

共同溝でのゴム製止水継手部のねじり解析

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 榊原大志

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 中野圭崇

早稲田大学大学院理工学研究科 フェロー 清宮理

まえがき

今回対象とした止水ゴムは断面力を吸収することおよび止水性を得るため、共同溝等の柔継手として用いられる。この柔継手は不等沈下・地震などの影響を受ける断面力を吸収するために用いられる。今回は、ゴム・繊維複合部材であるこの止水ゴムのねじり特性を調べるために、実物大載荷試験を実施するとともにプログラム（Solvia）の有限要素法による解析を行った。これらの結果について述べる。

1. トンネル継手部における止水ゴムの概要

実験および解析を行った止水ゴムの概要を図1に示す。補強のため、内部に繊維部材が組み込まれている。このゴムは、高さ100mm厚さ20mmで、止水ゴム端の半円の半径は30mmで、両側をボルトで固定した。

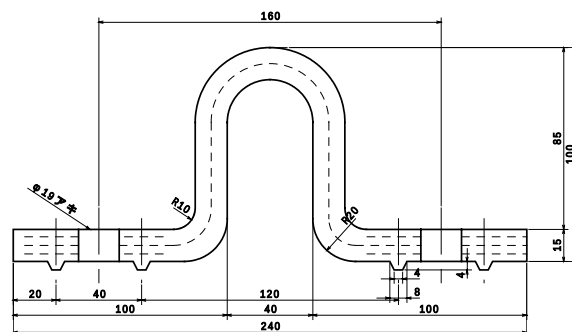


図1 実験供試体の断面図



図2 実験装置

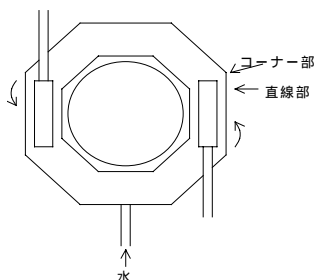


図3 実験装置概略図

2. 継手部のねじり実験

図2がトンネル断面を想定した実験装置、図3がその概略図である。まず、ねじり力を与えるジャッキを写真の右下の位置に設置し、・につないだ。また、水圧を与えるため、の部分に水道から直接ホースをつないだ。そして、ジャッキ荷重・変位・水圧・傾きの測定をした。実験は、まず水圧を与えるため、水道水により水圧が1.0kgになったら止め、その時点で直線

部・コーナー部にトレッシングペーパーを当て、メッシュの節点を写し取る。メッシュの正方形は10mm格子である。そのあと、ジャッキを動かして、ねじり角が1.0°・2.0°・3.0°・4.0°になったとき、それぞれトレッシングペーパーにより節点を写し取る。それと同じことを水圧1.8kg(これは実験装置の都合上1.8°・3.0°のみ)においても実行する。

3. 実験結果



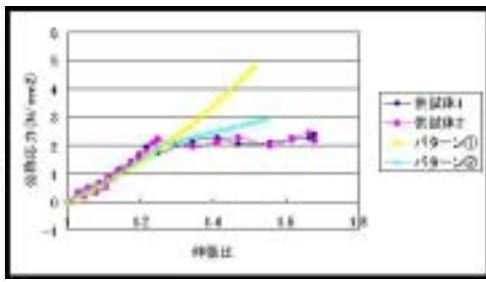
水圧なし ねじれ角0° 水圧なし ねじれ角5.2° 水圧100kN/m²ねじれ角4.0° 水圧180kN/m²ねじれ角3.0°

図4 実験結果

上図が、ねじり力を加えた際のそれぞれの水圧・ねじり角における結果である。これを見ると、水圧を作用させると止水ゴムはかなり膨れ出たことがわかり、隅角部での変形は少なく、その脇での変形が大きかった。

キーワード 共同溝・沈埋トンネル・止水ゴム・ねじり角・不等沈下

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学土木工学科 TEL 03-5286-3852



4. 解析結果の概要

(1) 一軸引張解析

ゴム・繊維複合部材の基本的な性質をつかむため、一軸引張試験をもとに有限要素法解析を行った。図5は引張力を与えた解析結果図で、図6は公称応力 - ひずみ図の、実験結果との比較図である。そして、図7・8には変位160mm(最大変位)におけるひずみ分布図の解析・実験結果を示す。パターン①の違いは解析での繊維部材の違いで、①では弾性部材、②では可塑性部材を用いた。ここでは、②で用いた可塑性部材のほうが適している。

