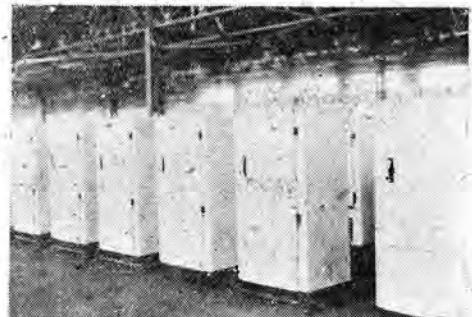


写真 36

↓写真 37

作されるのである。

### 工. 水化器

水化器の外観は写真 24 の如くである。中央は棚板と稱されここに氷皿が入つて製氷される。棚板および水化器本體のスポット溶接をしてから班別引されるが写真 25, 26 は溶接作業の一例である。溶接の不直尾は製品となつてから班別の剥脱を招來するから作業に際しては充分な注意が必要である。

### オ. 溫度調節器

冷蔵庫内は  $10^{\circ}\text{C}$  以下に保たれなければならぬ。もし庫内がこれ以上の温度に達すると貯蔵食料品の腐敗を促すバクテリヤが繁殖して冷蔵の目的は果されないことになる。温度調節器は水化器温度に従つて庫内温度を食品安全範囲に保つように装置の運転を自動的に調節する。そして所望のダイヤルに従つて夫々の運転率を保つのであつて写真 27 はこの外観を示したものであり感温筒内に封入されたメチル瓦斯の温度による圧力変化の特性を利用して電路を遮断または接続する原理となつてゐる。

写真 28 は瓦斯封入作業の一例である。

### カ. 冷凍装置組立

各部門における完成部品は最後にユニットとして總組立される。写真 29 はその様子を示したもので写真 30 のよ



うに冷媒(メチルクロライド)を充填する前に真空加熱される。冷凍機では脱湿と清潔とは二大要素であるが真空による加熱はこの目的に合するものである。愈々冷媒を充填されたものは冷凍温度の調整と各部の漏洩や異常の點検が行はれ最後の仕上をする。写真 31 はそれを示す。

### キ. キヤビネット

冷凍装置はこれをキヤビネットに納める写真 32 は外箱と内箱を組み込んでいる所であるがこの外箱と内箱の間に熱漏洩の無い絶縁物を間隙ないように詰め込まなければならない。これにはアルミニウム箔、コルク、セロテックス、ガラスウール、ロックウールなどがあるが當社ではガラスウールまたはロックウールを使用している。キヤビネットは組立てられるとき塗装されて美しくなる。写真 33 はラッカーエナメル下塗の模様であるがさらに中塗り仕上塗が施され純白に彩られる。写真 34 は仕上ったキヤビネットに冷凍装置を取り付けている様子を示したもので、写真 35 は総合性能試験の一例を示す。

### ク. 発送

写真 36 は進駐軍の立候試験に合格して発送を待つ製品の整列している状況であつて写真 37 はその内部を示すこの中には機械の試験資料や部品が納められている。写真 38 は発送のための梱包を完了したところであるがこの状態で  $250\text{kg}$  の重量である。梱包はその筋の指示によつて各地區の倉庫に送られここで荷解きされて各家庭に据付けられる。

### 4. 結 言

日常家庭生活において電気の利用せられる面は極めて大きい。電力が豊富な時期ではこれが恩恵を左程にも感じないのが常であるが色々と制約されてみるとその恵みを思わずにはいられない。さて文化國家として發足した我が國においては今後電気の應用をより廣範囲にして吾々の生活内容を豊富なものにする必要があるわけで、電気冷蔵庫なども此の點からみて各家庭に登場する利器と思われる。近く充分なる生産がかかる面えも進出して来る日を期待し筆を擱く。



写真 38

# 志津川發電所にて實施した衝擊波侵入時の電位振動に関する報告(過渡現象直視装置による)

志津川發電所において実施した各機器の衝撃波侵入時の電位振動を母線、変圧器、発電機の接続された實際の使用状態において、過渡現象直視装置を用いて測定した結果を報告したもので、併せて模擬避雷器により避雷器動作時の影響を測定した結果を報告したものである。

本店生産技術部

研究 所

木 安 原 研究所  
村 藤 久 安  
仁 二 吾

## 1. 緒 言

志津川發電所において昭和 22 年 6 月 29 日より 7 月 6 日に至る間、日發近畿支店、宇治川地區電力所および志津川發電所の方々の甚大なる御援助の下に、發電所内各機器の實際の使用状態における結線にて、衝撃波侵入時における各所の電位振動を過渡現象直視装置を用いて測定し、母線、変圧器、發電機の綜合した場合の各機器の影響を求める、併せて模擬避雷器により避雷器動作時の影響を求める。また△-△ 変圧器、入-△ 変圧器、發電機単獨および送電線を通して大峰發電機の電位振動を測定し、かつ高壓側に衝撃波が侵入した場合に補助回路に誘起する電圧を測定した。なお本測定においては所内各種機器のサーボインピーダンスおよび接地抵抗をも測定したが、その結果は稿を改めて發表することとする。

## 2. 志津川發電所の概要

志津川發電所の所内結線の概要を第 1 圖に示す。圖中の番号はデスク番号および測定點の番号である。なお次に主要機器の諸元を記する。

發電機 (№ 1, № 2, № 3)

出力 14000 KVA, 周波数 60 Hz 軸界磁回轉型

電圧 11000 V, 極数 40, 回轉數 180 R.P.M.

功率 83% 結線人 Westinghouse 社製

主変圧器

△-△ 変圧器

出力 30000 KVA, 電圧 77KV/11KV  
周波数 60 Hz 外鐵屋外型、日立製作所製

### 入-△ 変圧器

出力 20000 KVA, 電圧 77 KV/11KV

周波数 60 Hz 外鐵屋外型、三菱電機製

大峰發電所發電機

出力 10000 KVA, 60 Hz 壓軸回轉磁界型

電圧 11500 V, 極数 48, 回轉數 150 R.P.M.

結線 力率 80% Siemens 社製

母線の長さ (1 相當り)

10 KV 側 母線 297 m 聯接ケーブル 126 m

70 KV 側 母線 70 m

支持碍子數

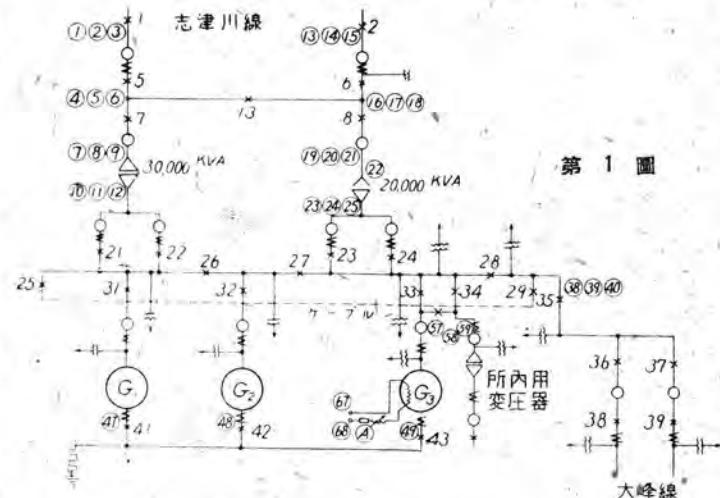
10 KV 側 ピン碍子 150 個/相

70 KV 側 ピン碍子 20 個/相

懸垂碍子 5 連 17 基 85 個/相

大峰送電線

2123 m (1 相當り) 鐵塔 15 三連懸垂碍子



### 3. 測定要領

過渡現象直視装置を用い、△-△変圧器と発電機1台の場合、△-△変圧器と発電機2台の場合、△-△変圧器と発電機1台の場合、及び△-△変圧器、△-△変圧器共にあり大峰発電機のみ接続の場合、あるいは発電機単独の場合、送電線を通して大峰の発電機、送電線のみの場合などにつき、一点より衝撃波を印加した場合の各点の電位振動を測定した。なお各點に模擬避雷器を挿入し避雷器動作時の電位振動を測定しその影響を求めた。

