

原位置でのねじり試験による弾性定数測定法

山梨大学	正会員	○鈴木	拓雄
山梨県庁		志村	孝則
山梨大学	正会員	平島	健一
コミヤマ工業	正会員	清水	秀樹
福田道路	正会員	田口	仁

1. 目的

既存構造物内のコンクリートやアスファルトコンクリート等の弾性定数を得ようとする場合、原位置にて採取した円柱状のコアを用いて実験施設にて万能試験機などにより測定することが普通であり、やや手間を要する。これに対して本研究は、計測対象物に成形したコアに携帯可能な装置によって人力によるねじり試験を適用することで、原位置で弾性定数を簡便に計測する手法を確立することを目的とする。

2. ねじり試験装置の概要と弾性定数を求める基礎式

本研究では図1に示す各要素を連結させることでねじり試験を行う。これはハンドルで付与したねじりトルク M_t がグリップ部を介してコアに伝達されるようになっている。このとき、ハンドルにより付与するトルクをトルク計で検出すると同時に、ねじりによって生ずるコアの回転角 ϕ をコア上面に設置した変位指示アームを介してレーザー変位計により変位として検出する。これらの値を計測することによって次式の関係⁽¹⁾からせん断弾性定数 G を求めることができる。

$$M_t = I_p G \theta. \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここに I_p はコアの断面2次極モーメントなので既知の値であり、 θ はねじり率であってこれはコアの回転角 ϕ を図2に示す長さ l_1 で除した単位長さあたりのねじり角である。図2は図1で示すグリップ部がコアをつかんでいる状態を示したものであるが、長さ l_1 と l_2 はそれぞれコア全長のうちのグリップ部がつかんでいない長さとなつかんでいる長さである。ねじりトルク M_t を付与したときには、グリップ部がつかんでいる長さ l_2 の部分は剛体回転をしていると考える。さらに計測対象物が等方性であると仮定し、ポアソン比 ν を適当な値に設定すれば、次式から縦弾性定数 E が求まる。

$$E = 2(1+\nu)G. \quad \dots \dots \dots (2)$$

なお、ここではポアソン比 ν は 0.2 に設定して縦弾性定数 E を求めこととした。

3. 弾性定数の測定結果

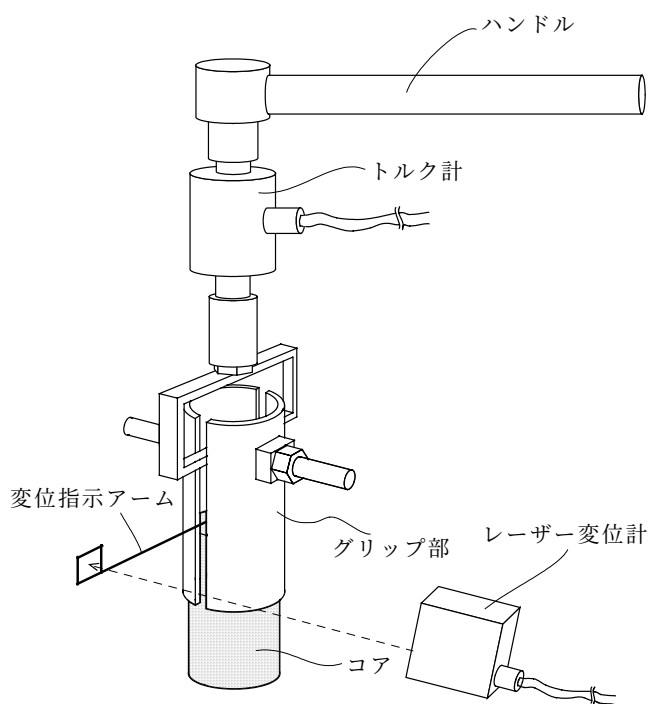


図1 ねじり試験装置概要

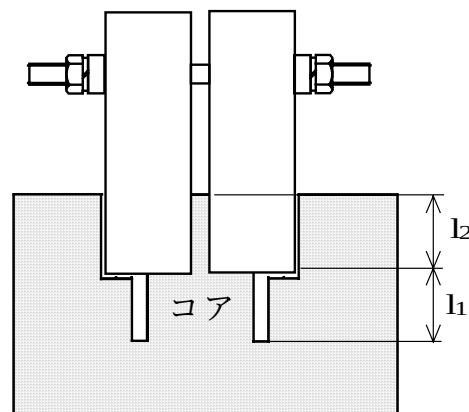


図2 コアをつかんでいる状態の模式図

キーワード ねじり, 弾性定数, 原位置

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学自然機能開発専攻 TEL055-220-8532

本研究では、モルタルで作成した供試体に直径 $\phi 45\text{ mm}$ ×長さ 120 から 210 mmのコアを成形してねじり試験により弾性定数を求める一方、同条件で作成した $\phi 50\text{ mm}$ ×長さ 100mm のモルタル円柱供試体に対する圧縮試験から弾性定数を求め、両者の値を比較することによって本ねじり試験の妥当性について検討する。

