

セメント原料スラリーの粘度について (第3報)

七 田 電 治
波 多 野 財
矢 野 驍

Studies on the Viscosity of Cement Raw Slurry [3]

Denji Shichida
Takara Hatano
Tsuyoshi Yano

As we mentioned in the first report, it requires much heat is for evaporating water contained in Cement Raw Slurry in the course of making cement by wet process.

In view of an important factor that dehydration of Raw Slurry lowers the quantity of heat in calcination, we examined in succession in our first study, materials for reducing viscosity, and as the result of this, we concluded it was possible to attain the aim, both technically and economically, by using Sulphite Waste Liquor (S. W. L.).

S.W.L. mainly contains Calcium Lignosulfonate and partly sugar and others. It generally contains solid materials, 120g/l.

(It is thrown away into the sea in the manufacturing process of sulphite pulp.)

In our factory, by adding about 1.5% of S.W.L. into Raw materials it is possible to lessen water content by about 4% and the quantity of heat in calcination of clinker by about 100,000 Kcal per ton and thus increase the rate of production, and also increase the crushing capacity on raw mill by about 7%.

1. まえがき

第1報に記したように湿式法によるセメント製造において原料スラリーの水分はセメント製造原価に最も大きな比率を占める焼成熱量に大きく影響することはすでに周知の事実である。

通常の場合原料スラリーの水分は使用原料の性質により若干の相違はあるが36~38%であり、これ以上水分を少くすると原料スラリーの粘度が大となり、ポンプによる輸送が困難となったり、また混合かくはん操作が充分に行い得なくなる。

しかし原料スラリーに種々の添加剤を加え、その流動性を高めることによって、さらに水分の減少を計ることが可能であり、それについての研究を第1報に報告した各種試験に引続き行って来たが、今回種々検討の結果、技術的にもまた経済的にも、亜硫酸パルプ廃液(S.W.L.)を使用することが最も有利であるとの結論を得た。しかしながら本邦においては未だ実施例

がないので種々予備実験および現場実験を行い、その実用性について検討を加えて来た。その結果水分減少効果のみならず粉砕能率の向上面においても多大の利益をもたらすことが確信出来たので、その実用計画を立て、既に今春3月10日より実用を開始したものである。

従って本第3報においては各種添加剤の比較試験S.W.L.の効果試験、現場実験の結果および実用後の実績について報告する。

2. 粘度測定装置および試料

使用した粘度測定装置は第1報に記した改良型私製簡易粘度計であり、試験室における諸試験に供した試料は同じく第1報に記した通りの同一原料を用い、かつ同一条件で調製したものを使用した。ただし試験室における諸試験の原料スラリー粘度測定温度はすべて20°Cとし、現場実験および実用後の現場における原料スラリー粘度測定温度は個々の場合により異なるがす

