

ベントナイトブロックの施工性に関する検討（その1）

-1m³ベントナイトブロックの製作-

東京電力（株） 正会員 小野文彦、日本原燃（株） 正会員 庭瀬一仁
東電設計（株） 正会員 谷智之、（株）間組 正会員 ○中越章雄、千々松正和

1. はじめに

現状考えられている余裕深度処分施設における低透水層の施工法の一つとしてベントナイトブロックによる施工が候補として考えられている。そこでベントナイトブロックの製作性、搬送・定置性についての検討を行なった。本報告では、このうち製作性に関する検討結果を報告する。

2. ベントナイトブロックの製作

ベントナイトブロックの製作は静的締固め（冷間等方圧加圧方式：CIP(Cold Isostatic Press))と動的締固め方式（重錘落下方式；AWFCS(automatic weight falling compaction system))により行った。試験に使用した材料は、クニゲルV1原鉱石を粒径20mm以下に粒度調整したものである¹⁾。目標乾燥密度はCIP成型で1.7Mg/m³、重錘落下方式による製作で1.62Mg/m³とし、ブロック寸法は両者とも1m×1m×1mとした。CIP装置を写真-1に示す。材料を写真-2に示す鋼製型枠内のゴム容器内に5層に分け充填・予備転圧し、その後、容器をCIP装置内に入れCIP成型した。CIP成型後、表面切削し所定の寸法に仕上げた。製作したブロックを写真-3に示す。重錘落下方式は重錘を繰り返し落下させることで締固めを行う方法である²⁾。写真-4に製作装置を示す。本装置は重錘の質量および落下高さを調節することにより単位締固めエネルギーを制御し締固めを行える装置である。型枠は高さ1mで剥離機構を備えたものであり、最大1m³の立方体を締固めることが可能である。重錘下部（締固め部）の形状は締固め効率の良い波形（突起型）とし、最後の仕上げ層のみ平坦型の重錘を用いた。事前検討により、1層当たりの締固め厚さ（仕上がり厚さ）は30cm、締固めエネルギーは0.05Ecとした。すなわち、突起型重錘で3層×30cmの締固めを行い、最後に平坦型重錘で10cmを締固め1m高さのブロックの製作を行った。なお、突起型重錘を用いることにより、1層50cmの締固めも締固めエネルギー0.05Ecで行えることも確認した。写真-5に製作後にブロックを装置から取り出している様子を、写真-6には製作したブロックを示す。



写真-1 CIP装置全景



写真-2 製作用容器



写真-3 CIP製作ブロック



写真-4 AWFCS 全景



写真-5 製作したブロックの取り出し



写真-6 AWFCS製作ブロック

キーワード 余裕深度処分施設、ベントナイト、ブロック施工

*連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 / TEL:03-4464-5182 / ttani@tepsco.co.jp / 谷 智之

3. 製作したブロックの品質

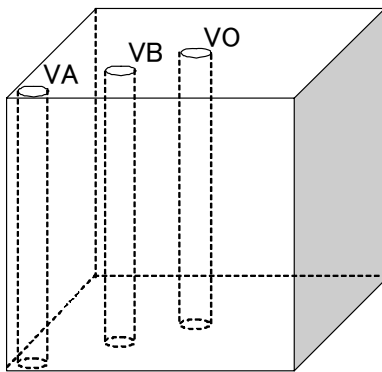
各製作方式により製作したブロックの寸法の比較を表-1 に示す。各ブロックの側面上部4点、側面下部4点、高さ4点を測定し、各ブロックにおいて各部位の平均値を算出している。また、AWFCS では計7個のブロックを製作しており、この7個の平均値を表-1 に示している。CIP により製作したブロックの数は1個である。なお、AWFCS の場合、製作前の型枠自体に目標ブロック寸法（1m）との差があったため、型枠内寸からの差を示している。結果として、AWFCS の場合は型枠の内寸や高さの設定値と若干であるが差が生じてしまう結果となっているがそれほど大きな値ではなく、ばらつきも小さい。一方、CIP の場合、加圧成型後に切削加工しているため、設定値通りのブロック製作が可能である。図-1 には製作したブロックについてコアボーリングにより乾燥密度を測定した結果を示す。(a)はコアボーリングの位置、(b)はCIPブロックの結果、(c)はAWFCSブロックの結果である。また、コア密度測定結果より得られた乾燥密度の平均値および標準偏差を表-2 に示す。これらより、AWFCS ブロックの場合、ブロック全体の密度を設定値に近い値で製作することが出来るがブロック内の密度分布が若干大きくなってしまふことが分かる。CIPブロックの場合、ブロック内の密度差は小さくなるが、圧力制御で製作しているため、ブロック全体の密度の誤差が今回は大きくなってしまっていることが分かる。

表-1 製作方式の違いによるブロック寸法の精度

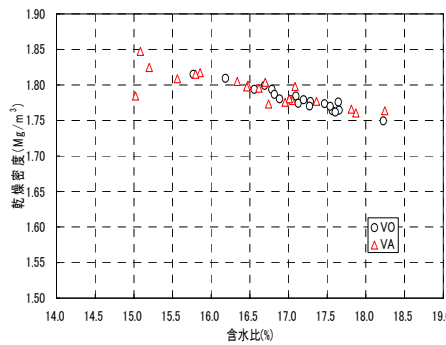
ブロック		ブロック実寸(cm)		
		側部上部	側部下部	高さ
AWFCS	測定値の平均値	100.54	101.93	99.76
	標準偏差	0.06	0.15	0.23
	型枠内寸からの差	0.25%	0.64%	—
	設定値(100cm)からの差	—	—	0.24%
CIP	測定値	100.00	100.00	100.00
	設定値(100cm)からの差	0.00%	0.00%	0.00%

表-2 乾燥密度(Mg/m³)

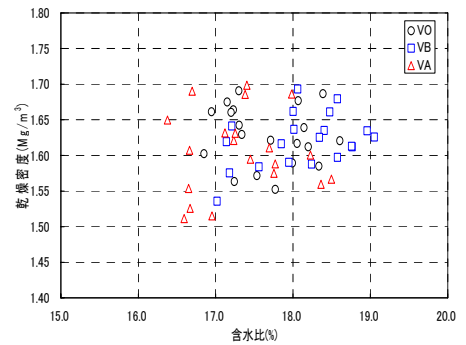
	AWFCS	CIP
目標乾燥密度	1.62	1.70
平均	1.619	1.787
標準偏差	0.040	0.021



(a)測定位置



(b)CIP 製作ブロック



(c)AWFCS 製作ブロック

図-1 乾燥密度の測定結果

4. まとめ

今回、冷間等方加圧方式（CIP）および重錘落下方式（AWFCS）により 1m³のベントナイトブロックを製した。CIP での加圧には今回2時間程度の時間を要し、成型圧の低減も含めて効率化を図る必要があり、平均密度の制御も課題となった。しかし、CIP 製作では切削加工を行うことにより非常に高い寸法精度のブロックを製作出来る。一方、AWFCS でもある程度（誤差1%以下）の精度でブロック製作は可能である。また、密度のばらつきはCIPブロックの方がAWFCSブロックに比べて小さくすることが出来る。

本研究は、電力共通研究として実施したものである。

【参考文献】 1) 雨宮ら：ベントナイト原鉱の締固め特性に関する検討—種々の材料に対する室内試験結果—、土木学会第 58 回年次学術講演会、CS7-018、pp.313-314（2003）、2) 小野ら：重錘落下方式による自動締固めの検討、土木学会第 59 回年次学術講演会、CS1-051、pp.101-102（2004）