

石造アーチの安定と応力及び力学定数に関する実験

熊本大学 ○学生員 潮崎宏治 学生員 持田拓児
学生員 岡崎邦広 正員 崎元達郎

1. はじめに 近年、現存する石造構造物の健全度評価や維持管理に関する技術的検討が必要となっている。しかしながら、自然石の材料定数や、材料定数と構造解析法との関係など不明な点が多い。¹⁾ここでは、アーチセグメントとして、材料定数の定め易いセメントモルタルで作製した人造石を用い、その力学定数を求める実験と模型サイズにおける石造アーチの安定と応力に関する実験を行ったので報告する。

2. 実験概要 全ての実験に用いるアーチセグメントは、セメント強さ試験(JIS R 5201)の配合に基づき打設したモルタルで製作した。アーチセグメントの形状平均寸法を図-1に示す。お互いの接触面を実際の石橋に近付けるために表面をノミではつたもの(人工粗面)と、平らな表面のもの(平滑面)の2種類について実験し、比較検討する。

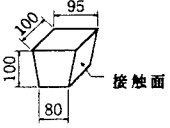


図-1 アーチセグメント(単位mm)

①表面測定 表面の粗さが不連続面の物理定数に影響すると思われるため、試験に使用する人工粗面の供試体について表面の凹凸状態を測定した。方法は図-2に示すように供試体にレーザー変位計を4mm間隔で走査し、サンプリング間隔0.13mmで測定する。表面粗さを表す指標の一つとして $R_z = (\text{勾配の二乗平均})^{1/2}$ を選び他の試験結果との関連を見る指標とした。

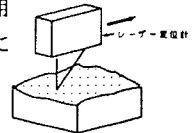


図-2 表面測定模式図

②圧縮試験 圧縮試験はセグメント内部と不連続面間の垂直バネ定数を求めるために行った。このときセグメント内部と平滑面、人工粗面を含む場合ではバネ定数が著しく異なると予想されるために不連続面を有しない角柱の場合、平滑面を不連続面とする場合、人工粗面を不連続面とする場合について行った。方法を図-3, 4, 5に示す。

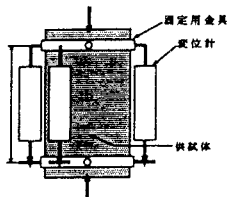


図-3 角柱圧縮試験

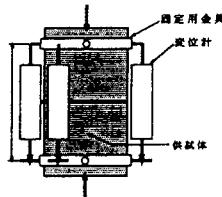


図-4 平滑面圧縮試験

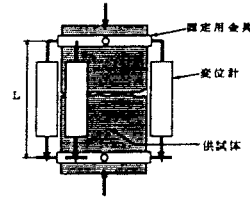


図-5 人工粗面圧縮試験

③せん断試験 せん断試験はセグメント間のせん断バネ定数を求めるために平滑面どうしと人工粗面どうしで行う。図-6に示すような装置を作成し、鉛直方向に上載圧を荷重制御で加えた状態で上箱を反力壁に固定し、下箱を水平サーボ試験機(変位制御)で引く。載荷速度は最初の5mmまでを1/200(mm/sec)で、5~25mmまでを1/100(mm/sec)とした。水平荷重と水平変位を測定することにより得られるせん断力-せん断変位曲線の勾配としてせん断バネ定数が求められる。

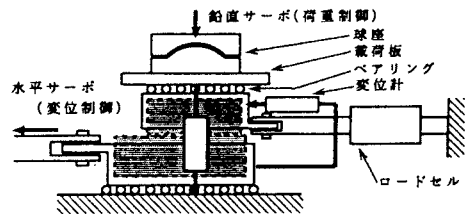


図-6 せん断試験装置模式図

④模型載荷実験 図-1のようなセグメントを用いて図-7に示すセグメント数17個のアーチの模型を製作した。実際の石橋の分布死荷重(図-7の上部に示す)を模擬することを考え、図-7に示すような装置により載荷する。全体の荷重はロードセルから、各載荷点の荷重はあらかじめ校正しておいた吊材のひずみ

