Table 2 Chemical Additives (Commercial Surface Active Agents)

Symbol	Chemical Name	Trade Name/Supplier	Class	Content (%)
A	Sodium dodecylbenzenesulfonate (hard type)	Neopelex 05/Kao	Anionic	95
B	Sodium dodecylbenzenesulfonate (soft type)	Neopelex No. 1 F Powder/Kao	Anionic	40
C	Sodium dialkylsulfosuccinate	Lipal SA/Lion	Anionic	33
D	Sodium N-methyl-N-acyltauride	Lipolan TE/Lion	Anionic	25
E	Sodium naphthalenesulfonate-formaldehyde condensate	Demol N/Kao	Anionic	100
F	Polycarboxylic acid type	Demol P/Kao	Anionic	20
G	Alkylamide of polycarboxylic acid type	Homogenol L-12/Kao	Anionic	40
H	Alkylimidazoline type	Homogenol L-95/Kao	Cationic	40
I	Sorbitanmonooleate	Span 80/Kao	Nonionic	100
J	2-Coco-N-carboxymethyl-N-hydroxyethylimida-zoliniumbetaine	Lipomin COH/Lion	Amphoteric	20
K	2-Stearyl-N-carboxymethyl-N-hydroxyethyl-imidazoliniumbetaine	Lipomin SH/Lion	Amphoteric	20
L	Sodium salt of aminoethylcococarboxylic acid	Lipomin LA/Lion	Amphoteric	20

Table 3 Chemical Additives (Synthesized Surface Active Agents)

Symbol	Chemical Name	Chemical Structure	Class	Content (%)	Reference
M	Disodium salt of EDTA-mono-octadecylester	$\begin{array}{c} \text{Na-OOCCH}_2 \\ \text{HOOCCH}_2 \end{array} \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COO}(\text{CH}_2)_{17}\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2\text{COO-Na} \end{array}$	Anionic	100	12
N	Disodium salt of EDTA-mono-hexadecylester	$\begin{array}{c} \text{Na-OOCCH}_2 \\ \text{HOOCCH}_2 \end{array} \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COO}(\text{CH}_2)_{15}\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2\text{COO-Na} \end{array}$	Anionic	100	12
O	Sodium salt of EDTA-mono-hexadecylester Al chelate	$\text{Na} \left\{ \begin{array}{c} \text{OOCCH}_2 \\ \text{OOCCH}_2 \end{array} \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COO}(\text{CH}_2)_{15}\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2\text{COO} \end{array} \right\} \cdot \text{Al} \cdot \text{OH}$	Anionic	100	12
P	Pottassium salt of EDTA-mono-hexadecylester Al chelate	$\text{K} \left\{ \begin{array}{c} \text{OOCCH}_2 \\ \text{OOCCH}_2 \end{array} \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COO}(\text{CH}_2)_{15}\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2\text{COO} \end{array} \right\} \cdot \text{Al} \cdot \text{OH}$	Anionic	100	12
Q	Trisodium salt of C, C'-bisdecyl EDTA	$\begin{array}{c} \text{C}_{10}\text{H}_{21} \\ \text{HOOC} \end{array} \text{CH} \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} \begin{array}{c} \text{CH} \\ \text{COO-Na} \end{array} \begin{array}{c} \text{C}_{10}\text{H}_{21} \\ \text{CH}_2\text{COO-Na} \end{array}$	Anionic	100	13
R	Cobalt chelate of EDTA-bisundecylamide	$\begin{array}{c} \text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{NHCOCH}_2 \\ \text{OOCCH}_2 \end{array} \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CONHC}_{11}\text{H}_{23} \\ \text{CH}_2\text{COO} \end{array} \cdot \text{M}$ <p>M = Co</p>	Nonionic	100	14
S	Nickel chelate of EDTA-bisundecylamide	the same as above M = Ni	Nonionic	100	14
T	Copper chelate of EDTA-bisundecylamide	the same as above M = Cu	Nonionic	100	14
U	Zinc chelate of EDTA-bisundecylamide	the same as above M = Zn	Nonionic	100	14