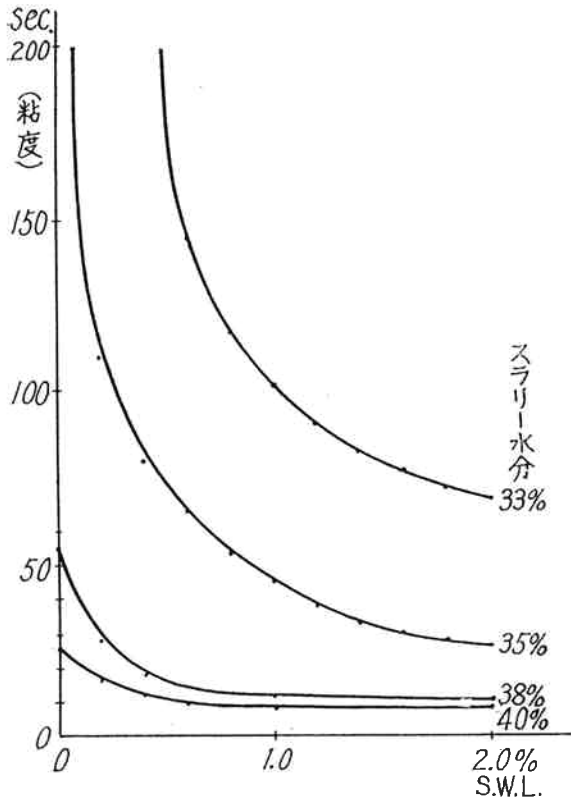


図 1 S.W.L. を添加した場合

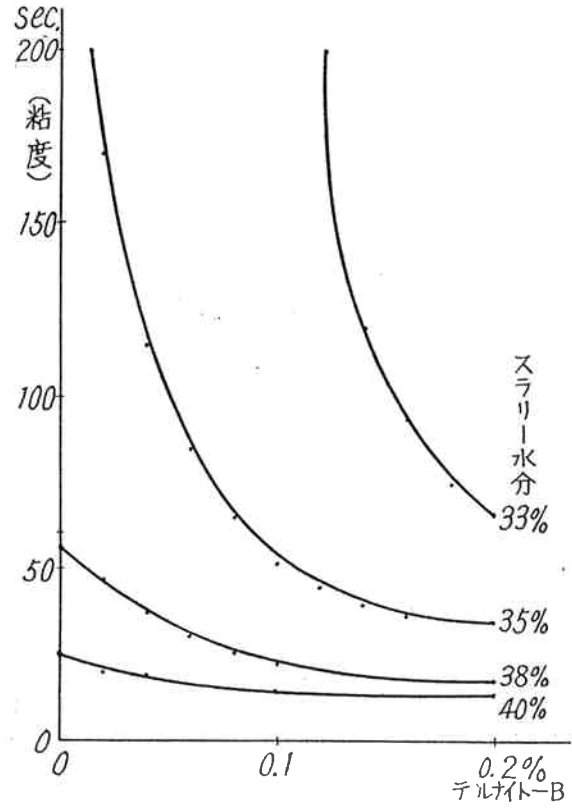


図 3 テルナイト-B を添加した場合

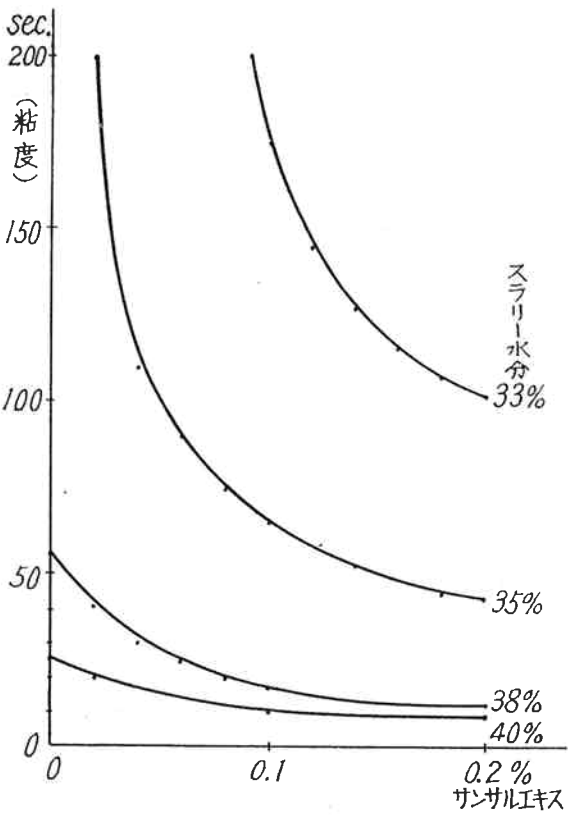


図 2 サンサルエキスを添加した場合

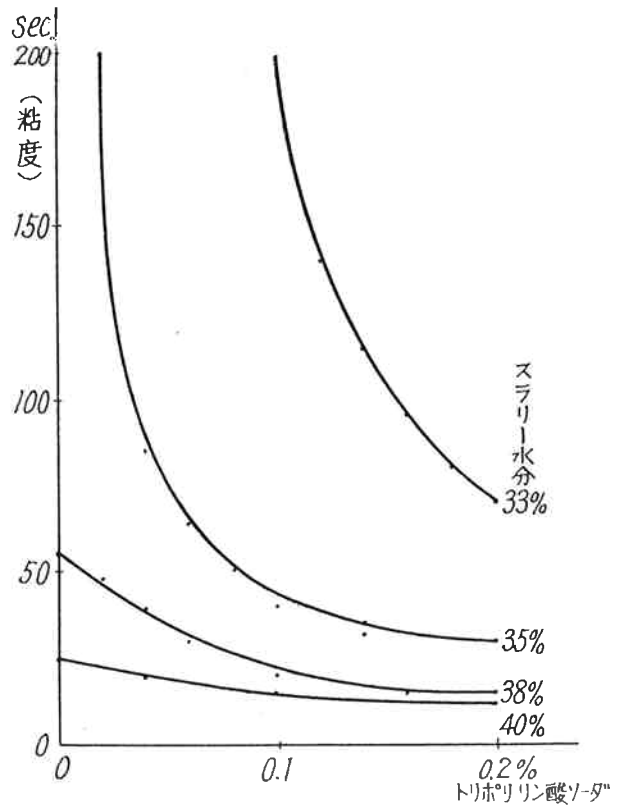


図 4 トリポリリン酸ソーダを添加した場合

べて40°Cに基準換算した。

3. 供試各種添加剤

添加剤として試験に供したものは下記の外にも数種類あるが、撰択して次のものを比較試験に供した。

- 1) S.W.L. (亜硫酸パルプ廃液)
山陽パルプ社岩国工場 固形分濃度 120g/l
- 2) サンサルエキス (S.W.L. を約5倍に濃縮したもの)
山陽パルプ社岩国工場 固形分濃度 600g/l
- 3) テルナイト-B
帝国石油社
- 4) トリポリリン酸ソーダ
日産化学社

4. 添加剤比較試験

試験室において33, 35, 38, 40%の各水分を有する原料スラリーに上記各添加剤を添加した場合の原料スラリー粘度を測定し、その結果をグラフにまとめた結果は図1～図4に示す通りである。

原料スラリー水分33%粘度 80sec. 以下を標準値として各添加剤の所要添加率を求めると図1～図4より表1に示す通りである。但し添加率は原料スラリー中の乾燥原料に対する比率で表わしてある。

添 加 剤	添加率%	粘 度 sec.
S.W.L.	1.5	80
サンサルエキス	0.3	80
テルナイト-B	0.2	65
トリポリリン酸ソーダ	0.2	75

表 1 各添加剤の所要添加率
(標準：一水分33%粘度80sec.以下)