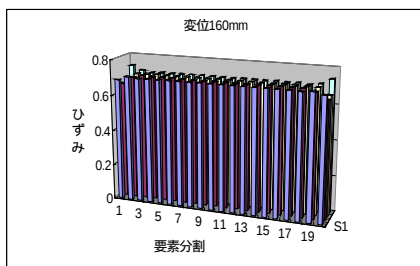
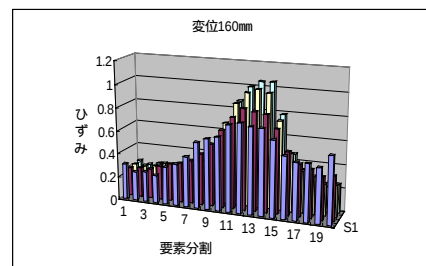


図7 ひずみ分布図(実験結果)

図8 ひずみ分布図(解析結果)

(2) 2次元有限要素解析

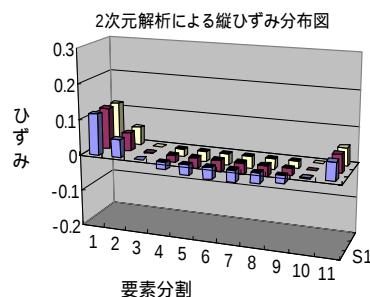
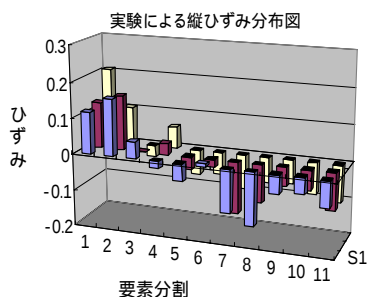
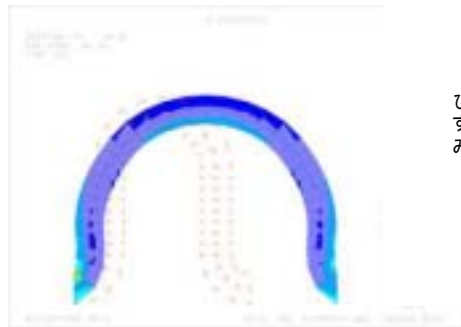


図9 水圧 180kN/m²

図10 縦ひずみ分布図 (水圧 180 kN/m²)

上の図9は実験供試体の断面をモデル化したもので、水圧 180kN/m²のひずみ - コンター図である。水圧により膨張し、最大0.1程度のひずみ値であった。そして、図10を縦ひずみの分布図として実験値と比較した。

(3) 3次元有限要素解析

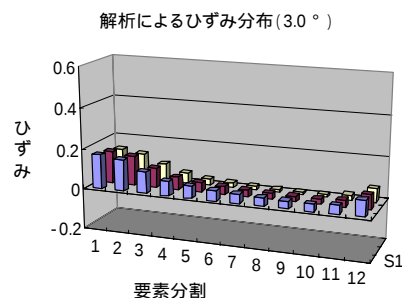
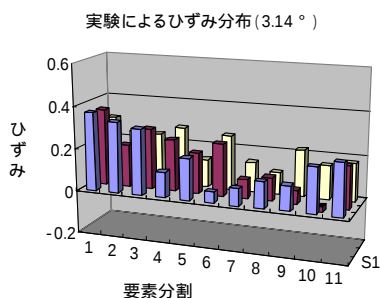
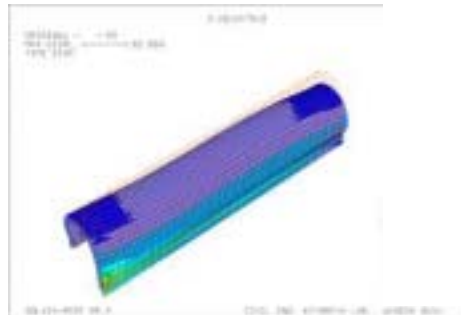


図11 水圧 180kN/m² (ねじり角 3.8°)

図12 水圧 180 kN/m² (ねじり角 3.14°・3.0°)

装置上での八角形のうち、1辺をモデル化し、内部に分布荷重を与え、水圧を、ねじりを加えた。ここで、ねじり角は強制変位を与えることで示した。また、2次元と同様にひずみ分布図として実験値と比較した。

5. 考察および結論

結論として、次のようなことが挙げられる。引張試験解析結果について、実験においては内部繊維が破断した部位のひずみが大きくなっている。2次元有限要素解析について、全体的な縦ひずみという点では比較的实验結果と一致している。全体のひずみ分布の比較では解析値のほうが小さくなり、主ひずみとねじり角の関係も値の差は小さいとはいえない。この誤差は解析値を取る場所の違いとも考えられ、コーナー部の解析とともに今後の課題としていきたいと思う。

参考文献 1) 中野圭崇、塚田俊之、清宮理：ゴムと繊維の複合材料によるトンネル用止水ゴムの力学特性、土木学会第56回年次学術講演会、2001.9、部門、pp. 516-517