### 4. 測定結果に対する考察

測定オシログラムを第2図(イ)乃至(ホ)に示す。

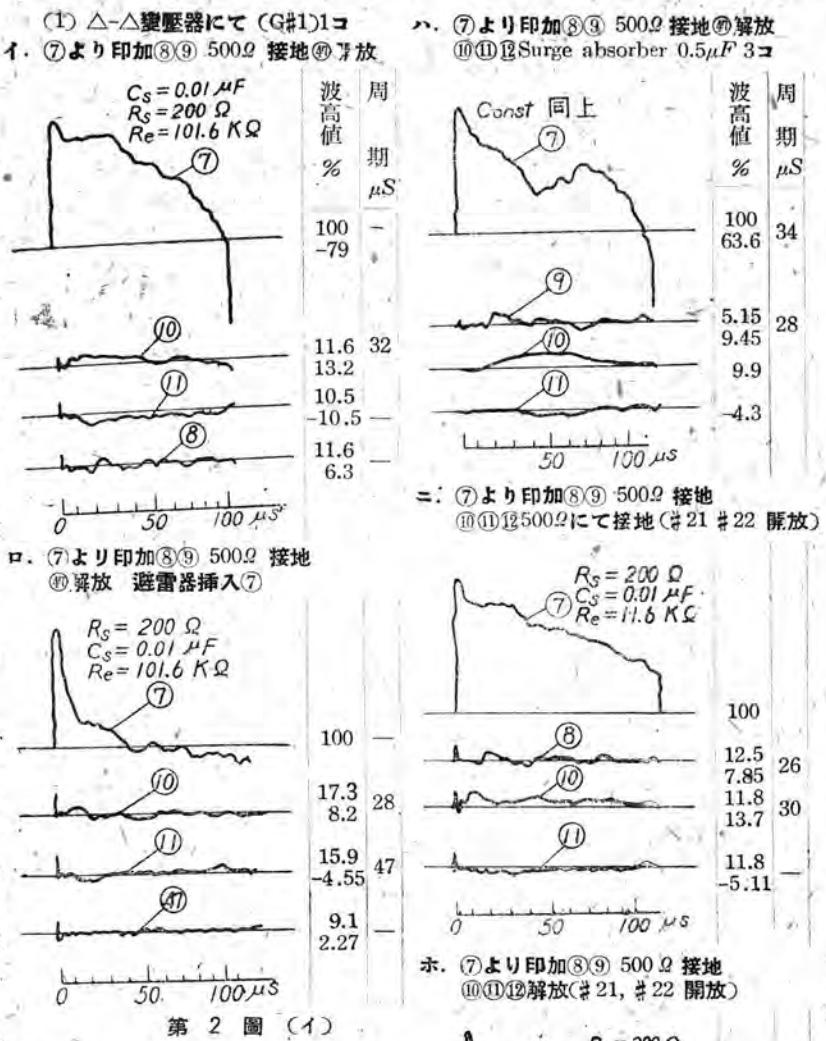
測定オシログラムにおいて、波高値%および周期μSを示した。波高値は印加波々高値を100%としてそれに對する%を出したものである。70KV側線路の衝撃電壓全波試験は400 KVであり、10KV側線路の衝撃電壓全波試験は90 KVであるので、70KV側より衝撃波を加えた場合の印加波の波高値を100

%とすれば、10KV側電壓が22.5%以上になれば低壓側は危険なのである。このような考え方の下に以下考究した。なお印加瞬時の静電的誘導は測定線の影響があるので今回も考慮しないこととし、主に電磁的誘導を対象に検討した。

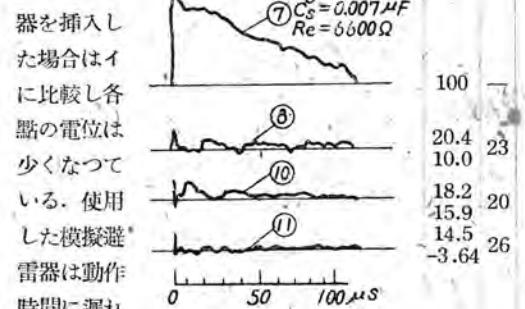
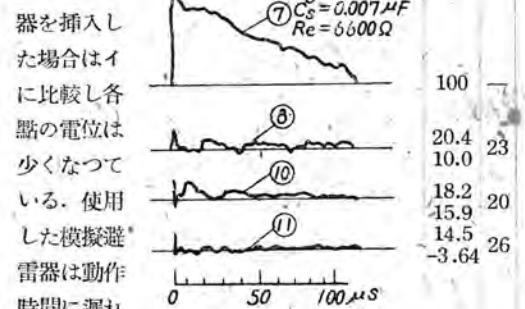
#### [1] △-△変圧器機に発電機1台 G#1 接続の場合 デイスコン #7, #25, #26, #41 開放

イ. ⑦より印加⑧⑨ 500Ω 接地⑩の解放の場合は⑦において、100 μS附近に 79% の負の最大値があるが高壓側、低壓側共に問題になる電位を生じない。かつて發電機の中性點⑪を接地した場合と解放にした場合の變化は認められず、これは變圧器の高壓側より見た時は、發電機のインピーダンスが低いために影響がないのである。

#### ロ. ⑦より印加⑧⑨ 500Ω 接地⑩開放にて⑦に避雷



第2圖 (イ)

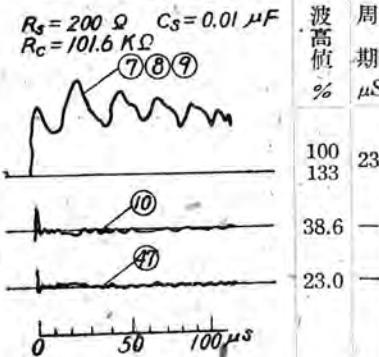


器を挿入した場合はイに比較して各點の電位は少くなつてゐる。使用した模擬避雷器は動作時間に遅れ

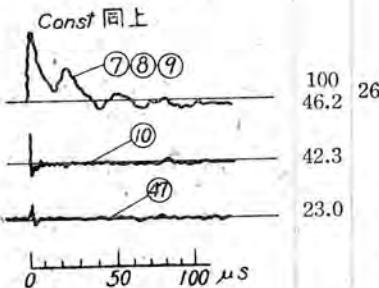
があり、遅れのない優秀な避雷器であるなら立上りの静電的誘導も少くなると思う。

ハ. イと同様にして⑩⑪⑫にSurge absorberとして0.5μFを挿入した場合、低壓側の静電的誘導は全然表われない。しかし電磁誘導は(イ)と比較しそれ程少なくならない。また Surge absorber を挿入すると低壓

ヘ. ⑦⑧⑨三相一括印加 ⑩開放



ト. ⑦⑧⑨三相一括印加 ⑩開放  
⑦⑧⑨避雷器挿入



（II）△-△変圧器に就き (G#2) 1コ

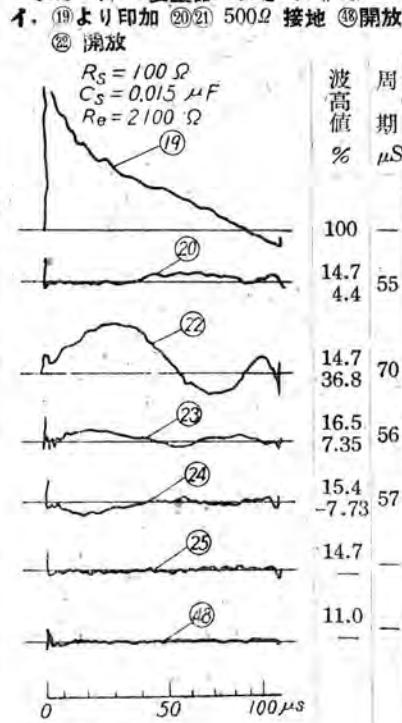


図 2 図 (ロ)

側は完全な短絡接地の状態となり印加波が全然異り、  
100μS 附近に約60%の振動を生ずるがこれにより高壓側に危険を及ぼすことはない。要するに Surge absorber は一線より衝撃波が侵入した場合には別に必要を認めずかつ高壓側の保護にはならないのであるが、低壓側の静電的誘導を除去することには効果がある。

ニ. ホは⑦より印加して⑧⑨ 500Ω にて接地した場合、低壓側の⑩⑪⑫を開放した場合と⑩⑪⑫を 500Ω にて接地した場合とで、低壓側の母線と發電機を切り離した状態であり、實際に母線、發電機の接続されたイの場合と如何程変化するかを調べたのである。イ、ニ、ホの波形を比較すると、低壓側を 500Ω にて接地した場合は、むしろ低壓側を開放にした場合に似ている。これにより從来變壓器の衝撃試験に低壓側を 500Ω にて接地して試験する場合が多いがこれは實際の場合と大分異なることが解る。これに附隨して低壓側のサージインピーダンスを實測したのであるがこの場合は約 60 Ω なる値を得た。

ホ、イと同一結線にて低壓側母線にケーブルを接続したケーブルの長さが 126m 程度で發電機の Capacity に比しケーブルのそれが小さいので大した變化を生じない。（オシロ省略）

ヘ. ⑦⑧⑨三相一括印加 ⑩開放の場合、印加波の約 25 μS 附近に 133% の電位振動を生じており、低壓側は電磁的誘導がほとんどないのは當然であるが、静電的誘導は約 40% 程度の電圧を示している。印加波の 133% の電位振動は、過渡現象直視装置内部のサイラトロンが反射波に對して大なるインピーダンスを有するため生じたものと思われる。低壓側の静電的誘導は測定線に直接入る誘導も加わっているのでその絶対値は不明であるが、相當に高いものが出ることが想像される。

ト. はヘと同一結線において印加點に避雷器を挿入した場合で、25 μS 附近およびそれ以降の振動は抑壓

されて充分保護しているが、低壓側の静電的誘導は矢張り大きい。截断時間に遅れのない優秀な避雷器を用いたら低壓側の静電的誘導も抑えられる筈である。

ト. ⑦⑧⑨三相一括印加にて低壓側に Surge absorber を挿入した場合は、ハの場合と同様低壓側の静電的誘導はなくなるが、高壓側の波形には変化がない。（オシロ省略）

