

## 空圧式打撃ハンマーによる大型土槽ベントナイト締固め試験

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）大成建設（株） 正会員 藤原斉郁

### 1. はじめに

放射性廃棄物処分施設における構成要素のうち、低透水層については高密度ベントナイトによる構築が考えられており、ブロック状のベントナイトを積み重ねる方法、原位置締固めを行う方法、粒状体などの加工ベントナイトによる方法など、各施工部位の条件に応じた様々な方法が提案されている<sup>1)</sup>。このうち、余裕深度処分における側部低透水層では幅約1mの狭小な空間での構築が条件とされており、合理的な施工方法が求められている。本研究では、この限られた空間での原位置締固め施工法として空圧式打撃ハンマー<sup>2)</sup>を用いた方法について転圧締固め試験を実施した結果について述べる。

### 2. 試験概要

今回用いた空圧式打撃ハンマーは、本来コンクリートのハツリ機として用いられていたもののビット先端の形状をフラットとし、締固め機械としたものである<sup>2)</sup>。表-1に空圧式打撃ハンマーの諸元を示すが、打撃回数が多く高いエネルギーを与えるだけでなく、空圧による駆動のため機構が単純であり、耐久性やメンテナンス性にも優れている特長がある。本試験では、図-1に示すように締固め用空圧式打撃ハンマーを小型重機に横並びに3台取り付け、狭い空間において小型重機を走行させながら連続的な締固め施工が可能な機械を試作し、試験に用いた。

図-2に本試験で用いた試験ピットおよび試験状況の外觀を示す。ピットは既存のコンクリートピット

内に鉄板と山留め材を用いた仕切りを設けることにより幅1.2m×長さ4.5m×高さ1.5mの締固め空間としたものを用い、この空間内で材料の撒き出し・締固めを行った。なお、試験に用いたベントナイトはクニゲルV1原鉱石の最大粒径を20mm以下としたもので、予め含水比17%に加水調整されたものを用いた。また、試験手順としては、図-3に示すように別途実施した大型振動ローラによる締固め試験<sup>3)</sup>と同様に、ベントナイトの特殊性を考慮し、予備試験により目標仕上がり層厚10cmとし、人力による材料撒き出しや「初期転圧」と称する大型振動コンパクタ（自重330kg）による事前転圧を行い、空圧式打撃ハンマーによる締固めを行った。なお、本試験における目標密度は乾燥密度で1.6Mg/m<sup>3</sup>とした。

表-1 空圧式打撃ハンマーの諸元

打撃エネルギー (kg・m)	8.3
打撃数 (rpm)	1,600
エアースリンダ径 (mm)	Φ190
ビット数 (本)	4
ビット面積 (cm <sup>2</sup> )	680
最大ストローク (mm)	85