この添加率より各添加剤の添加に要する所要量および添加費用を求めると表2に示す通りである。ただしセメント1tonに対し乾燥原料所要量は1.58tonとした。

添 加 剤	乾燥原料1tonに 対する所要量 (kg)	添加剤 1kg 当り の価格 (円)	乾燥原料1tonに 対する添加費用 (円)	セメント1tonに 対する添加費用 (円)
S.W.L.	15.0	0.6	9.0	14.2
サンサルエキス	3.0	6.1	18.3	28.9
テルナイト-B	2.0	130.0	260.0	411.0
トリポリリン酸ソーダ	2.0	130.0	260.0	411.0

表 2 各添加剤の添加に要する費用

すなわちテルナイト-Bおよびトリポリリン酸ソーダはS.W.L.に比し、約29倍の費用を要し、セメント1ton当り約400円のコスト高となり、その使用は経済的に不可能に近いものと考えられる。サンサルエキスはS.W.L.に比し約2倍の費用を要し、かつ同質の添加剤であるゆえS.W.L.の方が有利であることはいうまでもない。

5. S.W.L. について

パルプ原料として使用される木材の内製品となる繊維分は約50%で、残分は溶解され溶液状あるいはコロイド状有機物の形で廃液中に移行し、その濃度は普通120～130g/lである。従って廃液量はパルプ1tonに

対し7～8m³と云う膨大な量に達する。しかもこの廃液は強酸性を有するばかりでなく、生物に与える害も大きいので、その利用法あるいは処理方法について多年にわたり数多くの研究がなされているが、未だ充分な解決方法は見出されていない。

二、三の工場においてはこの廃液より醸酵法によりアルコールを回収しているが、回収後の廃液も酸性度が幾分中和されていることと、含有糖分の約%が消費されている以外は原廃液とほとんど変わらず、その主成分はリグニンスルホン酸カルシウムである。