以上要するに△-△変圧器と發電機一臺接続された場合には次のことが得られた。すなわち

（1）一線より衝撃波が侵入して來た場合は、到來波の高値に耐え得るならば異常振動により破壊される危険はない。

（2）三相同時に衝撃波が侵入して來た場合は高壓側低壓側共にかなりの振動を生ずる。

（3）動作時間に遅れのない優秀な避雷器を用うれば高壓側、低壓側共に充分保護できるが、避雷器に動作時間の遅れがあり信用ができないなら、Surge absorber の必要を認める。Surge absorber は雷電的の誘導を除去するのに効果がある。

（4）母線、發電機の接続された低壓側のインピーダンスは低く、約 60 Ω 程度にて、500 Ω にて低壓側を代表するのは大なる誤差を生ずる。

## [II] △-△変圧器に発電機二臺接続された場合

この場合は発電機が二臺のため [I] の場合に比し低壓側のインピーダンスが低くなるので  $50\mu\text{s}$  以降の波形が稍々異なるだけで [I] の場合と大した變化はない。

## [III] 人-△変圧器に発電機一臺接続された場合

デイスコン #13, #26, #28, #33, #34, #42、開放イ・⑩より印加⑪⑫ 500Ω 接地 ⑬開放⑭開放、この場合も別に大した異常振動口。⑮より印加⑯⑰ 500Ω 接地 ⑱⑲⑳ 500Ω 接地(⑳#23, #24開放)

$R_b = 100\Omega, C_s = 0.01\mu\text{F}$   
 $R_e = 4.4\text{k}\Omega$

(13)  
(14)  
(16)  
(17)  
(19)  
(20)  
(22)  
(23)  
(24)

②を接地にすると②點からの負の反射波のために、印加波が開放の場合より速く抑えられ、⑩⑪の波形も異なるが低壓側の波形には影響がない。

低壓側の母線および發電機を切離し開放にした場合と、低壓側を 500Ω にて接地した場合を、實際母線および發電機の接続された場合に比較すると、△-△変圧器の場合と同様 500Ω にて接地した場合は低壓側開放の状態に近く、衝撃試験の際變圧器の低壓側を 500Ω にて代表することは好ましくないことがいえる。また低壓側に Surge absorber を捕入した場合の影響は、△-△変圧器の場合と同様二次側の靜電的誘導がなくなる。

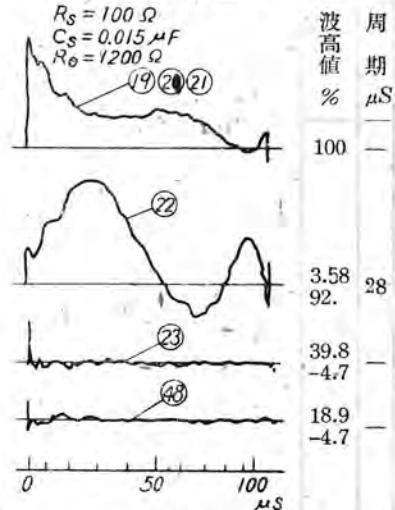
印加點⑩に避雷器を挿入すると印加波は勿論抑えられ、中性點⑩の電位も 36.8% が 17.5% と約半分に抑えられる。低壓側には大した變化はない。

口。⑮より印加⑯⑰ 500Ω 接地、⑱⑲⑳ 500Ω 接地(⑳#23, #24開放)の場合は⑩より印加した場合とほとんど変化がなく、P.T., C.T. の影響はほとんどないが⑩, ⑯, ⑰を比較すると後になる程小さな周波数の高い振動が、立上りの部分に重複され波形が尖り氣味になり、波高値も高くなる傾向がある。これは C.T. が

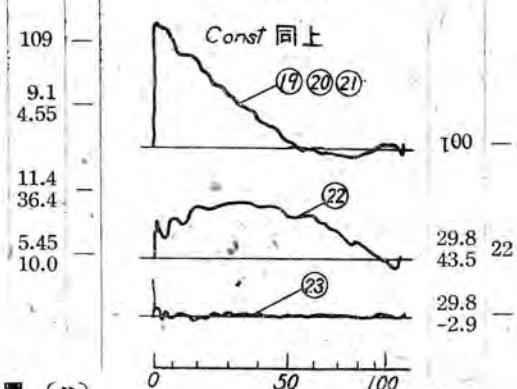
Choke の役をなし局部振動を生ずるためと思う。

⑩より印加して C.T., P.T. の二次側の電位振動を配電盤裏で測定したら、約 4~5% 程度の誘導を生じており、相當危険である。しかしながらこの場合測定線が約 50m 程度あるために測定線に入る誘導もあるため絶対値は不明であるが、1% としても高壓側に全波電壓 400 KV が侵入した場合は 4 KV の電壓を配電盤

### 八. ⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳三相一括印加 ⑩開放 ⑭開放



### 二. ⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳三相一括印加 ⑩開放 ⑩避雷器挿入



第 2 図 (a)

裏に生ずることになる。この配電盤裏に生ずる電壓は再び別の機會を見て對稱測定法により誘導を除き測定する積りである。しかしこの實験より推察されることは屋内より電線を張つて屋外作業をなすような場合は接地を屋内、屋外共に充分取つておく必要がある。

### 八. ⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳三相一括印加 ⑩開放 ⑩開放

この場合⑩の電位は 92% で低壓側にもかなり高い電壓を生じており危険ではなかろうか。印加點に避雷

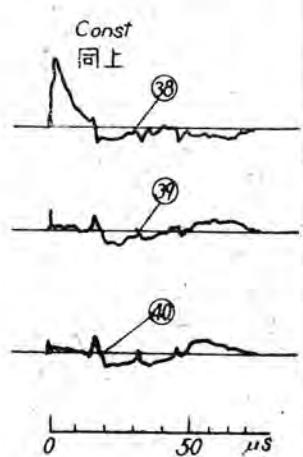
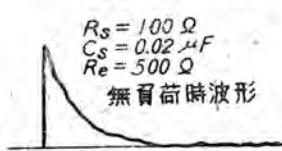
器を挿入すると⑩の電位は約10%程度抑えられる。

ニ. ハと同様にして⑩に避雷器を挿入すると、中性點⑩の電位を約43%に抑えることができ、中性點に避雷器を挿入しておけば、中性點の絶縁強度を $1/\sqrt{3}$ (58%)に低下しても充分であることがいえる。中性點の絶縁強度を $1/\sqrt{3}$ にすれば変圧器の資材が節約できる。なお中性點に用いる避雷器は線路に用いるもの

### (III) 送電線を通じて大峰の発電機

イ. ⑩より印加⑩⑩ 500Ω 接地

大峰発電機中性點開放



第2圖(二)

より動作責務は軽いものでよい。

以上人一△変圧器と発電機一臺接続の場

合の実験結果を要約すると

(1) 一線より衝撃波が侵入した場合は、到來波々高値に耐え得るなら異常振動により破壊されることはない。

(2) 三相同時に衝撃波が侵入した際は、低壓側にかなり危険性があるが、動作時間に遅れのない避雷器を用うるならば高壓側、低壓側共に充分保護できる。避雷器が信用できなければ、低壓側に Surge absorber の必要を認める。Surge absorber は静電的誘導を取除くに有效である。

(3) 母線、発電機の接続された変圧器の低壓側のインピーダンスを 500Ω にて代表することは好ましくない。

(4) 中性點に避雷器を用い、中性點の絶縁強度を $1/\sqrt{3}$ に低下するのは實用上差支えなく、値段の安い變圧器を作り得る。

(5) P.T., C.T. の二次側の電位を測定した實驗では測定線の影響のために配電盤裏の實際の電位は測り得なかつたがかなり高い電圧が誘起する。

(6) C.T. の前より衝撃波を印加すると、C.T. により波頭部に振動を重疊して、次第に尖った如き波形になる傾向を示し、變圧器の前で幾分電位が上昇する。

[IV] △—△變圧器、人一△變圧器共に接続された場合(オシロ省略)

この場合は△—△、人一△變圧器が單獨にある場合の組合されたものに過ぎず別に異なるところはない。⑩より印加した場合⑩、⑪の波頭にC.T., P.T.の影響で小さな振動が重疊されることも前と同様である。また避雷器を⑩、⑪、⑫などに挿入して見たが、70KV側母線の長さが70m程度に過ぎぬため、どこに避雷器を挿入しても實際上大した變化はない。C.T.の保護のためにもC.T.の前に避雷器を挿入するのが至當である。

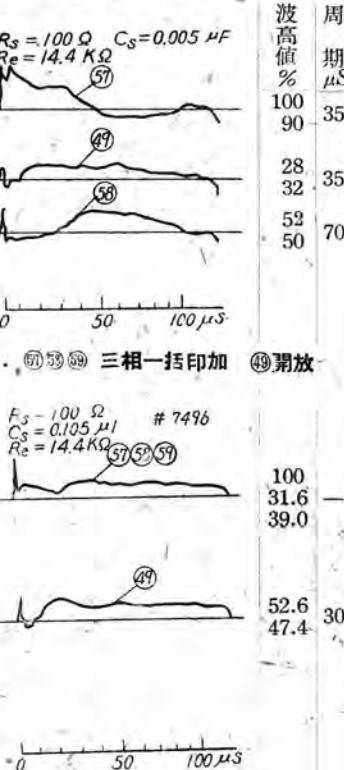
[V] 送電線を通して大峰の発電機、ディスコン #28, #29, #36 開放 イ. ⑩より衝撃波を印加

