

緩衝材の地震荷重下における動的特性把握のための振動試験（その2）

独立行政法人 防災科学技術研究所 正会員 御子柴 正
(株)東京ソイルリサーチ 正会員 阿部 秋男

1. はじめに

人工バリアシステムを模擬した縮小モデルを用いて、地震動が人工バリアシステムに与える影響を実験的に解明してきた。本研究では、これらの実験結果を踏まえて、特に「構造的に健全な状態で存在する」ことに影響が大きいと考えられる緩衝材の振動時（地震時）の動的特性の把握を行うことを目的として、緩衝材の動的な要素試験を実施している。本稿では、せん断フレーム小型試験装置を用いて、緩衝材（粉末ベントナイトとケイ砂を混合）の圧縮せん断特性等把握のための小ひずみ変形の試験を行ってきた実験結果を踏まえ、緩衝材を含水させた状態をも含めた大ひずみ変形での振動実験を実施した。これらの取得した基礎データから拘束圧とせん断剛性との関係について述べる。

2. 試験装置及び試験体の概要

試験装置は小ひずみ変形試験で用いたせん断剛性や減衰特性の歪み依存性、周波数依存性等を測定することが可能なせん断フレームを有するせん断小型試験装置を用いた。試験体は直径 300mm、高さ 100mm の円筒形とした。この試験体をジュラルミン製の積層リングで拘束し、上載圧は載荷板を介して載荷した上で振動台に接続して、振動台を作動させることにより動的なせん断力を加力できる構造である。拘束リングは1層の大きさを直径 340mm、厚さ 20mm、高さ 10mm としてこれを10層積み重ねる構造にした。リング間の摩擦係数は1%以下である。また、載荷板には3個のベアリングを取り付けてあり、加振時において上板との間で摩擦が生じない構造とした。せん断フレーム小型試験装置を写真1に示す。

緩衝材は粉末ベントナイト 70%と珪砂（3号 50%及び5号 50%）30%を混合して用いた。充填方法は、数層に分けて充填し、密度の低い試験体はハンドタッピングにより作製を行い、また、密度の高い試験体はパイプレータを用いて締め固めることにより製作を行った。歪みや変位、加力はそれぞれのセンサーを用いて測定を行った。センサー配置を図1に示す。

3. 試験結果と考察

試験は緩衝材の充填密度や拘束圧及び含水比を変えて12ケース行った。充填密度は $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ 及び $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ の3種類であり、この3種類の拘束圧を 20kPa 及び 50kPa とした。また、含水比は乾燥状態に加え、 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 及び $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ の2種類では 10%及び 20%とした。

解析は緩衝材のせん断剛性及び減衰のせん断ひずみ依存性について行い、これらの結果を乾燥密度毎に分類して拘束圧と剛性の関係を示したのが図2である。左から乾燥密度は $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ 及び $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ である。この図に示した拘束圧と初期剛性の関係から、乾燥密度 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ で試験体を作成して含水比が 10%程度までは、拘束圧が高くなるに従い剛性が増大している。また、含水比が 20%程度になると、この関係は逆の傾向を示すが差は大きくなかった。これは、含水比が少ない場合にはせん断剛性が粉体としての摩擦に依存しているが、含水が多くなるとこれにより膠着の状態が変化するものと考えられる。これに対して、乾燥密度 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ で試験体を作成した場合には、拘束圧及び含水比によらず、初期剛性はあまり変化がなかった。これは、乾燥密度の高い緩衝材では試験体作成時の圧縮エネルギーが大きいため、粒子間の固着が生じてい