ンダー内の COM について、上、中、下層の中央より約 10 ml をサンプリングし、比重瓶を用いて d_4^{70} を測定した。棒貫入率が 100% に達しないものは、石炭が沈降凝結して流動性を失い、実用上差し支えがあるものであり、また棒貫入時間は短い方が粘度が小さくてすぐれた COM である。また上下層間の比重差は小さい方が沈降は少なく安定な COM であるが、多少大きくても、棒貫入試験結果が良ければ流動性があり実用に耐える COM である。

3. 実験結果と考察

3.1 添加剤の影響

まず COM の安定性に及ぼす添加剤の影響を検討した。石炭としては太平洋炭を用い、Tables 2, 3 に示すすべての添

加剤について 0.1% 添加、添加剤 A, B, M, N, Q についてはそのほかに 0.2% 添加の実験をした。成績の良かったものの結果を Tables 4, 5 と Fig. 1 に示す。

Tables 4, 5 の COM 配合比は欄外に示したが、前報りに記したように、COM の安定性には添加剤とともに水分が大きな影響を持つ。したがって水分量を一定にする必要があり、前報でも結果の良かった 4% を用いた。COM の記号は使用した添加剤の記号を使用し、記号に ' を付してない場合は添加剤量が 0.1%, ' を付してある場合は添加剤量が 0.2% の場合である。また記号 X は添加剤を使用しない COM である。

Tables 4, 5 に表記していない COM は、3 日後に既に棒貫入率が 100% に達せず、極めて不安定な COM であったので省略した。ポリカルボン酸型の添加剤を用いた COM F は

Table 4 Effect of Additives on Sedimentation Stability of COM^a) (Rod Penetration Test)

Symbol of COM ^{b)}	3 Days		7 Days		15 Days	
	Penetration (%)	Penetration Time (sec)	Penetration (%)	Penetration Time (sec)	Penetration (%)	Penetration Time (sec)
A	100	3.5	100	7.9	94	89.0
A'	100	21.0	100	2.2	100	2.4
B	100	1.2	100	2.4	100	20.8
B'	100	3.4	100	2.2	100	2.4
C	100	2.8	100	7.4	94	38.2
D	100	2.2	100	31.0	97	90.0
J	100	24.0	69	23.2	— ^{c)}	—
K	100	3.0	81	90.0	—	—
L	100	3.4	78	37.8	—	—
M	100	1.8	100	4.0	81	9.0
M'	100	1.5	100	19.4	82	15.0
N	100	1.6	100	4.6	100	13.2
N'	100	9.7	100	14.6	100	15.3
O	100	3.0	100	71.0	71	90.0
P	100	4.0	100	30.2	71	90.0
Q	100	2.5	100	10.0	94	50.4
Q'	100	17.8	100	16.4	100	2.9
X	57	1.5	42	0.5	31	1.0

a) Composition % of COM : $\left\{ \begin{array}{l} \text{(A)} \sim \text{(Q)} \cdots \cdots \text{Dry coal(Taiheiyo) 46, Heavy oil 49.9, Water (Moisture in coal} \\ \quad + \text{Additional water) 4, Additive 0.1} \\ \text{(A', B', M', N', Q')} \cdots \cdots \text{Dry coal(Taiheiyo)46, Heavy oil 49.8, Water 4, Additive 0.2} \\ \text{(X)} \cdots \cdots \text{Dry coal(Taiheiyo)46, Heavy oil 50, Water 4, Additive 0} \end{array} \right.$

b) The symbol refers to the additive used.

c) Dash [—] means no measurement.

Table 5 Effect of Additives on Sedimentation Stability of COM^{a)} (Specific Gravity)

Symbol of COM	7 Days			15 Days		
	Top Layer	Middle Layer	Bottom Layer	Top Layer	Middle Layer	Bottom Layer
A	0.985	1.135	1.134	0.953	1.130	1.168
A'	1.090	1.108	1.108	1.120	1.120	1.130
B	1.045	1.134	1.130	0.968	1.049	1.147
B'	1.103	1.096	1.096	1.109	1.123	1.119
C	0.989	1.123	1.151	0.948	1.127	1.133
D	1.025	1.146	1.152	— b)	—	—
M	1.061	1.121	1.148	0.965	1.141	1.172
M'	0.985	1.128	1.141	0.945	1.128	1.164
N	1.022	1.122	1.139	0.959	1.118	1.152
N'	1.000	1.065	1.100	0.997	1.129	1.155
O	0.997	1.149	1.170	—	—	—
P	0.965	1.145	1.147	—	—	—
Q	0.967	1.118	1.154	0.954	1.069	1.195
Q'	1.081	1.150	1.101	1.102	1.108	1.113
X	0.989	1.123	1.151	0.963	—	1.129

a) Composition(%) of COM is the same as that of Table 4.

b) Dash[—] means no measurement.