このリグニンスルホン酸が界面活性剤としての効果を発揮することについてはかなり古くから知られて

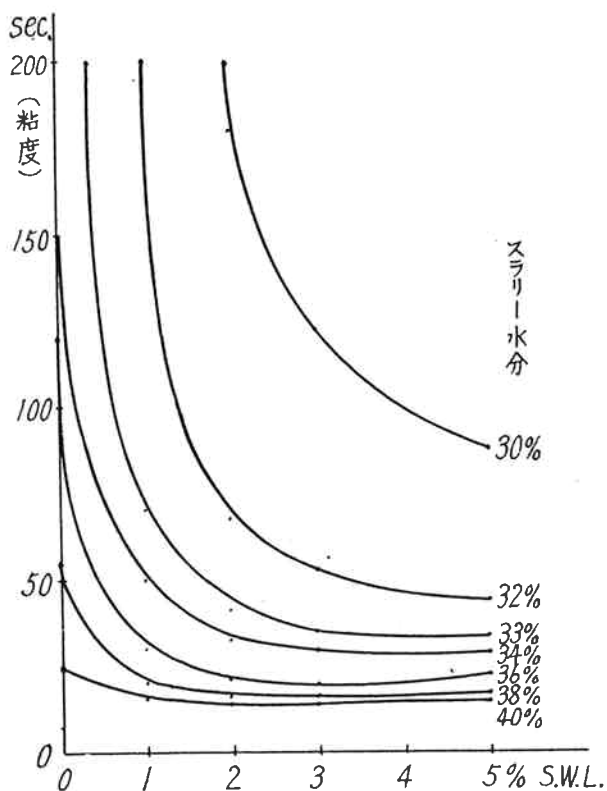


図 5 カセイマツドの混入しない原料スラリーに S.W.L. を添加した場合

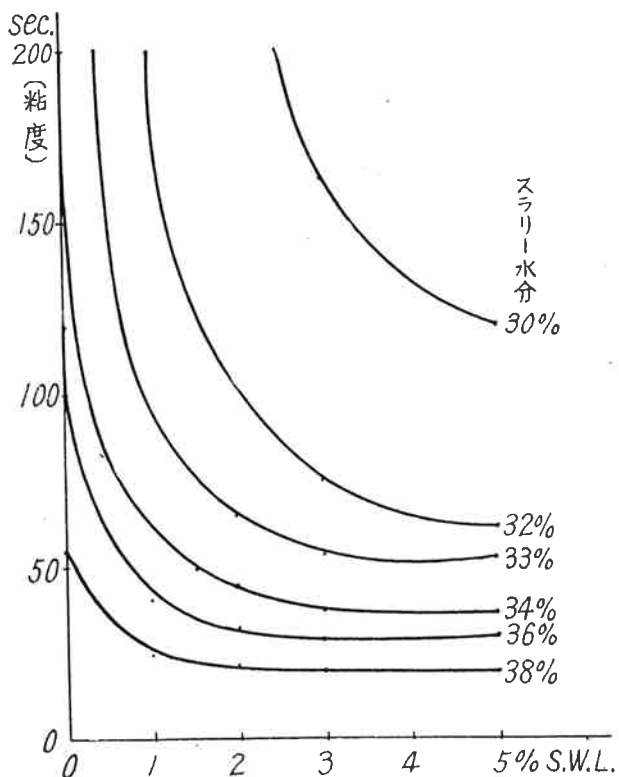


図 7 カセイマツド10%混入した原料スラリーに S.W.L. を添加した場合

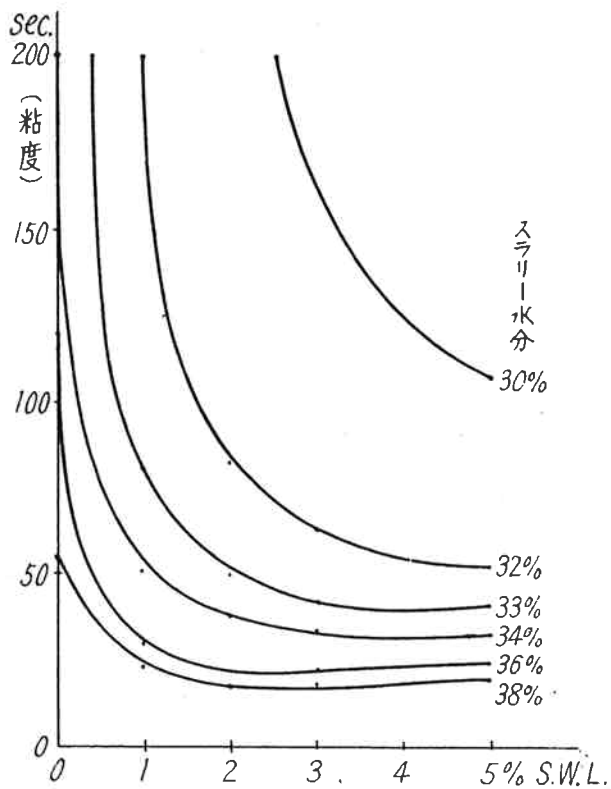


図 6 カセイマツド5%混入した原料スラリーに S.W.L. を添加した場合

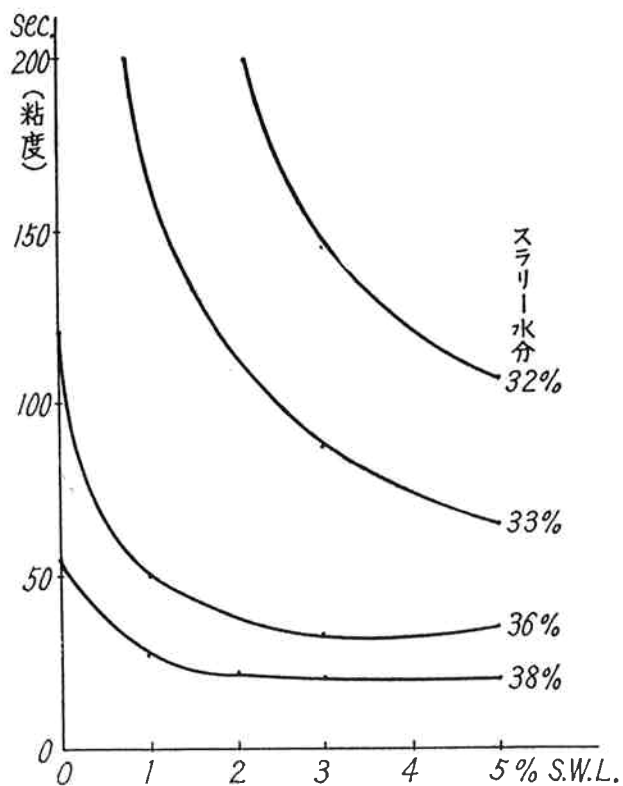


図 8 カセイマツド15%混入した原料スラリーに S.W.L. を添加した場合

おり、洗剤、発泡剤等に利用されているのもこのためである。

文献によれば本廃液が原料スラリーの流動性を高めるのは石灰石粉末粒子の表面に吸着され、親水性を増すことによるものと考えられている。

6、試験室において S.W.L. を使用した場合の試験

試験室において原料スラリー中のカセイマッドの混入割合、含有水分、S.W.L. の添加量のそれぞれ異なる場合について粘度測定を行った。

- 1) カセイマッドの混入しない原料スラリーに S.W.L. を添加した場合。
- 2) カセイマッドを5%混入した原料スラリーに S.W.L. を添加した場合。
- 3) カセイマッドを10%混入した原料スラリーに S.W.L. を添加した場合。
- 4) カセイマッドを15%混入した原料スラリーに S.W.L. を添加した場合。
- 5) カセイマッドを20%混入した原料スラリーに S.W.L. を添加した場合。

