

II-150 CWM（高濃度石炭スラリー）の流動特性について

川崎製鉄㈱ 正会員 原 道彦
川崎製鉄㈱ 今井俊雄
川崎製鉄㈱ 太田敬二

1. はじめに

CWM (Coal-Water Mixture; 高濃度石炭スラリー) は、ハンドリングが容易であり、かつ経済的であることから近年特に注目を集めている石炭流体化技術のひとつである。

本研究は、このCWMの管路輸送に着目し、二重円筒型の回転粘度計を用いて実験的に得られたレオグラムから、CWMの流動特性を近似しうる流体モデルを推定するとともに、これを管路輸送した場合の圧力損失の予測を試みたものである。

2. 実験試料ならびに実験方法

第1表に供試石炭の種類ならびに工業分析結果を示す。試料はボールミルによる乾式粉碎を行った後、界面活性剤（花王㈱製 KOAL110；以下活性剤と称する）を混合した水に分散、懸濁させてCWMのスラリーとした。なお、試料石炭の粒度分布は、遠心沈降式粒度分布測定装置（島津製作所㈱ SACP2型）により測定し、図1に示す結果を得た。また、本研究に用いた活性剤は、アニオン系であるが実験に際して特にPH調整は行わず、その結果CWMのPHは7～9の範囲の値を示した。

以上の方法により調整したCWMを用いて、まずCWMの液性限界石炭濃度と活性剤の添加量との関係を次のように調べた。すなわち、水に一定重量比の活性剤を添加した分散媒をスターラで攪拌しながら試料石炭を1〔g〕づつ混合し、目視により液性限界を判定した。なお、実験を通して濃度は全て重量濃度〔wt%〕で表示した。

一方、粘度測定には二重円筒型の回転粘度計（岩本製作所㈱レオメータIR-200）を用い、炭種、濃度の異なる各CWMに対して外筒回転角速度と、この時内筒を吊したワイヤーにかかるトルクとの関係を求めた。さらに、ニュートン流体および代表的な非ニュートン流体モデルであるビンガム流体モデル、ならびにパワーロー流体モデルに近似して平均誤差を求めた。

3. 結果および考察

3.1 CWMの液性限界濃度

表1 試料石炭の工業分析結果

略号	銘柄	産地	比重量 〔kg/m ³ 〕	全水分 〔%〕	灰分 〔%〕	揮発分 〔%〕	固定炭素 〔%〕
SV0	Svonavce	米国	1333	6.5	9.7	23.9	66.2
SRJ	Saraji	豪州	1290	10.0	9.3	19.5	71.2
BLM	Balmer	カナダ	1329	7.5	10.1	20.9	69.0
HOA	大夕張特粉	国内	1347	11.4	5.7	40.0	53.3

図2はCWMの液性限界濃度と活性剤濃度との関係を示したものである。

活性剤無添加の場合には62～64〔%〕であった限界濃度が、活性剤の添加

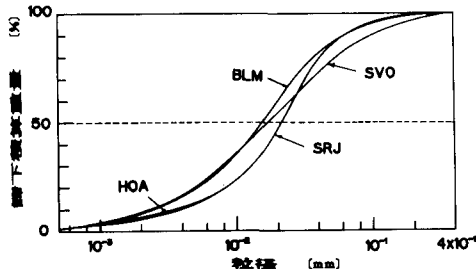


図1 供試石炭の粒度分布

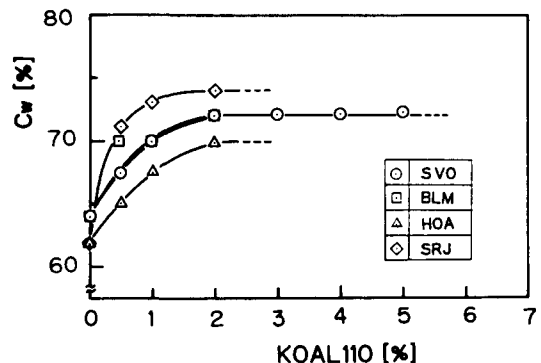


図2 CWMの液性限界濃度と界面活性剤濃度との関係

量と共に上昇し、最終的には70～74（%）の値を示した。炭種により限界濃度の差はあるが、活性剤の添加量は2（%）程度が適量であると考えられる。

3. 2 CWMの流動特性

図3はSRJ炭を用いたCWMの粘度測定時における外筒回転角速度とワイヤーにかかるトルクとの関係を示したものである。図中の実線はニュートン流体、破線はパワーロー流体モデルによる近似曲線をそれぞれ示しているが、この例に代表されるようにパワーローモデルがCWMの流動特性を比較的良好に表しうるのである。なお、ビンガム流体モデルによる近似曲線は、降伏応力 τ_y が負となるため、図中に表示していない。