結果が良くなかった。Adams-Viola¹¹⁾の用いた添加剤とは構造が異なったものであるかも知れない。COM J, K, L は 7 日後に棒貫入率が 100% に達せず、ここで実験を中止したので **Table 5** の方には記載されていない。**Table 4** によれば、添加剤を使用しない COM X は、3 日、7 日、15 日後の棒貫入率が、それぞれ 57%, 42%, 31% を示し、使用に耐えないことがわかる。

添加剤量 0.1% の場合、15 日後も棒貫入率が 100% を示し、下層まで十分流動性を示したのは COM B, N であり、ほかに COM A, C, D, Q も相当に良く、棒貫入率 94% 以上を示した。また棒貫入時間は、日時の経過とともに長くなり、15 日後では COM N の 13.2 s が一番短かった。一方添加剤量 0.2% の場合は COM A', B', N', Q' が 15 日後も棒貫入率 100% を示したが、この場合は 3 日後の棒貫入時間が一番長く、7 日後、15 日後となるにつれて短くなり、15

日後は COM N' が COM N よりやや長かった以外は、いずれも添加剤量 0.1% の場合より短かく 3 s 以内であった。このような棒貫入時間の経時低下現象は太平洋炭 COM の特徴なのか、あるいはいかなる原因に基づくものであるか今後検討してみたい。

Table 5 は、7 日、15 日後の上中下層の比重を示す。D、O、P は 15 日後の棒貫入率試験の結果が良くなかったので比重は測定しなかった。**Table 5** から上層と下層の比重差を調べて **Fig. 1** を得た。**Fig. 1** によれば、比重差は添加剤量 0.2% の COM A'、B'、Q' の場合が特に小さく、15 日後も比重差が 0.01 程度しかなくて、ほとんど沈降していなかった。添加剤無添加 COM の比重差は、7 日、15 日後にそれぞれ 0.162、0.166 と大きく、しかもこの場合の下層は固体状で流動性を全く示さなかった。そのほかに棒貫入試験成績の良かった COM A、B、N、N'、Q も 15 日後の比重差は相当に大きかったが、

Fig. 1 Effect of Additives on Sedimentation Stability of COM (Specific Gravity)

Adams-Viola ら¹¹⁾の言う flocculated state (石炭粒子が中に重質油を含んだまま互いに弱く作用しあっている安定化状態)が、やや重質油を分離した形で沈降したものと思われ、十分な流動性を示していた。

以上の実験の結果、添加剤としては (A) ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム (ハード型), (B) ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム (ソフト型), (N) EDTA モノヘキサデシルエステル二ナトリウム塩, (Q) C, C'-ビスデシル EDTA 三ナトリウム塩がすぐれており、特に B と N は 0.1% 添加でも十分安定な COM を製造することができることがわかった。これらはいずれも陰イオン性の界面活性剤で、かつ強力な表面および界面活性能を有するという共通点がある。今回研究した範囲では、陽イオン性、非イオン性、両性の界面活性剤および金属キレート型の界面活性剤の中には有効な添加剤は見い出せなかった。

3.2 水分量の影響

3.1 の実験では水分量として 4% を用いたのであるが、COM 配合の他の条件を一定にして水分量を変化させた場合の COM の安定性を検討した。結果を Table 6, Figs. 2, 3 に示す。石炭としてはやはり太平洋炭を使用し、添加剤としては前の実験で結果の良かった B を 0.1% 使用した。Table 6 に COM 組成を示すが、重質油、添加剤量は一定にし、水分量を変化させ、それに対応して石炭量を変化させて COM を製造した。Table 6 には 7 日後の各層比重も示した。