キーワード：地層処分，人工バリア，緩衝材，振動試験，地震荷重下

連絡先：茨城県つくば市天王台3-1，TEL (029)863-7557，FAX:(029)851-1641

るためと考えられる。

同一密度の試験体の含水比を変化させて実施した試験の剛性とせん断歪みとの関係及び減衰とせん断歪みとの関係から、剛性は、含水比が増加するに従って高くなる傾向があった。これは、粘着力に依存する動的な抵抗要素が含水の増加とともに増大するためと考えられる。また、減衰は、含水比の増加に伴い大きくなる傾向があった。これは、通常この種の材料の減衰を評価するときに用いる履歴減衰のほかに、粘性減衰の成分も全体の減衰の中に含まれることを示すものである。この場合、加力の周波数を変えた試験を行えば、含水と粘性減衰の関係を求められる可能性が考えられる。

4. 終わりに

緩衝材の含水状態をも含めた大ひずみ変形での振動試験では、周波数を一定として行ったため、減衰の検討を十分に行うことはできなかった。しかし、小ひずみ変形試験の結果から乾燥状態の緩衝材であれば、せん断剛性、減衰の周波数依存性は無いことが確認されているが、今回の含水比を変えた試験結果から、含水比が高くなるとせん断剛性及び減衰ともに周波数依存性がある可能性が示唆された。

今後、緩衝材の動的特性等を把握するための基礎データの取得として、高密度・高飽和度時の緩衝材を用いた試験をも実施する予定である。

本研究は、原子力委員会の評価に基づき、文部科学省原子力試験研究費により実施されたものである。

5. 参考文献

1) 御子柴 正 他：緩衝材の地震荷重下における動的特性に関する研究,文部科学省 平成 14 年度国立機関等原子力試験研究成果報告書(第 43 集), 2004.3



写真 1 セン断フレーム小型試験装置

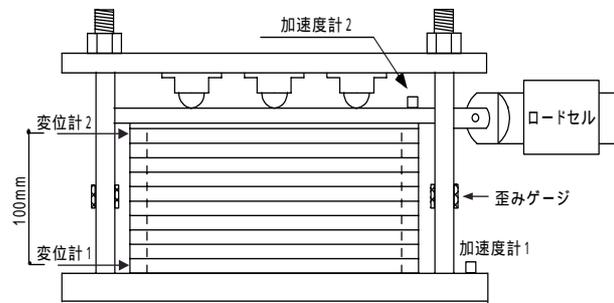


図 1 センサー配置

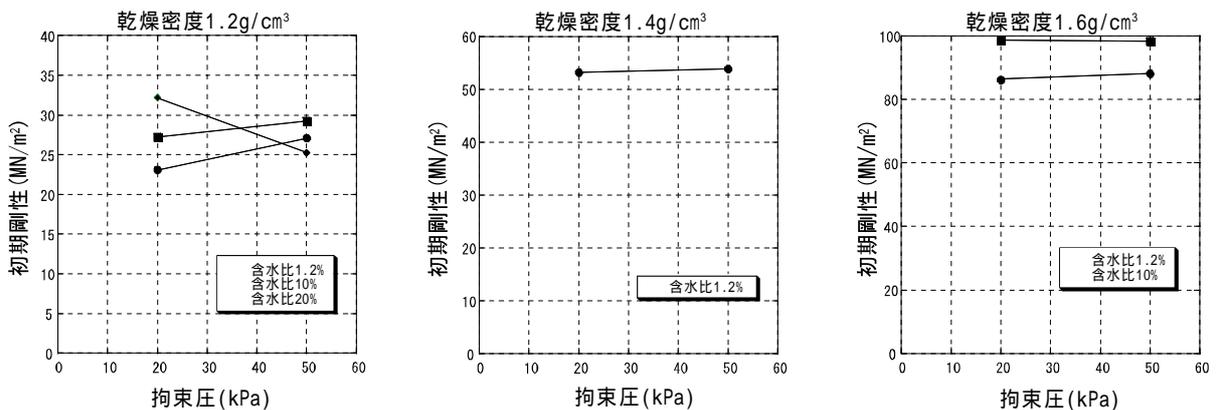


図 2 拘束圧とせん断剛性の関係