図3に示すプロット点は横軸にねじり率 θ 、縦軸にねじりトルク M_t としてねじり試験を行った結果であり、直線はこれらの点を最小自乗法により直線近似したものである。式(1)からわかるように、この直線の傾きはコアの断面2次極モーメント I_p とせん断弾性定数 G の積であるから、傾きを既知量 I_p で除することによってせん断弾性定数 G が容易に求まる。

図4に横軸を l_1/l_2 とし、縦軸を縦弾性定数 E としてねじり試験により求めた弾性定数の結果を示す。この図中の直線は圧縮試験を行って得られた縦弾性定数 E の平均値を示しており、21.4GPaである。 l_1/l_2 はねじり試験装置のグリップ部がコアをつかむ長さを規準化したものであり、この値が大きいほどつかんでいる長さが小さい状態である。この図からわかるように、 l_1/l_2 が大きくなるとねじり試験により得られた縦弾性定数 E は圧縮試験により得られたものに近づいていき、 $l_1/l_2 = 3$ 程度以上ではほぼ一定の値になっていることがわかる。

図5に、圧縮試験を行って得られた縦弾性定数 E の平均値が 21.1GPaである供試体に成形した10個のコアに対して $l_1/l_2 = 3$ に固定してねじり試験を行って得られた弾性定数の値を示す。これらの値の平均は 20.3GPaであり、圧縮試験により得たものと同等の値になった。

5. 結論

携帯可能なねじり試験装置を試作し、モルタル供試体に対して人力によるねじり試験を行った。成形したコアに対して試験装置がつかむ長さを調整することにより、圧縮試験により得られた縦弾性定数とほぼ同じ値を得ることができたことから、本法は原位置での弾性定数測定法として有用であると考えられる。また、圧縮試験で得られる縦弾性定数 E と本法で得られるせん断弾性定数 G からポアソン比 ν を精度よく求めることが可能であると考えられる。

参考文献

(1)例えば、坂田勝：固体力学，朝倉書店， pp.32-33，1975.

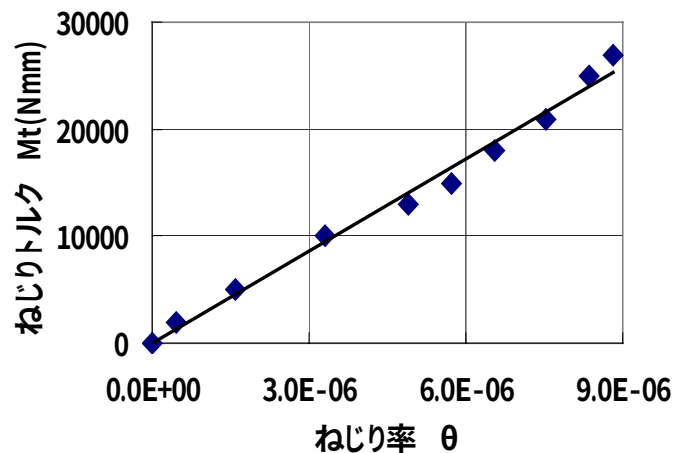


図3 ねじり率とねじりトルクの関係

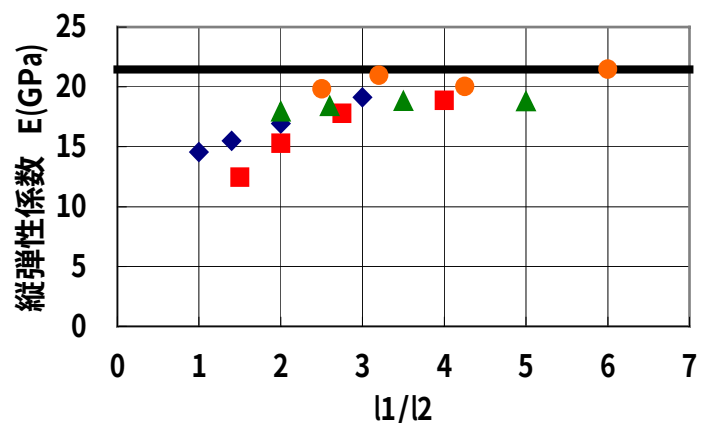


図4 l_1/l_2 を変化させたときの縦弾性定数の値

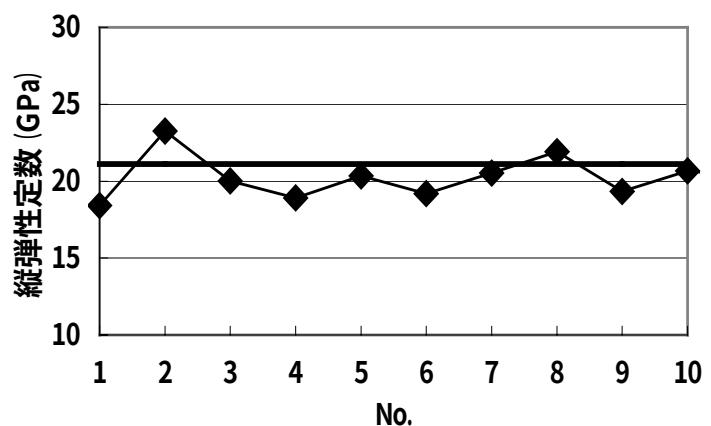


図5 $l_1/l_2 = 3$ に固定したときの縦弾性定数の値