Fig. 2 Influence of Water on Sedimentation Stability (Rod Penetration Test)

Fig. 3 Influence of Water on Sedimentation stability (Specific Gravity)

Fig. 2 によると、水分量 0.3%, 1% の COM は、7 日後に棒貫入率が 100% に達せず、極めて沈降が速い。15 日後も 100% 貫入したのは水分 4% の COM のみで、ついで水分 5%, 3% の COM が棒貫入率が大きかった。また棒貫入時間も水分 4% の COM が 7 日後 2.4 s, 15 日後 20.8 s ともっとも短かく、Fig. 3 の上下層間の比重差も 15 日後

Table 6 Influence of Water on Sedimentation Stability of COM (Specific Gravity)

COM No.	COM Composition (%)				Specific Gravity after 7 Days		
	Coal ^{a)}	Heavy Oil	Water	Additive (B)	Top Layer	Middle Layer	Bottom Layer
1	49.7	49.9	0.3	0.1	— ^{b)}	—	—
2	49.0	49.9	1.0	0.1	—	—	—
3	48.0	49.9	2.0	0.1	1.064	1.141	1.186
4	47.0	49.9	3.0	0.1	1.037	1.122	1.131
5	46.0	49.9	4.0	0.1	1.045	1.134	1.130
6	45.0	49.9	5.0	0.1	1.054	1.118	1.129
7	44.0	49.9	6.0	0.1	1.007	1.101	1.115

a) Taiheiyō coal

b) Dash [—] means no measurement

Table 7 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability of COM^{a)}
(Specific Gravity ; Additive B)

COM No.	Brand of Coal	7 Days			15 Days		
		Top Layer	Middle Layer	Bottom Layer	Top Layer	Middle Layer	Bottom Layer
8	Taiheiyo	1.045	1.134	1.130	0.968	1.049	1.147
9	Horonai	1.003	1.156	1.175	1.005	1.094	1.172
10	Miike	1.061	1.045	1.090	1.058	1.045	1.094
11	Unknown (Australia)	1.042	1.086	1.136	1.030	1.053	1.139
12	Bigben	1.028	1.112	1.131	0.999	1.121	1.142
13	Datong	0.982	1.089	1.155	— ^{b)}	—	—
14	South Black Water	1.071	1.104	1.123	1.084	1.111	1.124
15	Canmore	1.074	1.081	1.114	1.044	1.095	1.135
16	Petroleum Coke	1.061	1.048	1.121	1.005	1.056	1.125

a) Composition % of COM : Dry coal 46, Heavy oil 49.9, Water 4, Additive(B) 0.1
b) Dash [—] means no measurement

Fig. 4 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability (Rod Penetration Test ; Additive B)

Fig. 5 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability (Specific Gravity ; Additive B)

もっとも小さかった。以上の実験から、太平洋炭を使用し添加剤Bを用いた COM の場合は、水分量 4 % のものをもっとも安定であることがわかった。

水分量がこのような COM の安定性に大きな影響を及ぼすことは、従来あまり指摘されていないが、COM の安定構造化に水分が何らかの役割を演じていることを示すものであり、佐久間¹⁵⁾の推定したような構造によるものと思われる。

3.3 石炭種類の影響

添加剤を使用した COM の安定性に対して、石炭の種類も当然ある程度の影響を及ぼすものと思われるので、その影響を検討した。

Table 1 記載の石炭と石油コークスを用い、有効であるとかかった添加剤BまたはNを 0.1% 使用し、Tables 7, 8 の欄外に示す配合割合で COM を製造して安定性を試験した。添加剤Bを使用した場合の結果を Table 7 と Figs. 4, 5 に示す。Table 7 に示す COM No. 8~16 の9種類について試験した。Fig. 4 によれば、棒貫入率が、No. 13 (大同炭COM)

Table 8 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability of COM^{a)} (Specific Gravity ; Additive N)