して⑩⑩ 500Ω にて接地、大峰発電機の中性點開放の場合、約 15 μS の所に反射波あり、片道 7.5 μS となり、大峰送電線の長さが 2123 m であるので

$$2123/7.5 = 283 \text{ (m/μS)}$$

がこの送電線の傳播速度になる。オシログラムより解る通り相當急峻な往復反射があり、落雷の場合には發電機は急峻な雷擊を受ることが豫想されるので、避雷器は優秀なものを使用し充分保護する必要がある。大峰発電機の中性點を接地しても、線路のインピーダンスに比し發電機のインピーダンスが小なるために、中性點開放の場合とはほとんど變化がない。⑩に模擬避雷器を挿入すると反射波は相當少くなるが、しかし發

第2圖(ホ)



電機には相當の電圧がかかると思われる所以、避雷器は送電線の片側のみでなく、両端に遅れのない優秀なものを設置しなければならない。

#### [V1] 大峰送電線のみの場合

イ. ⑩より印加、⑪ 500 Ω 接地にて送電線のみの場合は前と同じく約 15 μS 毎に規則的な往復反射が認められる。⑫⑬三相一括印加の場合も、一線より印加した場合とほとんど同様である。(オシロ省略)

#### [V11] 発電機単獨の場合(G #3 につき実施)

イ. ⑩より印加、⑪ 500 Ω 接地、⑫開放

測定オシログラムにおいて⑩の印加瞬時の立上りは、測定線を長く張つたための影響である。すなわち測定線のサージインピーダンスが、発電機のサージインピーダンスより高いために生じたもので、第一回の発射以降の電圧が発電機端子の電圧である。要するに本場合は印加衝撃波に耐え得るなら、以降の振動により破壊される危険性はない。

なおこの場合、C.T., P.T. の二次側、界磁回路などの電位振動を配電盤裏で測定した結果は、測定線の長さが長いために絶対値は不確であるが、相當高い電圧が生じていることが知られた。とくに界磁線輪回路の⑩には約 5% 程度の電圧が出ており、全波電圧の 90 KV が侵入したとすれば 4.7 KV が補助回路に出ることになり危険である。界磁回路がとくに大きいのは発電機から配電盤に到る線が、11 KV 側饋電線と併行して配線されているためと思う。

中性點⑩接地の場合は接地點からの負の反射波のため波形は稍々抑えられるが大した変化はない。

ロ. ⑩⑪⑫三相一括印加⑪開放の場合、印加瞬時の立上りは測定線のサージインピーダンスが発電機のサージインピーダンスより大なるために生じたものであることは前と同様で、発電機端子にかかる電圧は約 5 μS の 31.6% 以降の電圧である。印加波形において約 35 μS 附近の 39% の振動は過渡現象直視装置の内部インピーダンスが大なるために生じたものであろうと思われる。中性點⑩は 20 μS 附近に 47.4% の振動を示しており危険である。

以上発電機単獨の場合の結果を総合すると

(1) 一線より衝撃波が侵入した時は到來波々高値に耐え得るなら異常振動により破壊される危険性はない。

(2) 三線同時に衝撃波が侵入した時に中性點開放ならば中性點は危険である。

(3) 発電機高壓側より衝撃波が侵入した場合は補助回路に危険な電圧が誘起される。とくに界磁線輪端子にて高く、これは界磁線輪から配電盤に到る導體が高壓側饋電線と平行している部分が長いためと思われる。

## 5. 結 言

以上各種の場合につき測定した結果を総合すると次の如くなる。

#### [1] 變壓器および発電機の接續された場合

(1) 一線より衝撃波が侵入した場合は到來波々高値に耐え得るなら異常振動により破壊される危険性はない。

(2) 三相同時に衝撃波が侵入した場合は、高壓側、低壓側共にかなり高い振動を生じ危険性が多い。

(3) 動作時間に遅れのない優秀な避雷器を用うるならば、高壓側、低壓側共に充分保護できるが、避雷器が信用できなければ、低壓側に Surge absorber の必要を認めろ。Surge absorber は高壓側の保護にはならないが、低壓側の静電的誘導を取除くには效果がある。

(4) 母線、発電機の接続された變壓器の低壓側のインピーダンスは約 60 Ω 程度にて、衝撃試験の際に低壓側を 500 Ω にて代表することは誤差がある。

(5) 人一△變變壓器では中性點に避雷器を用いて、中性點の絶縁レベルを  $1/\sqrt{3}$  に低下しても實用上差支えなく値段の安い變壓器を作り得る。

(6) C.T., P.T. の二次側の電位を配電盤裏で測定した實験では、實際の電位を測定することはできなかつたが、相當高い電圧が生じてゐることが解り、電線を長く張つて屋外作業をする場合には、屋内、屋外共に接地をとる必要がある。

(7) C.T. の前から衝撃波を印加すると、C.T. により波頭部分に小さな振動を重疊して變壓器前で幾分電位が上昇する傾向にある。しかしながらこれは大した變化なく、測定誤差内に蔽われるのである。

なお、志津川發電所の如く C.T. と變壓器間の距離の短いものではどこに避雷器を入れてもほとんど變化がなく侵入波はまづ O.T. に突入するから、避雷器は C.T. の前に取付けるのが至當であると思う。

#### [11] 大峰送電線について

(1) 急峻な往復反射が歸つて来るところより考え、発電機は相當急峻な衝撃波がかかることが解る。この保護のために送電線の一方のみでなく両端に優秀な避雷器を挿入する必要がある。

(2) 発電機の中性點を接地しても解放にしても大なる変化はない。

#### [111] 発電機単獨の場合

(1) 一線より衝撃波が侵入した場合は到來波々高値に耐え得るならば異常振動により破壊される危険性はない。

(2) 三相同時に衝撃波が侵入し、中性點開放の場合には、中性點は危険である。

(3) 発電機高壓側より衝撃波が侵入した場合は、補助回路に危険な電圧を生ずる。とくに界磁線輪端子は危険で、これは界磁線輪より配電盤に到る導體が高壓側饋電線と併行しているためであると思われる。

以上の結果から本測定により、既設の發電所全體として、各機器単獨では見出せない結果を得ることができて大なる効果を収め得たことと思考する次第である。

なお、本測定に當り多大の御便宜を賜つた日發近畿支店および宇治川地區電力所、ならびに終始實驗に協同し援助を惜しまれなかつた志津川發電所中山主任および長谷川氏に感謝すると共に、實驗に協同された日發近畿支店毛利氏、宇治川地區電力所亭島氏、木村氏に深謝する次第である。

# 銀-テルル抵抗體の試作研究

この報告は、電氣計器の目盛に對する溫度補償用直列抵抗體としてのテルル 85%，銀 15%より成る合金に關し、原料テルルの處理、抵抗體製作の方法および試作品の試験成績などについての研究經過を述べたものである。

研究所 菅野正雄

## 1. 緒言

電氣計器の目盛に對する溫度補償の一方法として、抵抗の溫度係數が負であり、しかも抵抗-溫度特性がなるべく直線的な抵抗體を利用することが考えられ、實際にも炭素、或る種のカーバイドおよび金屬酸化物などがその目的に試作されていた。本文に説明する銀-テルル抵抗體は、テルルの抵抗-溫度係數が著しい負の値をもつことを利用し、さらにその特性を改善するためにこれに銀15%を合金せしめたものであつて、これについての研究はすでに文献①にもみえているのであるが、本邦においては全く普及されておらなかつたものである。したがつて國産の材料を用いてつくられたこの種の抵抗體については種々の點から考察を加える必要があるわけであつて、これに關し、常所において實驗研究して得られた結果の概略をここに報告して御参考に供する次第である。

## 2. 原料テルルの處理

原料テルルは三菱鎳業株式會社大阪製煉所において、銅製煉の際の副產物として得られるセレンからさらに分離採取されたものであつて、その純度は大體次の分析結果から知られる通りである。

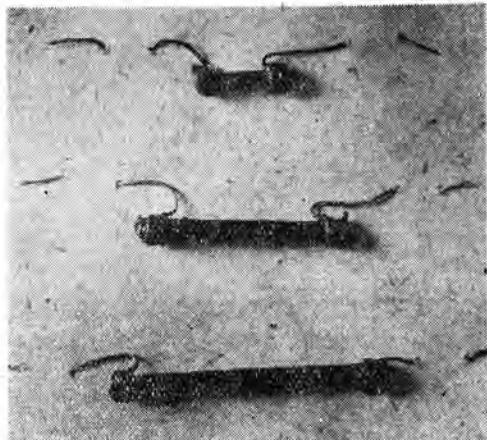
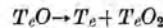
$C_u$	$F_e$	S	$S_e$	$S_t$	$T_e$
1.0	痕跡	0.1	1.0	0.1	殘餘 (%)

しかし、この原料をそのまま用いて次節に述べるような方法によつてつくられた抵抗體の抵抗-溫度係數は甚だ小さく、その比抵抗もまた低い。二、三の豫備實驗結果からの考察によれば、上の分析結果におけるテルルは全部が全部單體として存在するものではなく、一部は一酸化テルル ( $T_eO$ ) および二酸化テルル ( $T_eO_2$ ) の形になつていて、これらが抵抗體の性質を悪くしているものである。したがつてこれらの酸化テルルを除く處理を施さなければならぬが、それは次の如き方法によつた。

