

III-281 石炭灰を利用した自硬性安定液の研究（その1）

—— 安定液のフロー値とブリージング率 ——

㈱大林組 川地 武 ○坂下智子 高杉政則

北海道電力㈱ 阿曾康夫 松村瑞哉

北電興業㈱ 安達賢二 林幸 治

1. まえがき

石炭火力発電所などから発生する石炭灰は、約400万t/年以上に達し、セメントや道路材などに利用されているが、約40%の利用率に留まっている。そこで、地中連続壁の材料の一つである自硬性安定液（以下SGという）に石炭灰を利用することを検討した。SGは、掘削中に溝壁安定液として、また掘削後にそのまま硬化して遮水性の固化壁として機能しなければならない。本報では、石炭灰SGの安定液の段階すなわち硬化前の性状としてフロー値とブリージング率について検討した。

2. 使用材料 石炭灰の性状

表-1および図-1、またベントナイトの性状を表-2に示す。セメントとして普通セメントと特殊セメント（スラグ量多）、硬化遅延剤として、オキシカルボン酸系を用いた。ピート（苫小牧）は、 $W_n=691\%$ 、 $\rho_s=1.50\text{g/cm}^3$ 、 $\text{pH}=7.0$ 、 $\text{Igloss}=94\%$ 、有機物量=94%、腐植量=26%であった。

石炭灰	pH	粒度 密度 g/cm ³	単位 水量比 %	フロー 値 cm ² /g	フルフル 吸着量 mg/g	化 学 成 分 (%)						
						SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Igloss
OP/BA	11.3	2.25	97.6	3230	0.71	59.9	29.3	2.8	3.2	0.97	0.14	1.93
SR	11.2	2.05	96.6	2640	0.44	63.4	27.7	2.8	2.1	1.00	0.18	0.82

表-2 ベントナイトの性状

ベントナイト	pH	自然含水 率 %	液性限 値 %	塑性限 値 %	膨潤度 cm ² /2g
青森	9.3	6.3	340	27	16
山形	9.8	10.1	462	18	19

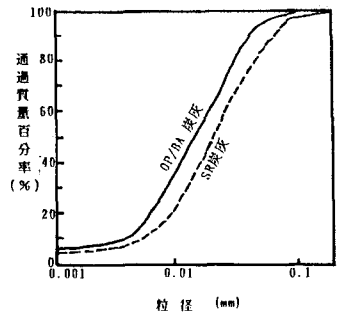


図-1 粒径加積曲線

3. 実験方法 高速回転ミキサーでベントナイトと水を混合し、5分後、石炭灰・セメント等を加え1分間混合し、石炭灰SGを作製した。そして、Pロート流下時間（フロー値という）と、一部、小型スランブコーン（上径5cm・下径10cm・h15cm）による拡がり直径（スランブフロー値）、φ5cm・h30cm アクリル容器によるブリージング率（24時間後）を測定した。配合は、石炭灰SG 1m²当りの質量で表した。

4. 結果と考察

4.1 目標性状 施工性・品質などを考慮して、石炭灰SGの直後のフロー値を15秒以下、ブリージング率を5%以下に設定した。

4.2 セメント種の比較 山形ベントナイトを用いた結果を図-2に示す。フロー値は、両灰ともに普通セメントの方が特殊セメントよりもやや大きく、このことは前者が遊離CaOを多く含み、ベントナイト粒子の凝集を促進するためと考える。また、ブリージング率は、このフロー値範囲では、セメント種にほとんど影響されなかった。以上の傾向は、青森ベントナイトでも同様であった。次報¹⁾の強度特性も考慮し、特殊セメントが有利と判断され、以下これを用いた。

4.3 ベントナイトの種類・量の影響 図-3のように、フロー値は、ベントナイト量とともに増大し、山形の方が青森よりもかなり大きかった。また、図-8においてベントナイト無(○)・青森(○)・山形(●)は、同一ゾーンに分布し、これらのブリージング率は、フロー値との間で同じ相関を示した。そして、ベントナイト無でも灰量を増すことによって目標性状を達成できたが、配合の適合範囲が狭く、管理困難と考えられ、この対策としてベントナイト10kg/m³添加が有効であった。