測定結果を上記のようにまとめグラフに示すと図5~図9に示す通りである。

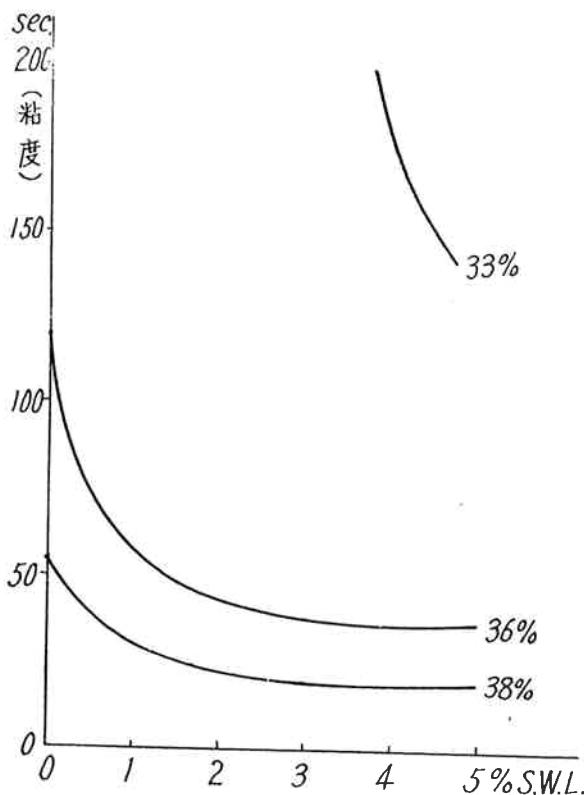


図 9 カセイマッド20%混入した原料スラリーに S.W.L. を添加した場合

またサンサルエキスが煉炭等の粘結剤として使用されている事実あるいは文献により S.W.L. を使用した場合、キルン内で生成したノジュールの強度が強くなることが期待されるので、次のような試験を行った。

- 6) S.W.L. の添加量を変えた原料粒状物の力焼温度別による摩耗度測定

この結果をグラフに示すと図10の通りである。

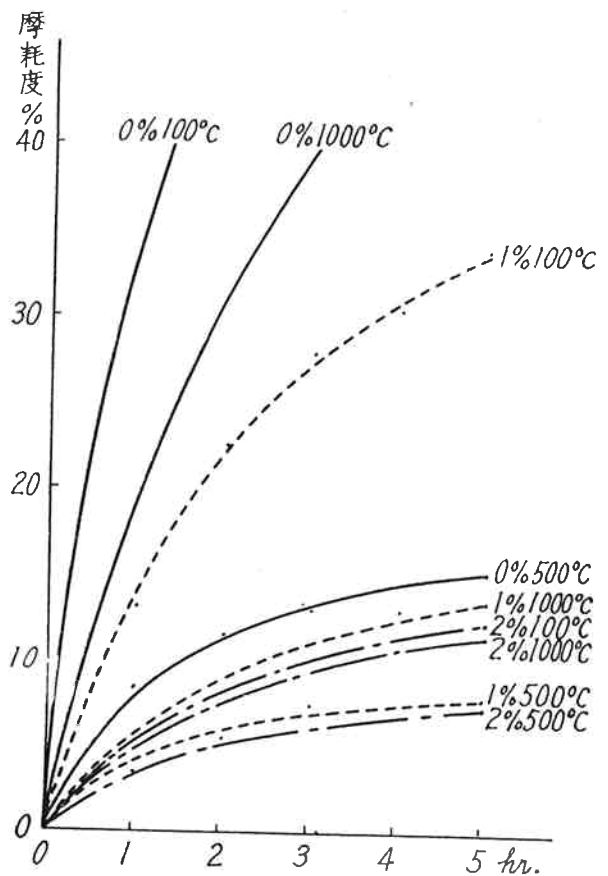


図 10 S.W.L. の添加量を変えた原料粒状物の力焼温度別による摩耗度

カセイマッドの混入しない場合は混入した場合に比し原料スラリーの粘度が低いことは当然であるが、原料スラリーの水分33%程度でカセイマッドの混入量10%程度までは少量の S.W.L. の添加で原料スラリーの粘度増大を阻止し得る。実際問題としてカセイマッド15%以上の混入は現状では考えられないが、この場合には S.W.L. の添加量は相当量増加せねばならない。

S.W.L. の添加量が或る限度以上になった場合、粘度は逆に増大する傾向が認められるので S.W.L. を使用するに当ってその効果を十分に発揮せしめるためには必要量以上過大に添加使用せぬようにせねばならない。