### 2. 1 熔融處理 原料テルルを坩堝に入れ、その熔融

點(約  $452^{\circ}\text{C}$ )より充分に高い溫度まで加熱する時生ずるテルル蒸氣を再結晶させれば、相當純度の改善されたテルル結晶が得られるが、これを用いてつくつた抵抗體の性質は良好であつて、文献(1)に示されたものと大差はない程度である。

一方、坩堝内においてはその底部に少量の  $T_eO_2$  が沈澱し、<sup>\*</sup> その上に熔融テルルが浮いてる状態となる。この  $T_eO_2$  は原料中に初めから存在したものと、加熱によつて原料中の  $T_eO$  が分解し



第 1 圖

の如くに變化して生じたものとであろう。このようにして坩堝内で得られるテルルには、不揮發性不純物は元の原料よりもかえつてその割合が多くなつてゐるにもかかわらず、それを用いてつくつた抵抗體の性質は、再結晶テルルからつくられたものとくらべてほとんど變りがない。このことは第4節において説明する實驗によつてさらに確められる。

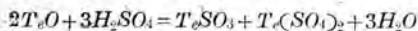
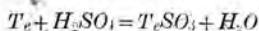
なお、前記二種類のテルルについての分析結果は

\*  $T_eO_2$  の検出は、それを  $NH_4Cl$  と共に加熱する時それらの混合物は最初は黃色、後に橙色となる反応によつた。

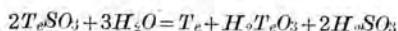
	$C_u$	$F_e$	$S$	$S_e$	$S_t$	$T_e$
再結晶物	—	痕跡	0.07	—	0.11	残餘(%)
殘留物	2.24	0.60	0.53	0.61	0.81	残餘(%)

となつてゐる。

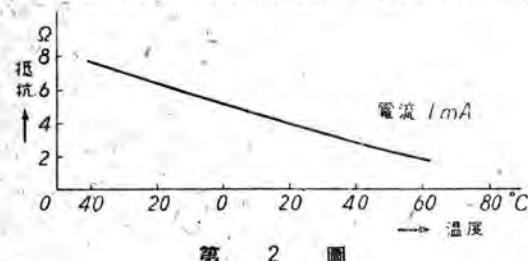
2.2 濃硫酸處理 原料テルルを粉末として坩堝に入れ、これに濃硫酸を注ぎ徐々に加熱する時は、 $T_eO_2$  は溶解し、 $T_eO$  および  $T_e$  は次式に示す反応により赤色乃至赤紫色の  $T_eSO_3$  となる。



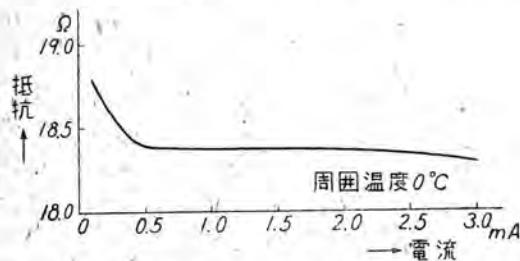
次にこのものに多量の水を注げば烈しく發熱しながら次式によりテルルの黒色沈澱が得られる。これを充分に水



洗して後乾燥する。このようにして得られたテルルを用



第 2 圖



第 3 圖

いてつくつた抵抗體の性質は熔融處理の方法によつて得られたものと同様良好である。

なお、加熱の際、熱し過ぎる時は  $T_eSO_3$  は  $SO_2$  を發して無色の硫酸鹽に變ずるから、加熱は  $SO_2$  を發生しない程度に止めておくべきである。

このような濃硫酸處理法によれば原料テルル中の不純物の一つである  $C_u$  も相當に溶解し去られるので、熔融處理法よりも優れているものと考えられる。

### 3. 抵抗體の製作とその電氣的性質

抵抗體の試作は次に述べるような方法によつた。

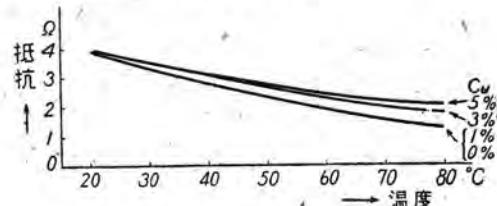
まず、前節で説明した方法で處理されたテルルを微粉

末としてそれに銀粉 15% (重量) を混入し、坩堝内でよく攪拌しながら熔融する。この熔融物を冷却した後碎いて再び微粉末とし、これを内徑 2~5 mm、長さ 10 cm 程度の底のあるガラス管に入れて充分に壓し固める。次にこのものを適當に加熱して管内の合金粉末を充分よく熔かし、後冷却してこれを凝固させる。しかし後、ガラス管を壊して内部の抵抗體を取り出し、適當の長さに切断し、その両端に銅鍍金を施し、さらにその上に半田蠟を被せてそこに導線を半田着けする。また抵抗體の全表面には適當な塗料を塗りつけ、最後にこれを恒温槽で 120°C 附近に 15~20 時間保ち、後徐冷して使用に供する。その二、三の例を第 1 圖の寫眞に示す。

このようにしてつくられた抵抗體の比抵抗値は 20°C において 0.7~1.0 Ω cm となつており、またその抵抗一溫度特性は第 2 圖に示す如くであつて、その直線性はかなり良好であり、20°C における溫度係数は大體  $-1.5\%/\text{°C}$  となつてゐる。(圖には便宜上 20°C における抵抗値が 4 Ω であるように書いてある。)

また、一定溫度において測定電流を變化した場合、その抵抗値の變化は第 3 圖に示す如くであつて、0.5~2.0 mA (電流密度 0.08~0.3 mA/mm²) では略々一定と考えて差支えない。

また、この種の抵抗體の銅に對する熱起電力の測定結果は略々  $0.3 \text{ mV}/\text{°C}$  となつてゐる。(ただし冷接點は 0°C、高溫接點は 100°C としてある。)



第 4 圖

### 4. 不純物としての銅およびセレンの影響

製煉所において原料テルルをつくる経路からわかるように、その中の不純物として最も問題となるのは銅とセレンである。しかして試作の初において未處理の原料を用いてつくつた抵抗體の性質の不良であつた原因が、或いはこれらの不純物の存在のためではないかとの疑も持たれたのでそれらの影響を調べてみるために次の實験を行つてみたのである。

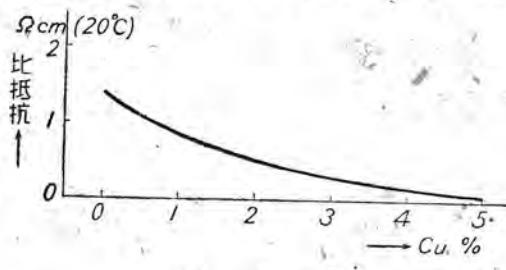
まず第 2 節において説明した熔融處理の方法で得られた坩堝内殘留テルルに、順次、銅を夫々、1, 3, 5% だけ餘分に加えたものの 85% と銀 15% とから成る抵抗

體をつくり、これに前に述べたと同様の熱處理を施してその比抵抗および抵抗の温度係数を測定した。その結果は第4図および第5図に示す通りであるが、これから判断すれば、原料中に銅が1~2%程度含まれていても、それに第2節において述べたような処理を施しさえすれば、それからつくられた銀-テルル抵抗體の性質は大して悪くなることはないものと考えられる。

次にセレンについて、銅の場合と同様の考え方の下に実験を行つてみた。その結果は第6図および第7図に示す通りであつて、これから、原料中に2~3%のセレンが含まれていても、それに第2節において述べた処理を施しさえすれば、それから作られた銀-テルル抵抗體の性質には著しい変化はないものと考えられる。

## 5. 端子の問題

抵抗體の端子としては、第3節において述べたように、まずその両端に銅鍍金を施し、その上に導線を半田着けしているが、鍍金不良のものでは、温度の升降に對し第8図に示すような“ジグザグ”状の抵抗値變化が必ず見受けられる。この現象は端子を鍍金によらずに、單に導線を抵抗體に強く巻きつけた程度の場合にも見受けられるものであつて、このことは純テルル抵抗體につきす



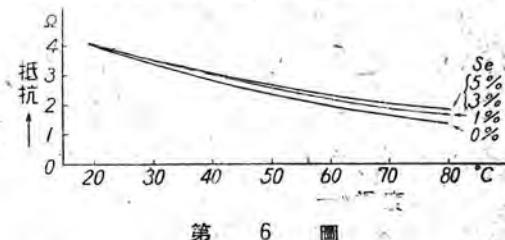
第5図

で文獻(2)にも示されているところであるが、そこでは、この現象の原因は抵抗體の内部に割目が入るためだと言つている。しかしながら一方では、それならばテルルに銅などの金属を不純物として含ませた場合、このような現象は相當に軽減される筈であると考えられるのに少しもそのようなことが認められないとも述べている。じかしてその場合の端子は抵抗體の両端に鍍線を熔かしこんでつくられてるので、それは機械的には相當強固にとりつけられてあるとはいゝ、電氣的接觸は充分良好となつてゐるかどうかは疑わしい。鍍金の良好な場合は、抵抗體と鍍金との間には導電性の良い黒紫色の中間層ができるので、これが両者の電氣的接觸を良好たらしめていることが認められるのであつて、以上の事實から、抵抗値の“ジグザグ”状變化は、抵抗體に生ずる割目