これらの結果をまとめたのが、図4ならびに図5であり、CWMの流動特性を次式のパワーロー流体モデルによって近似した場合の擬塑性粘度と石炭濃度ならびにレオロジ定数と石炭濃度との関係をそれぞれ示したものである。

$$\tau = \mu_p \cdot \dot{\gamma}^n \quad \dots \dots (1)$$

ここに、 τ ；せん断応力、 $\dot{\gamma}$ ；ずり速度

擬塑性粘度は石炭濃度と共に急激に上昇するが、レオロジ定数は $C_w = 60$ （%）を境に上昇から下降に転ずる傾向を示した。これらの結果は外山ら¹⁾の実験結果と一致しており、この濃度においてCWMの流体構造に何らかの変化があるものと思われる。

3. 3 CWMの管内流動抵抗の予測

前述の方法によって得られたCWMの特性値（擬塑性粘度、レオロジ定数）を用いて $C_w = 70$ （%）のCWMを年間百万トン輸送する場合の管内流動抵抗、すなわち単位長当りの圧力損失水頭と平均流速との関係を求め、これを

図6に示した。この結果から、輸送管の管径を適切に選定しうるものと考えられる。

4. 結論

二重円筒型の回転粘度計を用いたラボテストからCWMの流動特性を近似する流体モデルを推定し、流送時の圧力損失を計算した。これにより、CWM流送パイプライン設計の一助となるものと考えられる。

参考文献 1) 外山ほか、化学工学シンポジウムシリーズ、Vol. 9, P.61～66, 1986

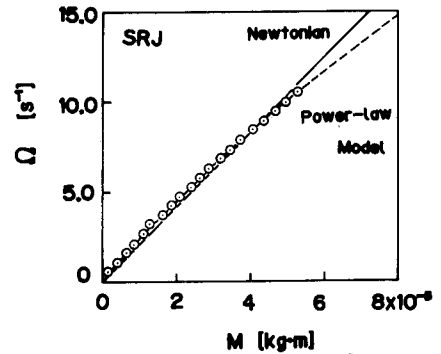


図3 二重円筒型回転粘度計によるCWMのレオグラムの一例

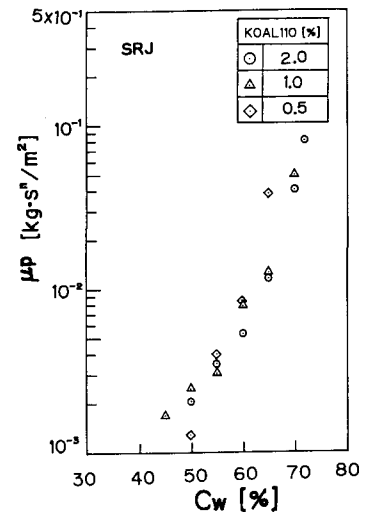


図4 CWMの擬塑性粘度と石炭濃度との関係（SRJ炭）

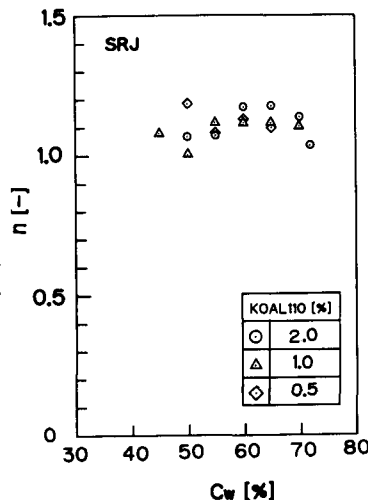


図5 CWMのレオロジ定数と石炭濃度との関係（SRJ炭）

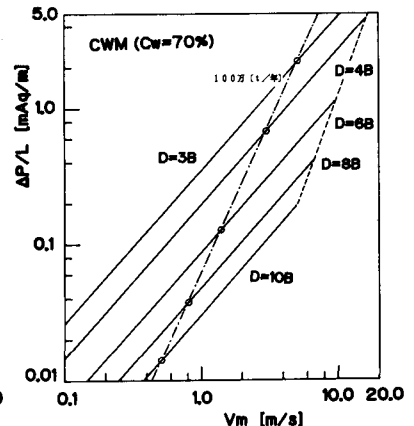


図6 CWMの管内流動抵抗（推定値）