またノジュールの強さはその摩耗度からみると、同一カ焼条件の場合 S.W.L. を添加したもののほうが強度が大であり、1%添加の場合よりも2%添加の場合の方が同じく大である。カ焼条件についてはそれぞれ500°Cにカ焼したものが最も強度大であり、次いで1000°Cの場合であり100°Cの場合が強度は最も小であるが、一般的にみた場合 S.W.L. 0%で100°Cおよび1000°Cでカ焼した場合と S.W.L. 1%で100°Cでカ焼した場合が特に摩耗度が大である。このことから S.W.L. の添加によりキルン内ノジュールの強度が大となれば原料の粉状化が減少し、従ってダストの発生量も当然減少するものと期待される。

7. 現場実験

試験室における諸試験の結果から S.W.L. を原料スラリーの減粘剤として添加使用することが技術的にも経済的にも最も望ましいと云う結論が得られたので、実用に先立ち実験的に一定期間使用することとなり、前後2回現場実験を行い、その効果を実際の運転上に試みた。また同時に実用に供する場合の添加方法についても検討を行った。

但し現場実験の場合は使用量と設備の関係で S.W. の代りにその濃縮物であるサンサルエキスを購入使用した。第1回現場実験には原料ミル1基について行い実際に原料ミルに添加した場合どの程度まで水分を低下させて運転出来るかを主にして検討し、これに基づいて第2回には原料ミル2基について行い、他のサンサルエキスを添加しない原料ミルも含めて、原料スラリーの水分を出来るだけ低下させてロングキルンに対する影響を含めた全般的な効果を検討した。S.W.L. の添加量は図5, 6, 7より原料スラリーの

粘度標準値を90sec以下とした場合の S.W.L. 所要量を求めると図11に示すりである。

原料スラリーの水分目標値を33%とした場合の S.W.L. の添加量はある程度の安全と読んで1.5%として適用した。

しかし実際にはサンサルエキスを使用するのでサンサルエキスとして4量の0.3%添加により実験を行った。

現場実験の結果を総合してグラフに示すと図12の通りである。

期別 日付	S.W.L.使用前			S.W.L.使用中					S.W.L.使用后		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
挽入スラリー	水分%	37	35								
	ミル使用電力 kWh/t	29	27	25							
	粘度 sec	80	76								
	窯送スラリー	水分%	39	37	35						
4号窯	容量 %	1.38	1.36								
	焼出量 t/d	660	640	620							
	焼成熱量 kcal/t	155	150								

図 12 現場実験の総合結果

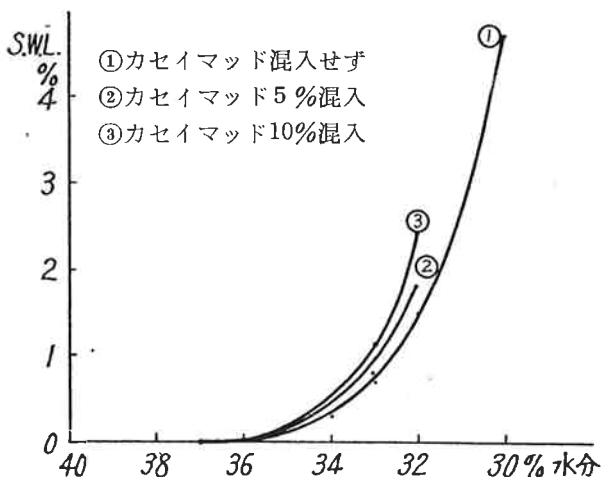


図 11 原料スラリーの粘度標準値を90sec以下とした場合の S.W.L. 必要量

この結果からみると、短期間の使用実験であり、その上 S.W.L. を添加した原料ミルは2基のみであったが、概略次の事柄が確認された。

- 1) サンサルエキス0.3% (S.W.L. ならば1.5%) 添加によりサンサルエキスを添加しない原料ミルの水分も合せて挽入スラリーの水分は約2%低下し粘度は80sec以下であった。
- 2) 原料ミル使用電力は約5%減少した。
- 3) 窯送りスラリーの水分は約2%低下し、ロングキルンの焼成熱量は約42,000 kcal/clin.t 低下し、焼出量は約15t/day 増加した。