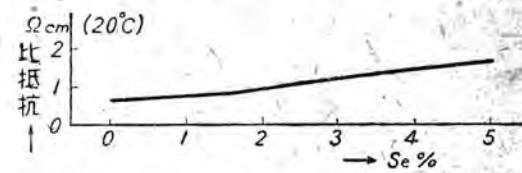
のせいではなく、抵抗體と導線との電氣的接觸の不充分なことから起るものと考えられるのである。

## 6. テルルと銀との混合比を変化した場合の抵抗一温度特性

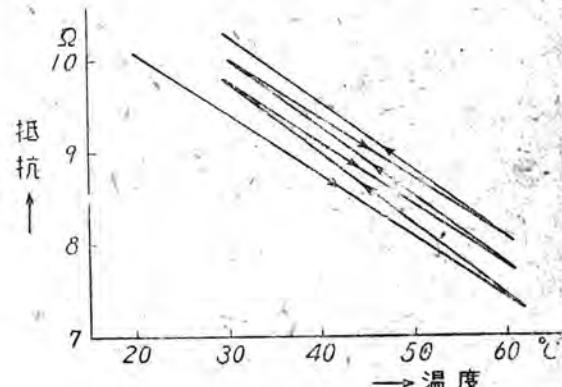
テルルと銀との合比を85%と15%とに定めたのは文獻(1)によつたものであるが、實際製作の際には、この混合比は多少變化するであろうから、もしこの僅かな變化に對しても抵抗特性が著しく變るということがあれば、性質の揃つた抵抗體を數多くつくることに困難を生ずるわけである。それで銀をテルルに對しそれぞれ10%



第6図

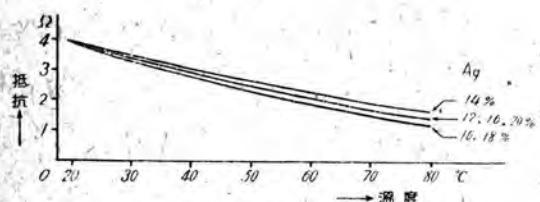


第7図



第8図

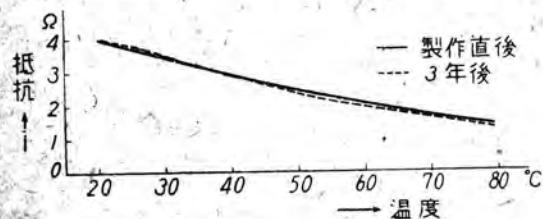
12, 14, 16, 18, 20%混合して後、銀15%混入の場合と同様の処理を施してつくられた抵抗體についてその抵抗一温度特性を調べてみた。その結果は、9図に示す如くであり、またそれらの比抵抗はいづれも大略0.7~1.0Ω cm程度である。これらを銀15%の場合の曲線と比較してみると、多少混合の割合が變化しても抵抗一温度特性には著しい影響はないものと考えられる。



第 9 圖

## 7. 経年変化

この種の抵抗體を實際使用するに當つては、その経年變化が相當問題となるので、抵抗體の製作後凡そ3年間



第 10 圖

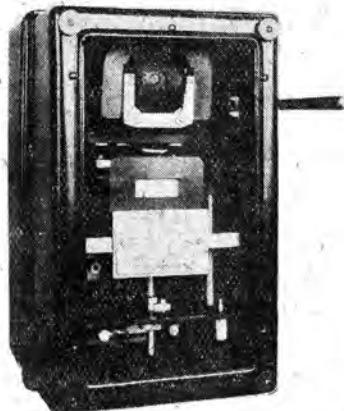
## 新 製 品 紹 介

### MH 型高速度過電流繼電器

★水銀整流器の格子制御回路などに ぜひ

本器をお備え下さい。

過電流や短絡電流を 瞬時に遮断致します。

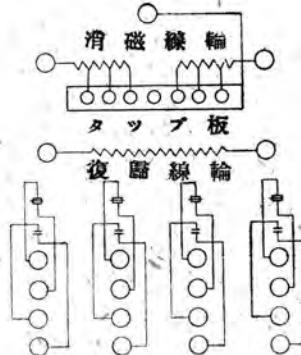


動 作 時 間 5/1,000 秒  
(死時間 3.5/1,000 秒)

接點間隙走行時間 1.5/1,000 秒

復歸装置によつて

MH-M 型(電磁復歸) があります。  
MH-L 型(手動復歸)



放置したもの数個についてそれを調べてみたところ、これらの抵抗値の變化は室温において±5%以内にあり、また抵抗-温度係数は第10圖に示した一例にみる如く僅かに變化しているようである。

## 8. 結 言

以上は戦時中、航技協會第9部會、第13分科會第6班における研究課題の一つとして筆者の行つた試験研究の経過を述べたものであつて、終戦後は研究を中絶している。しかしてこの種の抵抗體が實用化されるまではさらに検討されるべき事項が少くないのであるが、たまたま今春、金屬學會において中間報告的な發表を行つたのでそれを記録にのこす意味でここに報告したものである。ついでこの機會に、種々御助言を與えられた同僚の方々にここで厚く御禮を述べる次第である。

なお、この研究に關して御指導を賜わつた當研究所の大野課長ならびに測定について御協力願つた伊丹製作所の新井、小川両技師に感謝の意を表したい。

## 文 獻

- (1) H.T. Faus : E.E., 56, 1128 (1937).
- (2) C.H. Cartwright and M. Haberfeld-Schwarz : Proc. Roy. Soc., A, 148, 648 (1935).

# 柱上變壓器燒損防止器

最近當社で完成した柱上變壓器燒損防止器は從來のこの種製品に比較してその特性に種々の特徴を有するもので、過負荷による變壓器の燒損を防止すると共に、變壓器の種々の負荷状態に應じてその全容量を最も有効に使用し得るものである。本文は變壓器燒損防止器としての具備すべき諸條件、および諸特性について述べ、つぎに實際に製作したもの構造、動作、特性、ならびに試験成績などについて述べたものである。

神戸製作所 藤井重夫

## 1. 緒言

この裝置は柱上變壓器が過負荷により燒損することを防止する目的に使用されるもので、近年各製造家において種々の型式のものが製作され、すでにある範囲實用に供せられて居るが、これ等のもの多くは油温のみを基準として動作するもので、例えは油温が $75^{\circ}\text{C}$ になると、變壓器の一次例を自動的に遮断し、油温が $65^{\circ}\text{C}$ 迄降下すると、自動的に再閉路するものである。

しかし變壓器燒損防止器本來の目的は、變壓器内部の最高温度を制限することによつて變壓器線輪の燒損を防止することに在るべきで、常に油温のみを基準とするようなものでは、とくに著しい過負荷の範囲において、その目的を達成し得ない場合が多い。

何故なれば、著しい過負荷の場合、線輪温度は急激に上昇するが、油温の上昇は相當の時間的遅れがあるため、油温が $75^{\circ}\text{C}$ 迄上昇する場合、線輪温度はその許容最高温度を突破して意外の高温度となる虞れが多分にあるからである。このことは他面において、とくに油温が低い場合、相當の長時間、過大の尖頭負荷を許容することを意味して居るのである。

尙 $10\text{ KVA}$ 程度の變壓器において、周囲温度 $35^{\circ}\text{C}$ の時、油の最終温度が $75^{\circ}\text{C}$ 内外となるのは $90\%$ の負荷状態であるものもあるから、變壓器の使用限度を $75^{\circ}\text{C}$ で制限することは、變壓器をその全容量以下に制限することとなり、變壓器容量を有效地に使用することができない譯である。

この様な見地から考えて、油温のみを基準とする保護方式は合理的な手段でないことが明白である。

今回當社で完成した燒損防止器は、從來のこの種裝置の上述の缺點を改善し、後述するように、その動作特性に變壓器の油温、およびその負荷状態の二つの要素を導

入したもので、常に變壓器線輪の許容最高温度を基準として動作するように設計せられたものである。

## 2. 變壓器燒損防止器としての具備すべき條件

變壓器燒損防止器の具備すべき條件としては次の諸點が挙げられる。

1. 小型軽量で安價であること。
2. 充分な絶縁抵抗、および絶縁耐力を有すること。
3. 高温または低温において破損し、或いは狂いを生じないこと。
4. 動作が確實で壽命の長いこと。
5. 接點は速断遮断であつて衝撃により誤動作しないこと。
6. 接點は實用回路において全負荷電流の3倍を1500回以上断續して動作に異状のこと。
7. 油温 $65^{\circ}\text{C}$ において自動的に再閉路すること。
8. 變壓器線輪をその許容最高温度を基準として保護するものであること。
9. 過大の尖頭負荷の場合は線輪がその許容最高温度に達するのを待たずに、その尖頭度に應じて速かに遮断すること。

