

(279) 熔融CaO-SiO₂-Al₂O₃系スラグの水蒸気溶解速度

東北大学工学部

萬谷志郎 井口泰孝

○永田俊介

I 緒言 水素は鋼の機械的性質に悪影響を及ぼす元素であり、製鋼過程で炉内雰囲気中の水蒸気がビッカリ溶解スラグを介して鋼に侵入する。従って製鋼過程での水素の挙動を解明する上で、溶解スラグへの水蒸気溶解に関する速度論的研究は重要である。従来溶解スラグの水蒸気溶解度に関する研究は、著者らを含め数多く報告されているが、溶解速度に関しては殆ど行われていない。そこで本研究では、その第1段階として、高炉系スラグであるCaO-SiO₂-Al₂O₃系スラグの水蒸気溶解速度を測定した。

II 実験方法 予め大型白金るつぼで目的組成に配合した粉末を1450°Cで溶解し、十分真空脱ガス処理を施して母スラグを得る。この母スラグを厚さ $l=3.5\text{mm}$ と定むるよう約2g白金るつぼに装入し、乾燥Arの下でLaCrO₃炉にて1400°Cで溶解する。十分溶解後、反応管内を真空排気し1時間保持して試料の脱ガスを行ない初期条件を一化にした。この時点で急冷した試料中の水蒸気量 C_0 を初期値とした。その後一定水蒸気分圧に調整したAr-H₂O混合ガスを試料表面に吹き付け、スラグへの水蒸気溶解を開始する。スラグ表面とノズル先端との距離は10mmと定むる。設定時間経過後、るつぼごと急冷し試料採取する。溶解時間 t は5~30分間であり、飽和水蒸気濃度 C_s の測定には最大300分保持した。試料中の水蒸気含量は著者らの確立した真空溶解還元法による。尚本研究では採取試料の全量分析により、平均水蒸気含有量を求めた。以上の手順により溶解時間の变化に対する溶解水蒸気量増加の割合、すなわち溶解速度曲線を得た。

III 実験結果及び考察 得られた結果は次の通りである。(1)水蒸気溶解速度に及ぼす混合ガス流量の影響は、200~900 ml/minの流量範囲内では認められない。(2)水蒸気分圧を増加させた場合($P_{H_2O}=55\sim 289\text{mmHg}$)見掛けの水蒸気溶解速度は増加する。(3)スラグ厚さ l を通常の3.5から5.0mmに変化させた場合、見掛けの水蒸気溶解速度は減少する。このように他の条件を一化にし、 P_{H_2O} 、 l を変化させてもFig.1に示すようにスラグ中の水蒸気増加量は \sqrt{t} に比例する。これら直線の傾きは $\sqrt{P_{H_2O}}$ に比例する。以上の結果より、ガス側抵抗およびガス-スラグ間の化学反応抵抗が無視できると考えられる。従って、本実験条件範囲では溶解スラグへの水蒸気溶解速度はスラグバルブ中の水蒸気の非定常拡散により律速されるものと考えられ、本実験の溶解時間範囲内の速度式として(1)式が示される。

$$(\bar{C}-C_0)/(C_s-C_0) = (2/l)\sqrt{Dt/\pi} \quad (1)$$

(1)式で示される直線の傾きからスラグ中の水蒸気の見掛けの拡散係数 D (cm²/sec)が求まる。 D のスラグ組成依存性について、Fig.2にAl₂O₃含有量を一定として塩基度を変化させた場合を示す。 D は塩基度の低下とともに小さくなり、ほぼ一定値に達する。Fig.3に塩基度一定、Al₂O₃含有量を変化させた結果を示す。塩基度の違いにより異なる傾向を示す。以上のように溶解スラグ中の水蒸気の拡散係数は、スラグ物性と密接な関係が存在する。

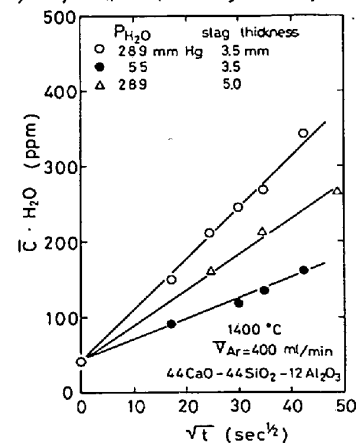


Fig.1 Rate of water dissolution in CaO-SiO₂-Al₂O₃ slags

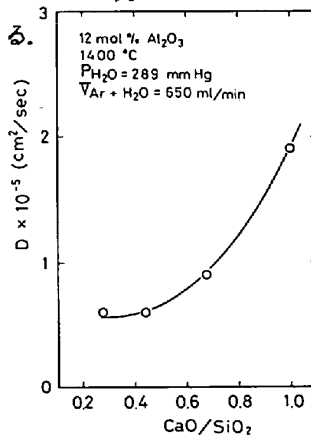


Fig.2 Effect of slag basicity on the diffusion coefficients

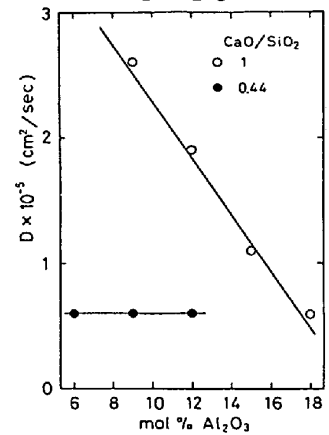


Fig.3 Effect of Al₂O₃ contents on D