

(株) 神戸製鋼所 中央研究所 成田 貴一 尾上 俊雄
石井 照朗 ○草道 竜彦

1. 緒言： エレクトロスラグ融解法において、熔融スラグは凝固スラグ殻を形成し、このスラグ殻が熱的あるいは電気的な抵抗体の役割を果たしている。作業時の融解電流の一部はスラグ浴からスラグ殻を通して鋳型へ流れ、絶縁鋳型 (Insulated Mold) でフッ化物系スラグを用いる場合、作業条件によっては鋳型-鋳塊間にスパークが発生して鋳塊表面に欠陥が生じることもある。このようなスラグ殻の関与する電気的現象はまだ十分には解明されているとはいえない。本研究では小型 ESR 炉を用いて、スラグ浴-鋳型および鋳塊-鋳型間の電気抵抗を測定し、スラグ組成の影響について調査した。

2. 実験方法および結果： 測定に用いた炉は、電源容量 100 kVA、最大 2 次電流 1800 A の交流アーク溶接用トランスおよび 80 mm φ の固定式銅製水冷鋳型である。鋳型-炉底盤間は電気的に絶縁されており、その抵抗は室温において約 1 MΩ である。作業時の全投入電流 I_T および電極-炉底盤間の電圧 E_{E-B} は連続的に記録され、電極 (45 mm φ) における電圧降下は 1 m で約 1 V 程度である。鋳型への漏洩電流によると考えられる鋳型-炉底盤間の電圧 E_{M-B} を定常融解期において 2、3 のスラグについて測定した結果は表 1 のとおりである。酸化物スラグの場合、鋳型-炉底盤間電圧はほぼ 0 であるのに対して、フッ化物系スラグではその変動は大きい、電極-炉底盤間電圧 $1/4 \sim 1/3$ に達している。本実験の場合、鋳塊における電圧降下を無視すると鋳型-炉底盤間電圧は鋳型-鋳塊間電圧に等しくなり、鋳塊の凝固収縮あるいは鋳型のテーパを考慮すると、メタル浴円柱部が鋳塊-鋳型間の電気回路となり、スラグ浴-鋳型の回路とともに、鋳型へのバイパス回路を形成すると推定される。これを図 1 のような等価回路で表わし、鋳型-炉底盤間に可変抵抗 R_x を接続して、その電圧を測定し、各部分の抵抗を求めた。

表 1 鋳型-炉底盤間電圧(V)

slag	E_{M-B}	E_{E-B}
CaO-Al ₂ O ₃	0	28
(CaO-Al ₂ O ₃)-50CaF ₂	7±2	24
CaF ₂ -20CaO	6±2	20
CaF ₂ -35Al ₂ O ₃	8±2	24

すなわち等価回路から R_x と E_{M-B} の関係は (1) 式により

$$E_{M-B}/E_{E-B} = R_x R_{I-M} / (R_{S-M} R_{I-M} + R_x (R_{S-M} + R_{I-M})) \quad (1)$$

表わされ、スラグ浴-鋳型間抵抗 R_{S-M} 、鋳塊 (メタル浴円柱部)-鋳型間抵抗 R_{I-M} およびスラグ浴抵抗 R_S を求めることができる。また鋳型への漏洩電流 I_L は E_{M-B} , E_{E-B} , R_{S-M} , R_{I-M} から計算できる。結果の 1 例は表 2 のとおりであり、スラグ浴-鋳型間抵抗は CaF₂ 量とともにいちじるしく減少するのに対して、鋳塊-

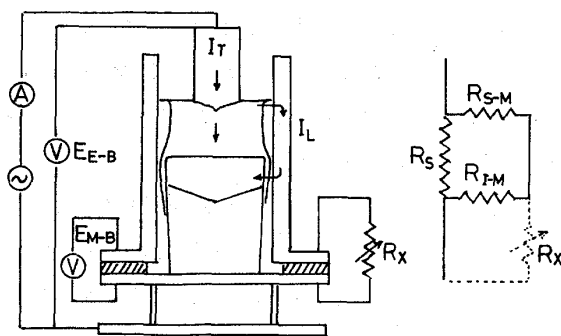


図 1 ESR 模式図および等価回路

鋳型間抵抗の変化は少ない。これはメタル浴円柱部のスラグ殻厚が薄くなるためと考えられる。鋳型への漏洩電流はこれら抵抗値に対応して、CaF₂ 量とともに大きくなり、CaF₂-CaO スラグでは全電流の約 10 % にも達する。非絶縁鋳型 (Live Mold) の場合は、鋳塊-鋳型間電圧が 0 となり、バイパス回路の抵抗が減少して漏洩電流がさらに大きくなる

表 2 スラグ浴、スラグ浴-鋳型、鋳塊-鋳型間抵抗および漏洩電流

slag	$R_{S-M}(\Omega)$	$R_{I-M}(\Omega)$	$R_S(\Omega)$	$I_T(A)$	Insulate		Live
					$I_L(A)$	$I_L/I_T(\%)$	$I_L/I_T(\%)$
(CaO-Al ₂ O ₃)-20CaF ₂	1.6	0.2	0.023	980	10	1	1
(CaO-Al ₂ O ₃)-40CaF ₂	0.5	0.2	0.022	1160	35	3	4
CaF ₂ -20CaO	0.1	0.05	0.017	1400	120	9	12