の値から算出して求める。この際、図-8に示すように $L/8$ 、 $L/4$ 、 $3L/8$ 、 $L/2$ 、 $5L/8$ 、 $3L/4$ 、 $7L/8$ の7点の面内変位（求心方向）を測定する。また両端点と $L/4$ 、 $L/2$ 、 $3L/4$ のセグメントの軸力方向及びせん断方向のひずみを、ひずみゲージ（ゲージ長30mm）で測定する。また、チェックのために面外変位と支承の水平方向への開きも測定した。これらをセグメントの接触面が平滑面の場合と人工粗面の場合について実験を行った。

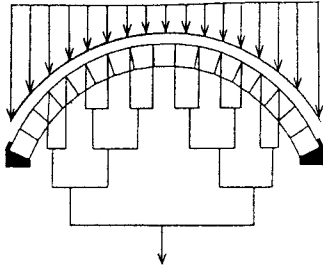


図-7 模型載荷実験模式図

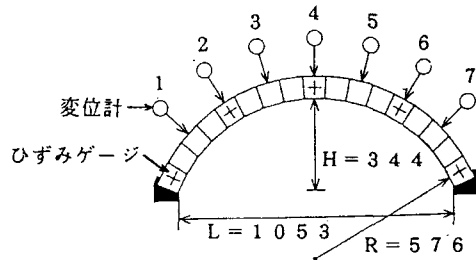


図-8 アーチ寸法と測定点（単位mm）

3. 実験結果及び考察 平滑面の模型載荷実験の様子を写真-1に、その結果を図-9、10に示す。全体の荷重を0t～8tまで1tずつ増加させて変位を測定した。各載荷点とも直線的な挙動が見られ（図-9）、ほぼ左右対称に変位している（図-10）。変位はごく小さく最大でも0.75mmであり、このアーチがかなり剛性が高いことが分かる。変位形状の非対称性はセグメントどうしの接触面積と接触の強弱が影響していると考えられる。なお、他の実験結果については当日発表する。

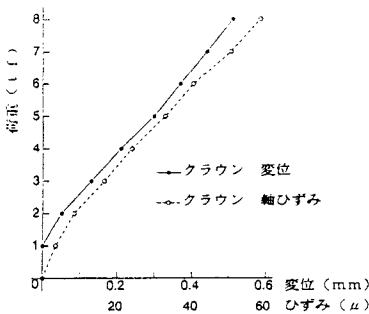


図-9 荷重-変位・ひずみ関係（クラウン）

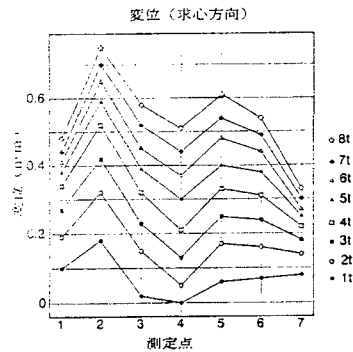


図-10 支間方向の変位分布図

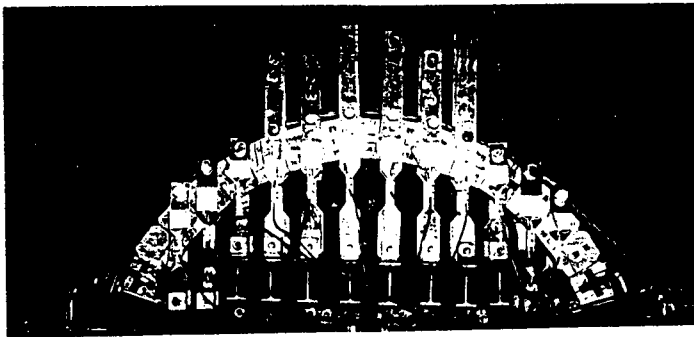


写真-1 模型載荷実験

参考文献 1) 岡崎邦宏他：石造アーチ橋に用いられる溶結凝灰岩の力学定数を求める実験、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、1995.3