

海水練りに適した高粘性高ゲルベントナイト系泥水材料

クニミネ工業株式会社 ○諸留 章二、 諏訪 浩史

1. はじめに

ベントナイトは水と混合することで粘性等を有する泥水材料となり、土木建築基礎分野においてボーリングなどの掘削安定液として長年にわたり利用されてきた¹⁾。

ベントナイトは海水等の高伝導率の水中ではモンモリロナイトの層間剥離が進まずその粘性が弱まるが、海上での安定液の作液時に、清水の用意が困難な際には海水で作液される場合がある。海水練りの安定液作液技術として、清水で事前膨潤させる方法や特殊な調泥剤による性能改善が検討されている^{1,2,3)}が、実際にはベントナイトやポリマーを通常より多く添加して作液されることもある。その際、添加量を増やす事で安定液の粘性を高める事は可能であるが、降伏値を高める事や浮き水の分離を抑える事は容易ではない。しかし、掘削ブリの保持回収を行いたい場合には、高粘性でかつ高降伏値（高ゲル強度）の安定液が必要となる。

沿岸や海上ボーリングなどによる安定液の利用は今後も増えることが見込まれるため、海水練りに対応できる一材のベントナイト系材料が求められると考えられる。

そのため本検討では、ベントナイトにポリマー等の添加剤を事前配合した海水練りに適応可能かつ高粘性高ゲルベントナイト系材料の開発を目的として、適切なベントナイトやポリマー等の添加剤の探索及び配合を検討し、得られた最適配合の材料についてその評価を行った。

2. 材料選定及び配合検討

ベントナイト、HPMC ポリマー、炭酸 Na、消泡剤の種類と配合を固定し、9 種類のポリマーをそれぞれ加えて一材のベントナイト組成物を 9 種作製した（表-1）。

表-1 ベントナイト組成物の構成材料

試料名
Na 型ベントナイト-1
HPMC
炭酸 Na
消泡剤
各種ポリマー(9 種類)

人工海水 1L に対して、これらのベントナイト組成物を外割 10wt%で投入し 10 分間攪拌し泥水を作製した。この泥水のファンネル粘性（FV、秒）及び、回転粘度計から降伏値（YV、kg/m²）と初期ゲル強度（GS、kg/m²）を測定した結果を表-2 に示す。

その結果、微生物発酵多糖類-1 のポリマーを用いた場合に、ファンネル粘性、降伏値、初期ゲル強度が高い泥

水が得られることがわかった。

表-2 各種ポリマーを用いた泥水性状

No.	ポリマー種	FV	YV	GS
1	微生物発酵多糖類-1	113.8	1.61	1.02
2	同上-2	42.3	0.78	0.24
3	多糖類-1	26.7	0.24	0.05
4	CMC-1	39.5	0.88	0.05
5	CMC-2	31.3	0.29	0.02
6	HEC	32.3	0.63	0.05
7	HPMC(表-1 内と同じ)	31.6	0.24	0.02
8	ポリアクリル酸 Na-1	20.7	0.05	0.05
9	ポリアクリル酸 Na-2	20.6	0	0.05

次に、表 1 の配合でベントナイトの種類を変えて同様の試験を行った。表 1 内の各種ポリマーとしては微生物発酵多糖類-1 を用いた。

その結果、いずれのベントナイトを使用しても大きな差はなく、粘性、降伏値、ゲル強度が優れた泥水が得られることがわかった。

表-3 各種ベントナイトを用いた泥水性状

No.	ベントナイト種	FV	YV	GS
1	Na 型ベントナイト-2	65.9	2.05	1.22
2	活性化ベントナイト	85.9	2.00	1.22
3	Ca 型ベントナイト	80.8	1.90	1.27

3. 最適材料の配合と性状

これまでの結果から、ベントナイトは Na 型ベントナイト-1、主ポリマーは微生物発酵多糖類-1 を選択したが、材料の特性及びコスト面も再度考慮して最終的に下表-4 を最適構成材料として配合調整を行った。

表-4 ベントナイト組成物の最適構成材料

試料名
Na 型ベントナイト-1
微生物発酵多糖類-1
CMC-1(表-2 内 No.4)
炭酸 Na
消泡剤

この最適材料について、ファンネル粘性、降伏値、ゲル強度、脱水量を各濃度別で測定した。結果、粘性、降伏値、ゲル強度が高く、脱水量が低く抑えられた優れた泥水材料であることがわかった（図-1、図-2）。この粘性性状は数日間変化しない事も確認した。さらに、掘削ブリの保持性評価のため、3 水準の濃度で作液直後の泥水

液面に直径 10mm 程度の小石を 10 個浮かべ様子を 10 分間確認した(写真-1)。結果、濃度 6wt%では小石は全て沈んだが、8wt%、10wt%では小石を液面に保持しており、掘削ブリの保持性能が高い安定液と考えられた。