つぎに上記條件中(8,9)を満足させるために如何なる特性を持たせるべきかについて述べてみたい。

## 3. 變壓器燒損防止器としての具備すべき特性

變壓器内部の温度は常にその線輪において最高であつて周囲温度 $35^{\circ}\text{C}$ の場合 $65^{\circ}\text{C}$ の温度上昇を許すとして、輪軸の許容最高温度は $100^{\circ}\text{C}$ である。

したがつて變壓器の如何なる負荷状態においても、線輪がこの許容最高温度を超過しないように保護すべきであると思われる。

なおまた變壓器に対する過大の尖頭負荷の場合は、線

期やその許容最高温度に達するを待たずには、その尖頭度に應じて速かに回路を遮断し需要家に對して注意を與えるようにしたが良いと思われる。

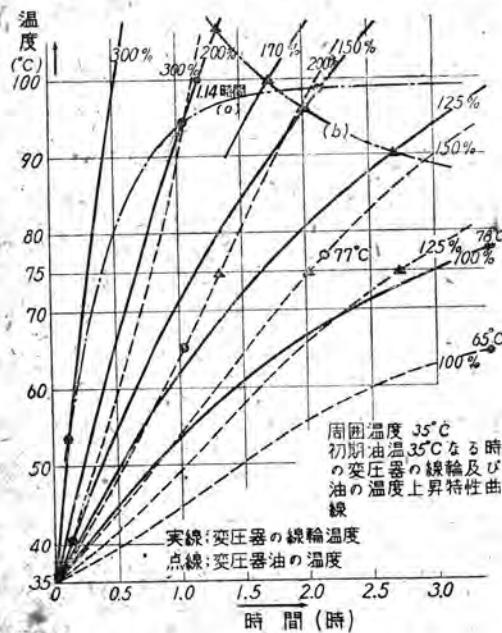
第1圖は10 KVA 柱上變壓器において、周圍温度、初期油温共に $35^{\circ}\text{C}$ の場合、各負荷状態における温度上昇特性の一例を示すもので、實線は變壓器線輪の温度上昇を、點線は油の温度上昇を示す。

第2圖は周圍温度 $35^{\circ}\text{C}$ 、初期油温 $65^{\circ}\text{C}$ の場合の同様な温度上昇特性曲線を示す。

このような變壓器において線輪温度をその許容最高温度 $100^{\circ}\text{C}$ に制限しようとする場合、例えば第1圖で

どの曲線が示されるが、實際問題としては過大の尖頭負荷の場合には、線輪温度が $100^{\circ}\text{C}$ に達するのを待たずには、その尖頭度に應じて速かに回路を遮断し、需要家に注意を與え得ることが必要であつて、著るしい過負荷の範囲では、(X) (Y) (Z)など示される所要遮断時間以内に遮断するような特性を持たすようにしたが良いと思われる。

本装置にこのような特性を持たせるならば、油温は $85^{\circ}\text{C}$ 迄許容することとなるが、線輪温度はその許容最高温度 $100^{\circ}\text{C}$ を超過するようなことは無く、しかも著るしい過負荷の場合、その程度に應じて速かに回路を遮



第1圖 10 KVA 柱上變壓器溫度特性

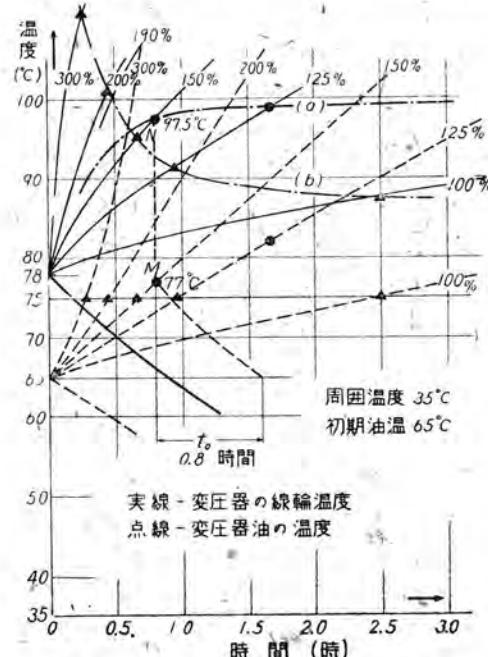
200% 過負荷の場合には、線輪温度が $35^{\circ}\text{C}$ から $100^{\circ}\text{C}$ に達するまでには $1.14$ 時間要する譯で、この時間内に回路を遮断すれば遮断時の線輪温度は $100^{\circ}\text{C}$ 以下であることになる。

この様にして種々な負荷に對する所要遮断時間の關係を求める第3圖(X), (Y), (Z)などの曲線が得られる。

これ等の曲線はいづれも周圍温度 $35^{\circ}\text{C}$ の場合であるが、曲線(X)は初期油温 $35^{\circ}\text{C}$ , (Y)は $65^{\circ}\text{C}$ , (Z)は $85^{\circ}\text{C}$ の場合である。

したがつてこれ等特性は初期油温の上昇と共に(X)→(Y)→(Z)と移行するものであることが解る。

このように變壓器線輪の最高温度を $100^{\circ}\text{C}$ に制限する場合、過負荷と遮断時間との關係は(X) (Y) (Z)な



第2圖 10 KVA 柱上變壓器溫度上昇特性

遮断して需要家に注意を與えることができることとなる。

#### 4. 本装置の構造、動作、および性能

第4圖および第5圖はこの装置の構造、ならびに外観を示し、第6圖はその内部結構を示す。

この装置の外形寸法は $105 \times 40 \times 35$ で、20 KVA以下の柱上變壓器のいづれにも適用できるものである。

この装置は第6圖に示すように、變壓器一次側負荷電流により加熱せられるバイメタル板、およびその変形により動作する小型速動開閉器とが主要部として構成され、装置全體を變壓器油中に浸漬取付けるものである。

したがつてバイメタル板は油温、および變壓器の負荷状態に相當する抵抗線の發熱量との二要素によつて動作

することになる。

負荷電流によるバイメタル板の加熱作用はこの装置の動作特性を左右するもので、諸種の実験結果を総合して前述したところの本装置の具備すべき實際的所要特性を持たせるように調整せられたものである。

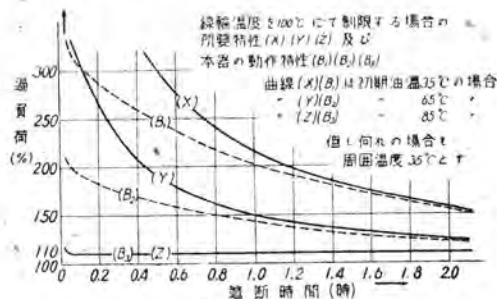
連動閉開器の接點は特殊合金を使用し、當時 3,300V, 10 kVA 變圧器の 300% 過負荷電流を継続通電し、また瞬時短絡電流を通電して異状のない大きさと接觸壓力とを保持し上記変圧器の過負荷遮断電流、および閉路時過渡突入電流に對し充分の容量を持つものとしてある。

この閉路時過渡突入電流は屢々瞬時に、全負荷電流の數十程倍度にも達するものであるから、速動閉開器接點はその遮断容量よりもむしろ投入容量において、充分の能力を持たせる必要がある。

## 5. 本装置の動作特性

この装置の動作特性は使用する變壓器の特性に應じていかようにも決める事ができるが、一例として上述の 10 KVA 用のものにつきその特性を述べて見たい。

本装置を油槽中に浸漬して種々の油温とした場合、各過負荷電流に對する動作時間の關係曲線を求めたものか



第3圖 10 KVA 柱上變壓器用燒損防止器動作特性

第7図に示すもので、例えば図中(a)曲線によれば、油温 65°C 一定の場合には、200% 以下の過負荷では動作せぬことを示す。

しかし実際にこれを變壓器保護に使用する場合は、過負荷により油温は次第に上昇するから、もし油温が  $77^{\circ}\text{C}$  迄上昇したとすれば 150%過負荷でも動作することが解る。

第2圖に明らかなように 150% 負荷において油温が  
65°C から 77°C に上昇するに要する時間は 0.8 時間と  
求められ、かくして變壓器の種々の使用状態において、  
過負荷と本装置の動作時間との関係を求めるに第3圖中  
(B<sub>1</sub>) (B<sub>2</sub>) (B<sub>3</sub>) 曲線が得られる。

(B<sub>4</sub>) 曲線は初期油温 85°C の場合であつて、第 7 図

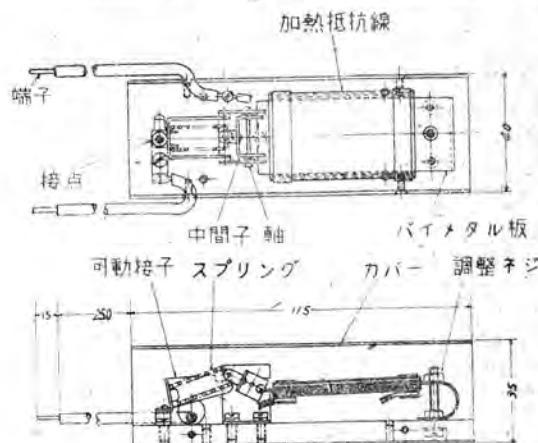
(b) 曲線より明らかなように 110% 以上の過負荷においては、油温が 85°C 一定であつても直ちに動作するのであるから、當然この場合 ( $B_3$ ) 特性と所要 ( $Z$ ) 特性とは完全に一致することとなる。

