

130 エレクトロスラグ溶接金属の水素の挙動

名古屋大学工学部
 名古屋大学大学院

益本 功
 篠田 剛
 高橋 庸一

緒言

エレクトロスラグ溶接においては、イオン化したスラグ中を溶滴が移行するので、金属浴中の物質移動および反応に関しては、極性の影響が考えられる。特に、金属浴中にプロトンとして存在すると考えられる水素は、電極が負の場合には電極側に移動し、金属浴が負の場合には逆方向に移動しやすいのではないかと考えられる。一方エレクトロスラグ再溶解法では、鋼塊中の水素含有量におよぼす極性の効果のないことも報告されている。ESWはESRに比して著しく電流密度が高く、スラグ組成も異なっている。そこで本研究は、ESW溶接金属の水素および化学成分の挙動におよぼす極性、フラックス組成および溶接条件の影響について調べた。

実験方法および結果

母材は板厚32mmのSM50を用い、3.2mm直径のESW用市販ワイヤを用いて、溶接を実施した。使用したフラックスはTable 1の化学組成のもので、AシリーズはCaF₂量を変え、BシリーズではCaOとSiO₂の量を変え、塩基度を変化させた。Cシリーズは市販のものである。

Table 1 Chemical compositions of fluxes wt%

Mark	SiO ₂	CaO	MnO	CaF ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	BL
A 1	38.0	24.8	26.9	-	2.2	-	2.9	-	0.4
A 2	34.2	22.3	24.2	10.0	2.0	-	2.6	-	0.3
A 3	30.4	19.8	21.5	20.0	1.8	-	2.3	-	0.3
A 4	26.6	17.4	18.8	30.0	1.5	-	2.0	-	0.3
B 1	28.5	33.6	20.2	10.0	1.7	-	2.2	-	1.4
B 2	34.2	22.3	24.2	10.0	2.0	-	2.6	-	0.3
B 3	43.5	18.6	20.2	10.0	2.0	-	2.6	-	-0.8
C 1	38.4	19.0	21.7	10.0	-	3.4	-	3.1	

水素分析試料は、真空石英管を用いて溶融した溶接金属より採取し、IIV法により拡散性水素量を測定し、さらに真空抽出法により残留素量を測定した。

Aシリーズの各フラックスについて、溶接金属各部の拡散性水素量を比較して、Fig. 1および2に示す。Fig. 1のDCSP、Fig. 2のDCRPいずれの極性においても溶接の初期部において、拡散性水素は大きな値を示しているが、溶接の進行とともに

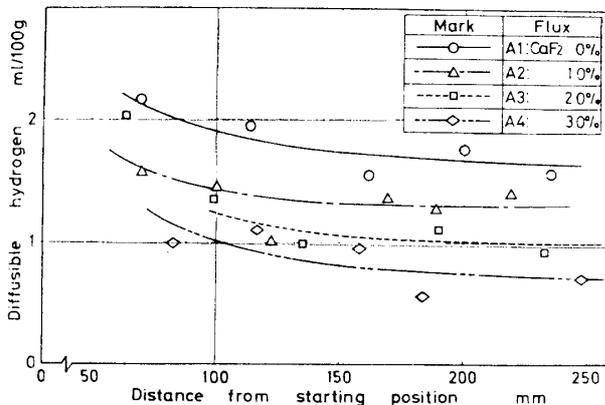


Fig. 1 Relation between diffusible hydrogen content of deposit and distance from starting position of welding: DCSP. 500A. 40V

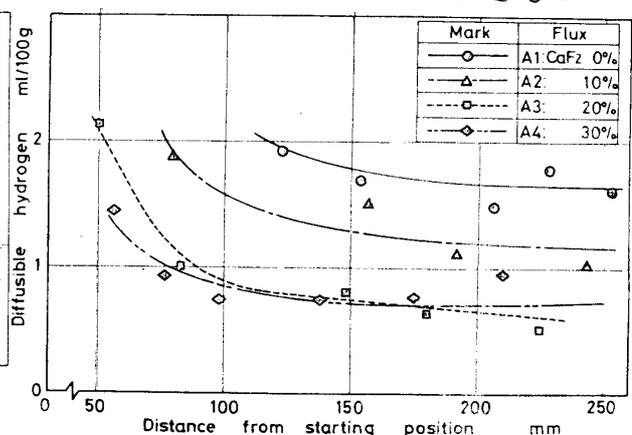


Fig. 2 Relation between diffusible hydrogen content of deposit and distance from starting position of welding: DCRP. 500A. 40V

