

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

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 伊達正浩
大成建設（株） 正会員 五十嵐孝文 大谷崇

1. はじめに

余裕深度処分施設の低透水層は、ベントナイト系材料を高密度に締固めて所要の遮水性能を確保することが考えられているが、処分空洞の断面が大きく低透水層の施工量も非常に多いため、効率的な施工方法が望まれている。このためには、原位置でベントナイトを高密度に締固めることがひとつの方策として考えられるが、原位置での締固めに適用できる機械で、所定の密度達成が確実視されているものはランマしかない。しかし、ランマは、小型機械であること、人的負担が大きいこと、締固め機械自体の耐久性等の問題があり、大量施工には向かない施工機械であると考えられる。

そこで、本来は締固め専用の機械ではないが、コンクリートの表面切削を目的に使用されている空圧式打撃ハンマに着目し、簡易な締固め試験を実施して高密度ベントナイトの締固めへの適用性について検討した。

2. 試験の概要

試験に用いた空圧式打撃ハンマは、断面積 20cm^2 程度の数本のビットが、85mmのストロークでランダムに出入りし、打撃エネルギー $8.3\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{回}$ 、打撃数 $1,600\text{回}/\text{min}$ で打撃を与える機構を持っている（写真-1）。ハンマのビットはこのままでは締固めに向かないため、先端部分を平坦に改造し、締固め機械として用いることとした（写真-2）。

締固めは、H鋼を組んで約 1m^2 の面積の形枠を作成して行った。使用したベントナイトは、クニゲル V1 原鉱石を粒径 20mm 以下に粒度調整したもので、含水比はランマを用いた締固め試験で最適含水比とされている 21%に調整した¹⁾。空圧式打撃ハンマは、バックハウに取り付け、アーム操作により移動させた。締固めは、1層の仕上がり厚さを 10cm 程度とし、第1層目をコンクリート上で、その上に2層、合計3層実施した。締固め方法は、まず撒き出し直後は非常に緩い状態のため、ビット先端面で打撃を加えずに初期転圧を行った。その後、空圧式打撃ハンマを作動させながら移動させ、沈下が進まなくなるか、または沈下量から乾燥密度が十分 $1.6\text{Mg}/\text{m}^3$ に達したと判断されるまで締固めを行った。沈下量は、レベル測量により最大 25 箇所程度で測定し、平均を取った。含水比及び密度については締固め終了後、コアカッターにより、 $\phi 100\text{mm}$ の供試体を 6 箇所から採取して測定した。



写真-1 空圧式打撃ハンマの外観



写真-2 ビット先端の改造状況

キーワード：ベントナイト，現場施工，空圧式打撃ハンマ

〒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

目標の乾燥密度 1.6Mg/m^3 に締固めるために要した時間は、本試験が初めての試みであったこともあり当初は移動操作等に手間取ったが、上層に行くほど慣れて短くなった。層別の作業時間を整理したものを図-1 に示す。図には実際の作業時間の他に、移動操作等でロスした時間を差し引いて補正した時間についても併記している。これより、単位面積当りの締固め時間は、 5分/m^2 程度と想定され、締固め効率が良いことがわかった。この時間は、作業の慣れ、あるいは自動制御等により更に向上するものと考えられる。

図-2 に厚さ 10cm 程度の各層のコアを 3 分割して測定した乾燥密度を、上中下に分けて示した。分割しなかった試料の乾燥密度は、各層の「中」の位置にプロットした。平均値で見れば、比較的バラツキも小さく、層平均では大部分が乾燥密度 1.6Mg/m^3 を上回り、かなり良好な締固め性を持つことが確認された。

一方、上層ほど密度は小さくなり、層内の上下の密度差が大きくなる傾向が顕著に認められた。これは、1 層目は底盤がコンクリートであるのに対し、2 層目以降は底盤がベントナイト層になり、この部分が締固めエネルギーを緩衝させたために締固め性が悪くなった可能性があること、図-1 に示す様に、結果的に上部の締固め時間が短かったことの 2 点が主な原因として考えられる。底盤の弾性が原因だとすれば、層が厚くなればなるほど密度達成が困難になることが予想される。従って今後、底盤の影響を定量的に確認していく必要がある。

4. まとめ

原位置締固め機械として空圧式打撃ハンマの適用性を簡易な締固め試験により確認した。

- ・ 空圧式打撃ハンマのビットを改造することで締固め機械に適用できることを確認した。
- ・ 施工効率の観点からも、1 層の仕上がり厚さを 10cm 程度とした場合には、 $5\text{分}/0.1\text{m}^3$ と既往の機械と比較しても遜色ないことが確認できた。また、作業の熟練や自動化によって更なる効率化が達成できる余地があることがわかった。
- ・ 密度達成の点でも平均 1.6Mg/m^3 を達成することを確認した。
- ・ 仕上がり厚さが 10cm 程度となるように締固めたベントナイト層内では、表層ほど密度が高く、下部ほど密度が小さくなる傾向にあった。また、層別に見ると上層ほど密度が小さくなる傾向が認められた。低透水層は部位によっては高さが数 m にも及ぶ部位もあることから、底盤の弾性の影響を考慮した締固め密度について検討する必要がある。

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) 中越ら：ベントナイト原鉱の締固め特性に関する検討－土槽を用いた締固め試験結果－、土木学会第 58 回年次学術講演会、CS7-019（2003）

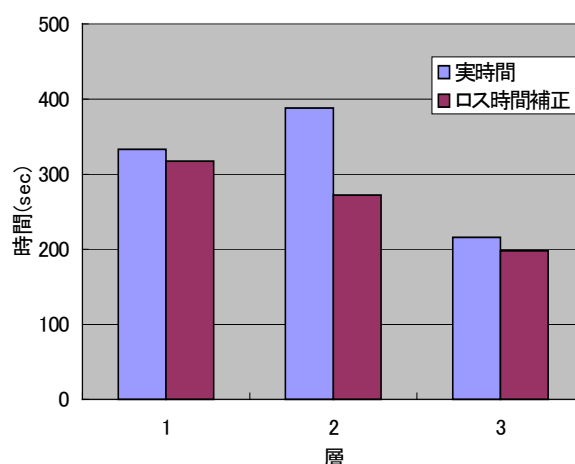


図-1 締固めに要した時間

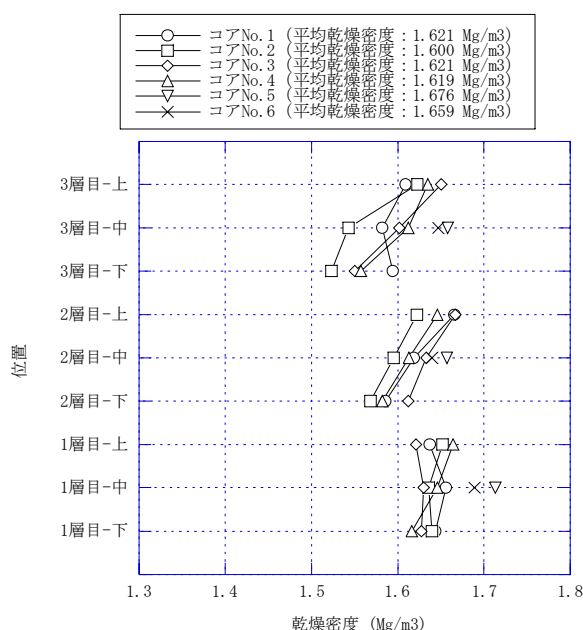


図-2 層別の乾燥密度