COM No.	Brand of Coal	7 Days			15 Days		
		Top Layer	Middle Layer	Bottom Layer	Top Layer	Middle Layer	Bottom Layer
17	Taiheiyo	1.022	1.122	1.139	0.959	1.118	1.152
18	Horonai	1.105	1.139	1.150	0.956	1.088	1.179
19	Miike	1.040	1.094	1.104	0.976	1.056	1.116
20	Unknown (Australia)	1.027	1.113	1.135	— ^{b)}	—	—
21	Bigben	0.994	1.108	1.123	1.005	1.092	1.120
22	Datong	0.999	1.076	1.144	—	—	—
23	South Black Water	1.065	1.091	1.128	1.045	1.080	1.150
24	Canmore	1.044	1.068	1.136	0.975	1.070	1.143
25	Petroleum Coke	1.059	1.084	1.121	1.057	1.072	1.118

a) Composition % of COM : Dry coal 46, Heavy oil 49.9, Water 4, Additive(N) 0.1
b) Dash [—] means no measurement

Fig. 6 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability (Rod Penetration Test ; Additive N)

が 15 日後 100% を示さず不安定であった。したがって **Table 7** の各層比重も、この COM の 15 日後については測定していない。棒貫入時間は No. 16, 15, 14, 10 が非常に良く、No. 12, 9, 11 がついで良く、いずれも No. 8 の太平洋炭 COM よりすぐれていた。

Fig. 5 によれば、上下層の比重差は、やはり太平洋炭 COM の No. 8 が大きく、No. 10, 14, 15, 11 が小さかった。安定性が炭種によって異なる原因が何によるものであるかについては、文献にも現れていず、多くの検討をしないとわからないが、著者らの得た知見では **Table 1** に示す、COM から分離した石炭の比重が比較的小さい石炭の場合が、COM にした場合も上下層間に大きな比重差を生じない傾向があり、逆に結果の良くなかった No. 13, 9 の大同炭 COM、幌内炭 COM の場合は、石炭の比重が大きかった。

石炭の灰分については、灰分 20.6% と大きい No. 9 の幌内炭 COM の方が、灰分 11.2% の太平洋炭 COM (No. 8) よりも棒貫入試験、上下層比重差 (15 日後) とともに良かったこと、同じく幌内炭 COM よりも結果の良かった、より低灰分炭 COM が多数あったことから、COM 安定性との関係は

見い出せなかった。

以上の結果より、添加剤 B を用いた場合は、大同炭 以外の **Table 1** 記載の石炭から安定な COM を製造することができるを見出した。

添加剤 N を用いた場合の結果を **Table 8** と **Figs. 6, 7** に示す。この場合も **Table 8** に示すように、**Table 7** の場合と同じ石炭を使用し、配合割合も同じにして 9 種類の COM について試験した。**Fig. 6** によれば、No. 20 (産地不詳豪州炭 COM)、No. 22 (大同炭 COM)、No. 19 (三池炭 COM) が、15 日後棒貫入率が 100% に達せず、棒貫入時間は No. 25, 18, 24, 23 がすぐれており、No. 21, 17 がこれについていた。**Fig. 7** の上下層比重差は No. 25, 23, 21 が小さく、No. 24, 17, 18 はやや大きかった。すなわち添加剤 N を用いた場合は、大同炭のほかさらに産地不詳豪州炭、三池炭の三種類の石炭から安定な COM が得られず、COM の安定性と炭種の関係は、添加剤 B の場合とは若干異なっていた。

以上の結果を各添加剤ごとにまとめて **Table 9** を得た。すなわち石油コークス、キャンモア炭、サウスブラックウォーター炭、ビッグベン炭からは B, N いずれの添加剤を用いても優

Table 9 Effects of Additives and Coals on Sedimentation Stability of COM

Additives Tests Coals	Additive B		Additive N	
	Rod Penetration Test ^{a)}	Difference in $d_{470}^{(D)}$ b)	Rod Penetration Test ^{a)}	Difference in $d_{470}^{(D)}$ b)
Taiheiyo	○	○	○	○
Horonai	○	○	○	△
Miike	○	○	×	
Unknown (Australia)	○	○	×	
Bigben	○	○	○	○
Datong	×		×	
South Black Water	○	○	○	○
Canmore	○	○	○	○
Petroleum Coke	○	○	○	○

a) Rod Penetration Time(T) or Percentage % (P) after 15 days.....◎ : T<5sec ; ○ : 5sec<T<20sec ; × : P<100%
b) Difference in $d_{470}^{(D)}$ between Top and Bottom Layers after 15 days◎ : D<0.15 ; ○ : 0.15<D<0.20 ; △ : 0.20<D