なおサンサルエキスをを使用した場合の焼塊およびセメントについては品質上の異状は全然認められなかった。

極めて短期間の現場実験であり、上記の通りの効果をそのまま実用の場合に期待することはむづかしいが、この現場実験によりいよいよ確信を高め、実用に供することに決定した。

8. 実用設備および使用実績

使用する S.W.L. は山陽バルブ社岩国工場の亜硫酸バルブ廃液をアルコール醗酵工場においてアルコールを回収した後のものであり、これをタンク船にて輸送し、当工場の海岸貯蔵タンクに貯蔵し、図13に示す系統を通じて各原料ミルに供給添加される。

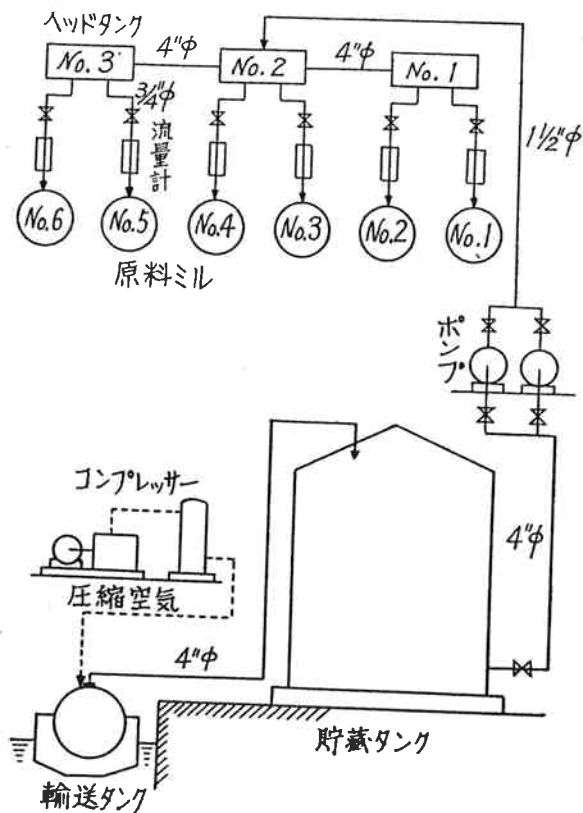


図 13 S.W.L. 供給設備系統図

実施後約1ヶ月余を経過したのみであるが、使用前の実績と比較すると大略次のような使用効果を得てい

る。乾燥原料に対する S.W.L. の添加割合は 1.5% で

- 1) 原料スラリーの水分は約 4% 減少した。
- 2) 原料ミル挽上げ量は約 7% 増加した。
- 3) 原料ミル使用電力は約 7% 減少した。
- 4) ロングキルン焼成熱量は約 100,000 kcal/clint. 減少した。
- 5) ロングキルン焼塊焼出量は約 5% 増加した。
- 6) ショートキルン焼成熱量および焼出量については現在のところ明確な使用効果は判明しない。
- 7) ダスト発生量についても同様に現在のところ不明である。
- 8) 焼塊およびセメントの品質上の影響は何等認められない。

9. まとめ

われわれはセメント原料スラリーの粘度を低下させ、その水分含有率を減少せしめる目的をもって一連の実験を行って来たが、その一方法として S.W.L. の工業的使用に成功した。

しかしながらこれはあくまでも経済的観点よりの結果であり、他の各種添加剤についてもその目的によっては充分利用出来る面があることを附言する。

これら固体懸濁液の粘度の性質または測定方法についてはなお残された問題も多く、特に工業的測定方法としては未だ適切なものを見出し得ない。今後これらの研究を続け湿式原料粉碎工程の自動制御化へ一歩を進め度いと考えている。

参 考 文 献

- 1) Ernsberger & France : Ind. Eng. Chem., No. 6, 1945
- 2) Friedrich Karl Schlueng : Silikattechnik, No. 3, 1955
- 3) Langrins & Snow : Paper Trade Journal, No. 3, 1956
- 4) J. Magasrivy : Zement Kalk Gips, No. 1, 1957