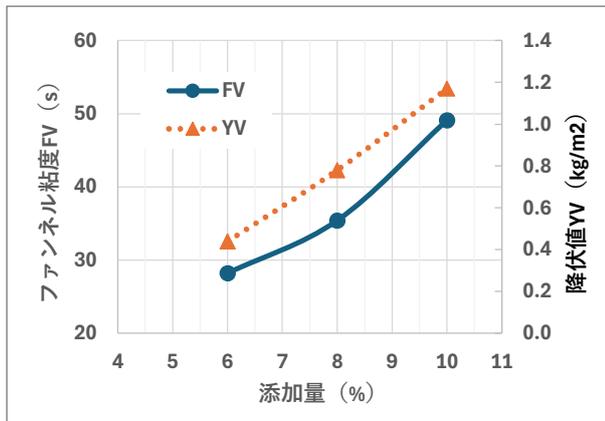


図-1 最適材料の泥水性状(1)

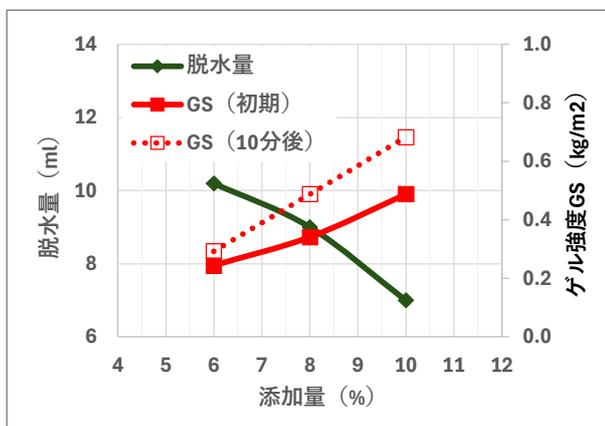


図-2 最適材料の泥水性状(2)

4. 現場への適応例

この最適材料(製品名クニフォース PX)を、これまでに 5 件の現場へ適応した(写真-2)。各現場それぞれ 200 kg から 5 トン程度使用した。聞き取り調査では、使用感として概ね良好であり、これまで既存製品の Na 型ベントナイトと添加剤を用いて海水練りを実施していたがこの最適材料は分離も少なくズリがよくあがる、一夜掘り置き後のスライム沈殿量が激減した、トータルコストはこれまでより削減が見込まれる、などの高評価が得られた。その内一現場で、夏場一週間現場がストップした際に泥水が腐敗し粘度低下や悪臭が発生したため、本材料に事前に防腐剤を添加するなど更なる改良の余地が見られた。また、粘土層掘削時に比重上昇等のトラブルが発生するケースもあったが、砂礫層ではブリの運搬、逸泥・崩壊防止に十分な効果を発揮しており、特に砂礫層掘削時に適した材料であると考えられた。



写真-2 現場での作泥の様子

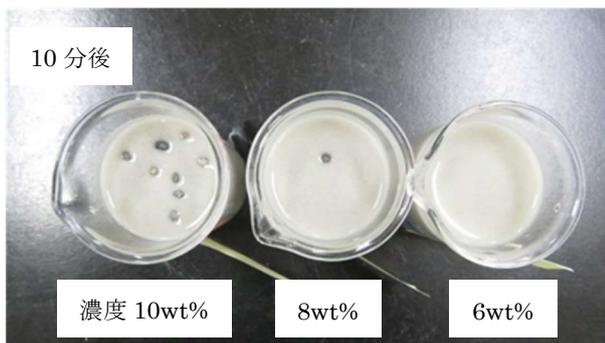


写真-1 ゲル性状の確認

また、作液後の浮き水分離評価のため、最適材料の泥水(濃度 8wt%)と既存製品の Na 型ベントナイト(製品名クニゲル V1)の泥水(濃度 20wt%)を、メスシリンダーに投入し、10 分後の浮き水を確認した。その結果、Na 型ベントナイトはすぐに分離が始まるが、最適材料の泥水は泡立ちもなく全く分離しておらず、一夜後でも分離はほとんど起きない事を確認した。

5. まとめ

海水練りに適した、高粘性、高降伏値、高ゲル強度のベントナイト系泥水材料を開発するために、海水に適したポリマー及びベントナイトを調査し、最適材料選定と配合の検討を行った。その結果、得られた最適材料は、従来よりも少ない添加量で、優れた特性を有することがわかった。また、現場への適応を実施し使用可能であることを確認した。

《引用・参考文献》

- 1) 沖野文吉(1981):ボーリング用泥水, p. 201, 技報堂出版.
- 2) 高野晴男(1990):海水利用のポリマー泥水に関する研究, p. 966, III-465. 土木学会第45回年次学術講演会.
- 3) 森仁司ほか(1987):泥水式シールド用海水練り泥水に関する研究, p. 578, III-277. 土木学会第42回年次学術講演会.