Fig. 7 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability (Specific Gravity ; Additive N)

秀な COM が得られ、大同炭からはいずれを用いても良い COM は得られず、三池炭、産地不詳豪州炭からは添加剤 B を用いた場合のみ優秀な COM が得られ、幌内炭、太平洋炭からは、いずれを用いても実用に耐える COM が得られることがわかった。

4. 結 言

200 メッシュ通過 80%、120~200 メッシュ 20% 程度の石炭と、アラビアンライト蒸留残さ油から、同量程度の混合比で COM を製造する場合の、添加剤と水分の影響について研究した。

まず太平洋炭について実験した結果、添加剤を用いないと安定な COM は得られず、添加剤としては、ソフト型とハード型のドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、EDTA モノヘキサデシルエステル二ナトリウム塩、C、C'-ビスデシル EDTA 三ナトリウム塩を用いると安定な COM が得られることがわかった。水分添加量も重要で、太平洋炭、ソフト型ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム (0.1%) COM については、水分 4% の場合が一番安定な COM ができるという

知見を得た。さらに添加剤としてソフト型ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムを 0.1% 用いて、水分量 4% で各種の石炭から COM を製造して試験したところ、Table 1 記載の石炭のうち大同炭を除くすべての石炭から安定な COM を調製することができた。また添加剤として、EDTA モノヘキサデシルエステル二ナトリウム塩を 0.1% 用いた水分量 4% での試験では、Table 1 中、大同炭、三池炭、産地不詳豪州炭以外の石炭から安定な COM を製造することができた。また石油コークスからは、ほとんど無灰の安定で優秀な COM を製造することができることがわかった。

本研究の研究費の一部は昭和 55、56 年度の文部省科学研究費 (エネルギー特別研究) によったものである。またこの研究は昭和 56 年 11 月石油学会第 24 回研究発表会で講演したものである。

References

1) Takeshita, T., Maeda, S., Imayoshi, M., Kitada, Y., *J. Japan Petrol. Inst.*, **25**, 136 (1982).
2) Rowell, R. L., Vasconcellos, S. R., Ford, J. R., Lindsey, E. E., Glennon, C. B., Tsai, S. Y., Batra, S. K., *First Intl. Symp. on Coal-Oil Mixture Combustion* (1978).
3) Rowell, R. L., Marlow, B. J., Tsai, T. S., Batra, S. K., Pitman, J. R., *Second Intl. Symp. on Coal-Oil Mixture Combustion* (1979).
4) Rowell, R. L., Kosman, J. J., Batra, S. K., Tsai, T., *Third Intl. Symp. on Coal-Oil Mixture Combustion* (1981).
5) Rowell, R. L., Vasconcellos, S. R., Sala, R. J., Farinato, R. S., *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **20**, 283 (1981).
6) Kao Soap Co., Ltd. and others, *Second Intl. Symp. on Coal-Oil Mixture Combustion* (1979).
7) Shimamura, Y., Ukigai, T., Igarashi, T., *Third Intl. Symp. on Coal-Oil Mixture Combustion* (1981).
8) Dai-Ichi Kogyo Seiyaku Co., Ltd. and others, *Second Intl. Symp. on Coal-Oil Mixture Combustion* (1979).
9) Neos Co., Ltd. and others, *Second Intl. Symp. on Coal-Oil Mixture Combustion* (1979).
10) Naka, A., Ogura, Y., Fukuda, T., *Third Intl. Symp. on Coal-Oil Mixture Combustion* (1981).
11) Adams-Viola, M., Botsalis, G. D., Filmyer, W. G.

- Jr., Glazman, Y. M., Neuman, D., Third Intl. Symp. on Coal-Oil Mixture Combustion (1981).
- 12) Takeshita, T., Wakebe, I., Maeda, S., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **57**, 430 (1980).
- 13) Nakashima, H., Miyake, M., Takeshita, T., *Yukagaku*, **21**, 416 (1972).
- 14) Takemitsu, K., Miyauchi, N., Maeda, S., Takeshita, T., *Yukagaku*, **26**, 362 (1977).
- 15) Sakuma, K., Shimamura, Y., Hasegawa, H., *Yukagaku*, **29**, 523 (1980).