圖に明瞭であるように初期油温  $35^{\circ}\text{C}$  より  $85^{\circ}\text{C}$  迄の變化に對し、 $(B_1)$   $(B_2)$   $(B_3)$  種特性は常に  $(X)$   $(Y)$   $(Z)$  で制限する温度上界以下で本装置を動作させることを示し、總壓器を安全に保護し得ることがわかる。

これを第1圖第2圖において説明すれば、一例として第2圖において、150%負荷により油温が65°Cより77°C迄上昇してこの装置が動作するとし、この點をM點とすると、これに對應する線輪温度はN點で示されるから、各負荷状態における遮断時線輪温度は第1圖、第2圖中曲線(a)によつて示される。

これによると低過負荷では  $100^{\circ}\text{C}$  に接近し、高過負荷では比較的低温度で遮断することとなる。

初期油温が  $85^{\circ}\text{C}$  となる場合のこの曲線は圖示してな



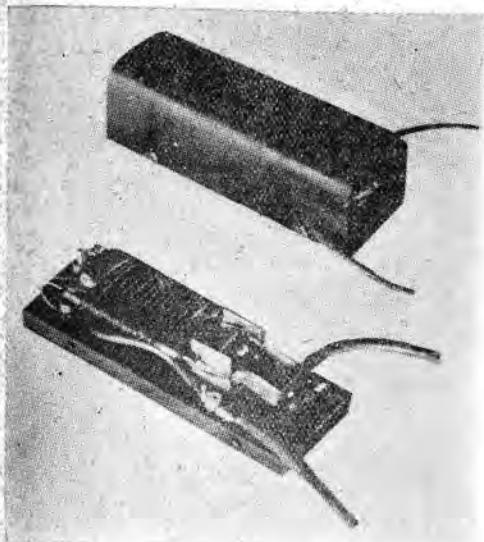
第 4 圖 變壓器燒損防止器組立圖

いが、負荷の如何にかかはらず遮断時の線輪温度は 100°C 一定の直線となることは明瞭である。

つぎに本装置の自動復帰温度は調整ネジによつていか  
ようにも調整可能であるが、當社の標準品は油温 65°C  
において自動復帰するように調整せられているから、例  
えば油温 77°C で遮断せられたような場合は、第 2 圖に  
示すように 0.8 時間停電することとなる。

これは變壓器の遮断時油温が高い程長時間停電する傾向を有し、遮断時油温が  $65^{\circ}\text{C}$  以下の場合には比較的短時間に再閉路し、適度の周期を以て回路を断續して、需要家に注意を與えるような特性を有しているから、實用上最も適當なものであると考えられる。

以上説明したことを要約すれば



第5圖 變壓器燒損防止器外形寫真

- (イ) 本装置は常に變壓器線輪をその許容最高温度を基準として保護するように調整されているものであること。
- (ロ) 負荷状態の如何にかかわらず、變壓器の全容量を最も効率的に使用可能とするものであること。
- (ハ) 著しい過負荷の場合には比較的速かに回路を遮断すること。
- (ニ) 自動復歸温度は  $65^{\circ}\text{C}$  に調整されていること。
- (ホ) 遮断時油温が高い場合には長時間、低い場合には比較的短時間停電するものであること。

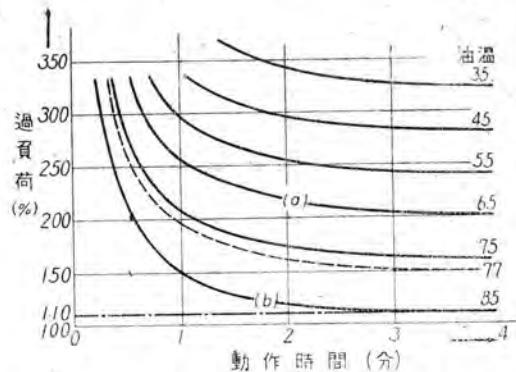
などである。

本装置の以上のような特性に比較し油温のみを基準として動作するものにおいては、例えば油温  $75^{\circ}\text{C}$  で制限するものでは、遮断時線輪温度は第1圖第2圖中(1)曲線に示すようになり、初期油温  $35^{\circ}\text{C}$  および  $65^{\circ}\text{C}$  の場合、夫々  $170\%$  および  $190\%$  以上の過負荷の時は、遮断時線輪温度はその許容最高温度  $100^{\circ}\text{C}$  を越えることとなり、しかも比較的低負荷の場合には遮断時の線輪温度が低く、變壓器になお充分の餘裕あるにかかわらず負荷を遮断することになり、本装置と相反的な特性であつて適當な保護方式でないことが明白である。

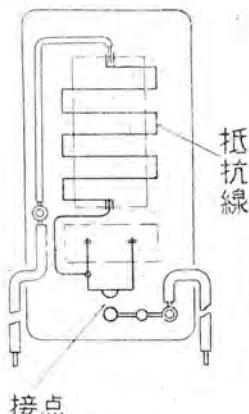
## 6. 本装置の試験成績 (10 KVA 用に對するもの)

この装置に對する社内試験の結果を摘記すればつきのとおりである。

### 1. 接點の接觸壓力、および接觸抵抗



第7圖 10 KVA 柱上變壓器用燒損防止器の油槽中動作特性



第6圖 變壓器燒損防止器結線圖

接觸壓力  $80 \sim 100$  瓦。  
接觸抵抗  $0.03 \sim 0.04 \Omega$ .

2. 連續動作試験。  
3,300 V, 300% 實負荷回路において 2000 回の動作試験後もほとんど動作に異状を認めず、接觸抵抗が多少増加する程度である。
3. 接點の電流容量試験。  
連續通電  $10 \text{ A}$  にて異状なし。  
瞬時短絡電流  $250 \text{ A}$ ,  $0.3$  秒に對し異状なし。
4. 絶縁抵抗、および絶縁耐力。  
絶縁抵抗  $1,000 \text{ V}$  メガーにて  
極間  $100 M\Omega$   
導體ケース間  $120 M\Omega$

絶縁耐力  $10,000 \text{ V}$  1 分間異状なし。

### 5. 動作特性。

これは前述した通りである。

以上の如く良好な性能を有し、連續動作試験の結果は本装置が實用上、充分の壽命を有していることを示すものである。

## 7. 結 言

以上を要するに本装置はその特性、および性能において共に満足すべきものであると考えられる。

しかし今後共さらに研究を重ねて特性の改善、壽命の延長などに努力し、一層良心的な製品として市場に送り度いと考えている

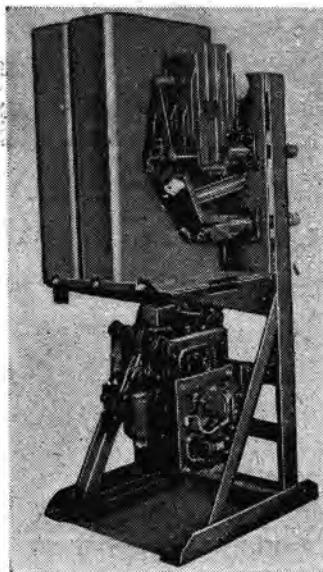
## 新製品紹介

### U型デアイオン交流氣中遮断器

仕様 定格電圧 2,300~11,500 V  
定格電流 600~2,000 A  
遮断容量 50~5000 MVA

- 特徴
- 油および消弧剤を全く使用しないから 保守が簡単である。
  - 短電弧に分割し 圓運動をさせるため電弧時間が短く 寿命が長い。
  - 點検が容易である。

用途 屋内用として工場 變電所 その他開閉の頻繁な所ならびに防爆型として坑内用に採用され ことにミル・モーターや電気爐用の遮断器として適している。



#### 「三菱電機」 VOL. 22 NO. 5 掲載内容

陰極線オシログラフによる全電子放射特性の測定	長沼
有機珪素化合物の研究	馬波
誘導加熱の利用に就いて	小山
鎌山用標準約多段ターピンポンプ	上野
161 VK 用 V 型碍子型遮断器	原田
48-G 型 ラジオ受信機	五十嵐 横
新製品紹介	黒開

#### 新製品紹介

5吋 パーマネント・スピーカー  
「ダイヤトロン」 6 Z P 1 真空管

#### 「三菱電機」 VOL. 22 NO. 7 内容豫定

船舶用 50 W 擴聲装置	春水
CR-3 型 レンジについて	堀田
誘導電動機の軸電流	片山
新製電氣機関車用断流器	小川内
—新製品紹介—	

## 「三菱電機」 VOL. 22 NO. 6

昭和 23 年 11 月 10 日 印刷

昭和 23 年 11 月 15 日 発行

『禁無断轉載』

定價 1 部 金 15 圓 (送料共)

編輯兼發行人

小林稻城

東京都港區麻布竹谷町一一番地

印刷者

大橋松三郎

東京都港區麻布竹谷町一一番地

印刷所

博文堂印刷所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番地

發行所

三菱電機株式会社内

「三菱電機」編輯部

電話丸之内 3344(6)  
日本出版協会会員番号 B213013