に減少している。またフラックス中のCaF₂の添加にともない、拡散性水素は減少することが認められる。

Fig. 3は、Fig. 1および2の試料の残留水素量の測定結果を、溶接初期部と溶接終端部とで比較して示したものである。残留水素においては、拡散性水素とは異なり、CaF₂含有量の増加による低下は認められない。これらの実験結果では、拡散性水素量および残留水素量への極性の影響は認められなかった。

Fig. 4は、両極性における溶接金属の拡散性水素量と塩基度の関係を示したものである。塩基度1.4のフラックスの場合、塩基度の低い他の二つのフラックスに比べ、溶接初期部の拡散性水素量が非常に高い。この溶接初期部の高い水素量は、フラックスに添加したCaOによる持ち込み水分の影響と考えられる。塩基度を変えたフラックスを用いた場合の残留水素は、塩基度によらずほぼ一定であり、溶接初期部で1~2 cc/100 g、溶接終端部で0.6~0.8 cc/100 gであり、極性による差異は認められなかった。

ESW溶接金属を、溶接後ただちに氷水中で冷却し、機械加工を行ない、ビード面にグリセリンを塗布することにより、水素の発生状況を連続的に観察した。Photo. 1は、ビードの縦断面の観察結果を示したもので、溶接の開始端で気泡が生じ始め、それが全体に広がっていく。この結果は、溶接部開始端において、拡散性水素量が高いという分析結果と一致している。

なお、Aシリーズの場合の溶接金属の化学組成も、極性による差異は認められなかった。酸素量は、フラックスにCaF₂を添加することにより、減少するが、これはスラグの粘性低下によるものと思われる。酸素量についても、極性による差異は認められなかった。

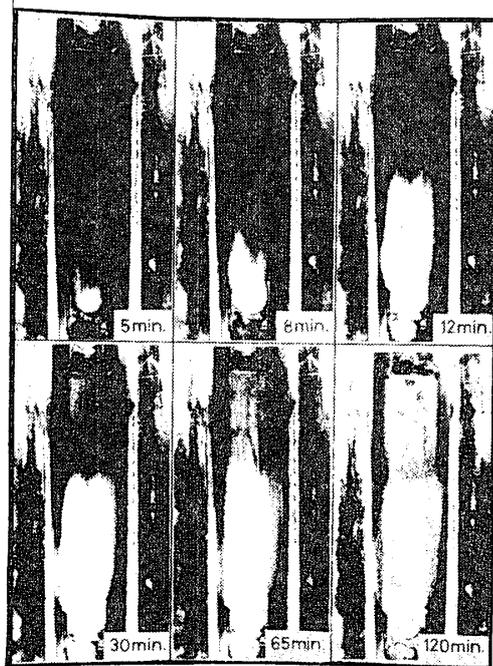


Photo 1 Hydrogen distribution in electroslog weld metal

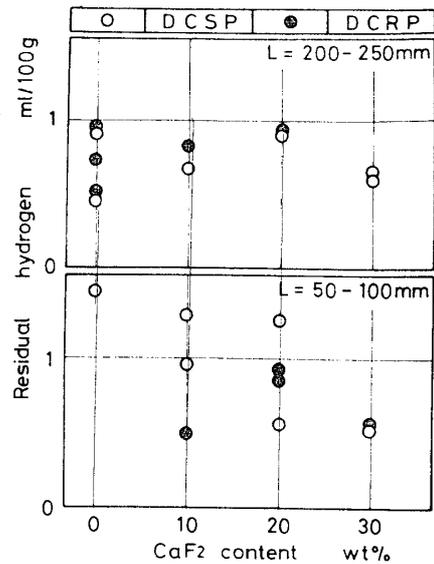


Fig. 3 Effect of CaF₂ content in flux on residual hydrogen content of deposit: 500A, 40V. L=Distance from starting position of welding

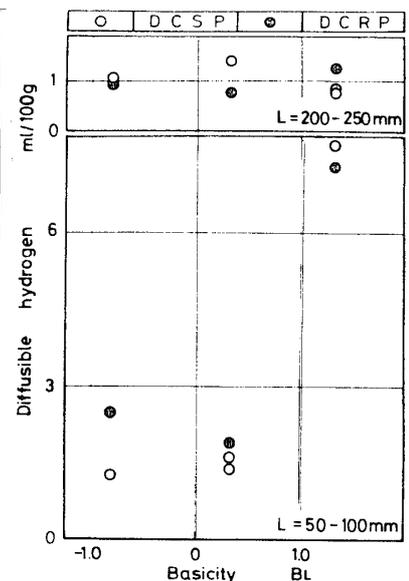


Fig. 4 Effect of basicity of flux on diffusible hydrogen content of deposit: 500A, 40V. L=Distance from starting position of welding