図-2~7を通して単位は(kg/m³)
A=石炭灰、C=セメント、B=ベントナイト、W=水

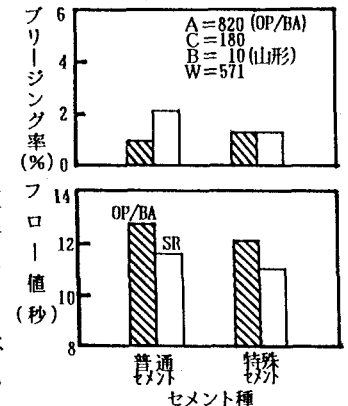


図-2 セメント種の比較

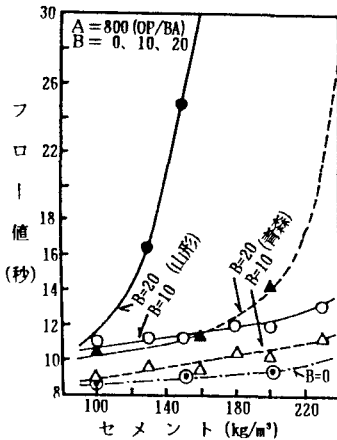


図-3 ベントナイト種・量の影響

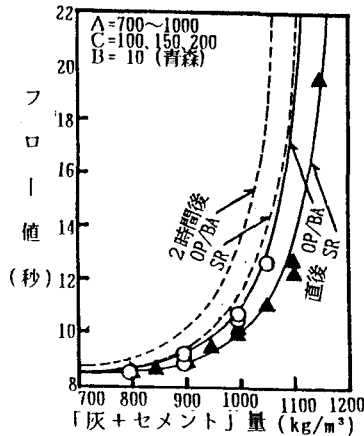


図-4 灰の種類と量の影響

4.4 灰の種類・量の影響 図-4のように、フロー値と「灰+セメント」量に高い相関が認められ、フロー値は、直後・2時間後ともに、OP/BAの方がSRよりも大きかった。このことは、灰のブレン値等の影響と考えられる。また、図-8でOP/BA(○)とSR(●)は、ほぼ同じフロー値・ブリージング率の関係を示し、フロー値約11秒以上でブリージング率5%以下を達成した。このことから、「灰+セメント」の適値は、OP/BAで910~1100kg/m³、SRで990~1140kg/m³であった。

4.5 硬化遅延剤の効果 図-5のように、遅延剤は、直後・2時間後のフロー値を減少させ、また図-8の遅延剤の有(○)と有(☆)の比較から、同一フロー値でのブリージング率をやや増大させた。

4.6 ビートの影響 掘削時にSG中に混入する土砂の影響を調べるため、ここでは土砂としてビートを用いた。ビート混入の場合、Pロート試験ができなかったため、図-6のようにあらかじめPロート流下時間との相関を求めておいた小型スランプフローを測定した。Pロートによるフロー値(推定)は、ビート量とともに増大した。また、図-8のビートの有(○)と有(◇)の比較から、ビートは、特にフロー値がやや大きい場合にブリージング率を増大させた。これらは、ビート中の繊維分などの影響と考えられる。

4.7 温度の影響 図-7のように、フロー値は、温度10~20℃で差なかった。図-8の20℃(○)・15℃(□)・10℃(△)の比較から、低温になると同一フロー値でのブリージング率がやや増大し、このことは硬化遅延によると考えられる。

5. まとめ SGのフロー値は施工性に、ブリージング率は固化壁の品質や経済性に影響する重要な管理項目である。これらの目標値を設定し、石炭灰SGにおけるセメント・ベントナイト・灰の種類および量、さらに混入土砂としてのビートおよび温度の影響などを調査した。標準的な条件では、「灰+セメント」約900~1150kg/m³、ベントナイト10kg/m³によって硬化前性状の目標を達成できることが明らかになった。

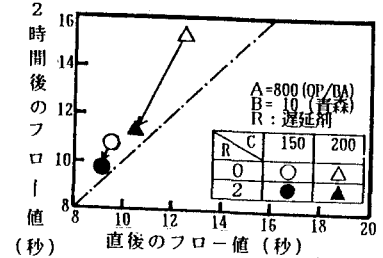


図-5 硬化遅延剤の影響

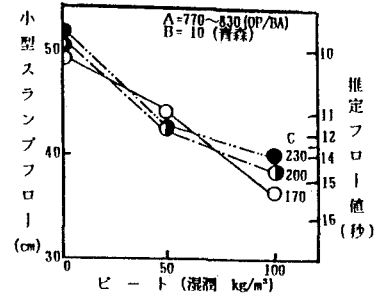


図-6 ビート混入の影響

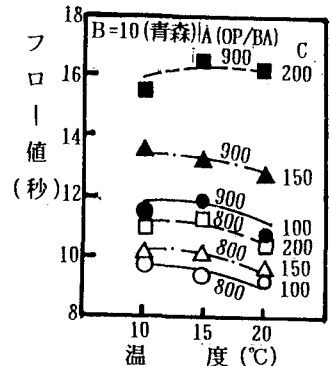


図-7 温度の影響

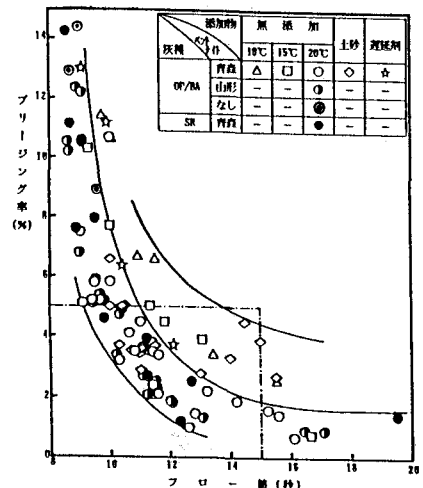


図-8 フロー値とブリージング率の関係

1) 久保ら：石炭灰を利用した自硬性安定液の検討（その2）、第48回土木学会、1993