図-1 空圧式打撃ハンマー外観



図-2 試験ピットおよび試験状況

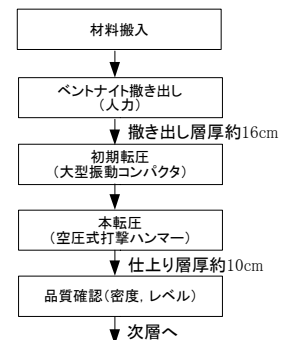


図-3 手順フロー

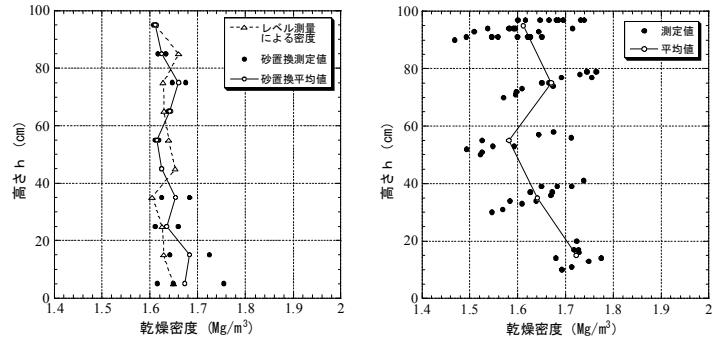
キーワード ベントナイト、締固め、低透水層、空圧式打撃ハンマー、振動計測

\*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. 試験結果

3.1 密度達成状況

図-4 に各層施工完了後における密度測定結果を示す。なお、これらは概ね大型振動コンパクタによる初期転圧 6 パス（走行速度：約 15m/min）、および空圧式打撃ハンマーで 2 パス（同：約 1m/min）の締固め施工による結果である。その結果、砂置換法(n=21)では平均 1.64 Mg/m<sup>3</sup>、標準偏差 0.04Mg/m<sup>3</sup>、各層内での密度分布をみるため、コアサンプルを上下方向に 3 分割しパラフィン法によって測定した結果(n=69)では、平均 1.64 Mg/m<sup>3</sup>、標準偏差 0.08Mg/m<sup>3</sup> と、平均値は砂置換法で得た値とほぼ一致し、目標値を上回った。一方、各層とも転圧面に近いほど密度が高くなる傾向が顕著に認められた。また、高さが高くなるに従い徐々に達成密度が低下する傾向が若干見られたことから、仕上り高さ 1m を超える層での密度達成性については、今後の確認事項であるといえる。



(a) レベル測量，砂置換法 (b) コア試料

図-4 各層施工完了後の密度測定結果

3.2 側圧測定結果

空圧式打撃ハンマーは打撃エネルギーが高いため、本試験では計測により側圧の発生状況の確認を行った。計測は、試験ピット壁面の 3 深度に土圧計（φ 10cm）を設置し、転圧時および残留値の測定を行った。図-5 に測定結果のうち 2 層目 1 パス時の経時変化を示す。図から、土圧計近傍を空圧式打撃ハンマーが通過した際に最大値を示し、その後は残留値に収束していく状況がわかる。図-6 に各層での転圧面と土圧計設置深度との高低差（Δh）に対する転圧時の最大値ならびに残留値の関係を示す。その結果、転圧時については最大値で約 250kPa、残留値については最大約 60kPa であり、いずれも締固め層数が増すにつれ徐々に低下する傾向が見られた。これらの結果については、転圧時最大値については空圧式打撃ハンマー近傍での局所的なものであるのに対し、残留値は側壁全体に作用する点に留意しながら、適切に評価する必要があるものと思われる。また、締固め層数の増加に伴う側圧の低下傾向についても、実規模大での検証試験データの取得などが今後の課題であると考えられる。

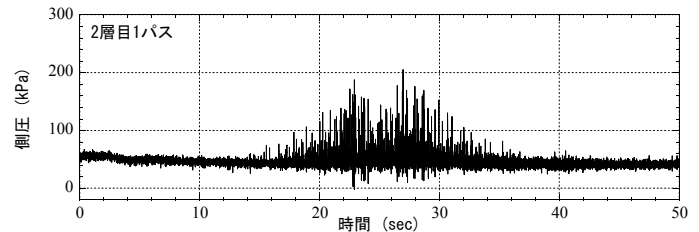
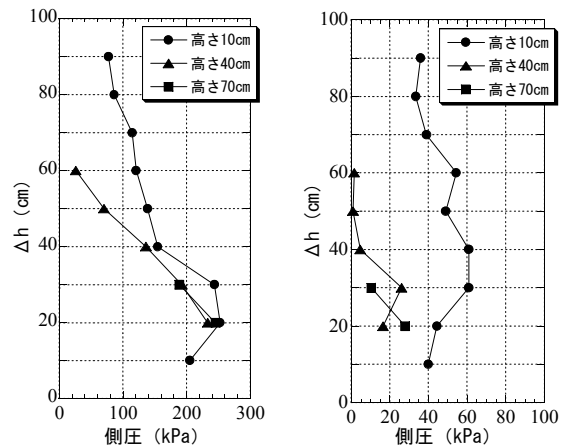


図-5 側圧測定結果（2層目 1パス時）



(a) 加振時最大値 (b) 残留値

図-6 側圧測定値

4. おわりに

本試験では、空圧式打撃ハンマーによるベントナイトを用いた低透水層の構築に関する試験施工を実施し、本方法での密度達成性が確認された。今後は、締固め施工による側圧の評価も含め、実規模大での検証試験によるデータ取得が望まれる。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) 例えば、小野他：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（2004）。
- 2) 小野他：空圧式打撃ハンマによるベントナイトの締固めについて，土木学会第 59 回年次学術講演会，CS1-052（2004）。
- 3) 小野他：大型振動ローラによるベントナイト転圧試験，土木学会第 61 回年次学術講演会（投稿中，2006）。