Summary

Studies on COM (Prat 2)

Effect of Additives on Sedimentation Stability of COM (I)

Toshio TAKESHITA*, Shigeru MAEDA*, Morio IMAYOSHI*,

Yoshihiro MITSUO* and Hiroshi TOKUMURA*

In order to investigate the effects of additives, water, and coal on COM's stability, various compositions of COMs were prepared by the method described in our previous paper¹⁾ from coals or a petroleum coke (80% thru 200 mesh and 20% within 200—120 mesh, **Table 1**), and a heavy oil (Arabian light residual oil, which was used previously¹⁾). Both rod penetration test and specific gravity test were carried out according to the methods described also in our previous paper¹⁾.

Commercial (**Table 2**) and synthesized (**Table 3**) surfactants were used as additives of COM, the composition of which is given in the footnote of **Table 4**. The good results obtained with the rod penetration tests and specific gravity measurements are shown in **Tables 4** and **5**, respectively. **Table 4** shows that the rod penetration(%) of COM "X" after 3 days was only 57%, indicating that COM prepared without additive was not practical; however, **Table 4** indicated that COM "B" and "N" (additive 0.1%), and COM "A", "B", "N" and "Q" (additive 0.2%) whose rod penetration(%) were all 100% after 15 days could be used for practical purposes. The COMs containing 0.2% of additive were more stable than those containing 0.1% of additive. **Figure 1** illustrates the difference in the specific gravities of top and bottom layers of COM (**Table 5**). The COMs "A", "B" and "Q" have the smallest differences in specific gravities, whereas the COMs "A", "B", "N", "N" and "Q" do not have such small differences. In the case of the latter group

of COMs, it is thought that the coal, if settled, was loosely packed at the bottom, and the fluidity of the phase was satisfactorily maintained. These experimental results led to the conclusion that surfactants, A and B (**Table 2**) and N and Q (**Table 3**), were suitable additives for COMs.

Experimental results on the effect of water on the stability of COMs whose water contents ranged from 0.3 to 6% (**Table 6**) are shown in **Table 6** and **Figs. 2** and **3** which showed that the COM containing 4% of water had the smallest rod penetration time and the smallest specific-gravity difference between top and bottom layers of COM after 15 days, indicating clearly that the optimum water content of COM tested was 4%.

Effects of the coals listed in **Table 1** on COM's stability were investigated by use of additive B (0.1%) or additive N (0.1%). The experimental results obtained by use of additive B are shown in **Table 7** and in **Figs. 4** and **5**. As shown in **Fig. 4**, Datong-COM (No. 13) was found to be unstable because its rod penetration(%) was too low (80%). The rod penetration times of COMs (No. 16, 15, 14 and 10) were found to be within 2 sec and those of COMs (No. 12, 9 and 11) were between 10 sec and 2 sec after 15 days, and all these COMs were superior to the Taiheiyō-COM (No. 8) and Datong-COM (No. 13) base on the results of rod penetration tests. **Figure 5** and **Table 1** showed that decreasing specific gravity of the coal used tended to decrease the difference in d_{470} between top and bottom layers of COM. There was no evidence of a trend in COM's stability with ash content of the coal used. **Table 8** and **Figs. 6** and **7** show the ex-

* Department of Applied Chemistry, Faculty of Engineering, Kagoshima University (1-21-40, Korimoto, Kagoshima-shi 890)

perimental results on COM's stability by additive N. The results led to the conclusion that stable COMs could be prepared satisfactorily from the coals studied, except Datong-, Unknown- and Miike coal. And it was found that the relationship between the coal used and the stability of COM containing additive N did

not agree with the relationship when additive B was used. Both results on the COMs prepared by use of additive B and by use of additive N are summarized in **Table 9**. The COM which was prepared from petroleum coke was excellent because it was stable and almost ash-free.

.....

Keywords

Coal, Coal oil mixture, Heavy oil, Sedimentation stability, Surface active agent