

くさび挿入試験によるコンクリートの引張強度の算定 Determination of Tensile Strength of Concrete by Wedge Splitting Tests

石黒 覚
Satoru ISHIGURO

1. はじめに コンクリートの破壊特性の試験法として、著者らは従来からくさび挿入試験法の適用を試みてきた¹⁾。本試験法は、ひび割れに起因する破壊時の挙動を安定して計測できること、また、梁の3点曲げ試験法に比べて小寸法の供試体で試験ができるなどの利点を有している。破壊試験法はコンクリートが完全に破壊するまでの荷重 開口変位の挙動を計測し、得られた荷重 開口変位曲線の面積から破壊エネルギーを求めることを目的としている。さらに、本研究では、荷重

開口変位の計測結果から破壊エネルギーのパラメータ以外に引張強度を算定する方法について検討した。

2. 試験方法 くさび挿入試験装置の概要を Fig.1(a)に示す。くさびへの荷重には電動式一軸載荷試験機(容量 10kN)を用いた。試験時には、供試体を幅 5mm の支点上に載せ、くさび、切欠き、支点が同一鉛直面となるようにして、くさびを荷重伝達版のボールベアリングに沿って 1mm/分の速度で挿入させた。試験機からくさびへ載荷した荷重 F_m はロードセルにより測定し、水平方向荷重 F_h は $F_h = F_m / (2 \tan(\theta/2))$ として算定した (Fig.1(b)参照)。ここで、 θ はくさびの角度である。また、荷重点の開口変位はクリップ型変位計を用いて計測した。

供試体の種類と形状寸法を Fig.2 に示す。ここでは、大小 2 種類の供試体を使用し、リガメント長さ L_1 は 90 および 75mm、 L_2 は 60 および 50mm のものを作製した。

また、コンクリートの種類と力学特性を Table 1 に示す。ここでは、コンクリート 2 種類 (CA および CB)、モルタル (MO)、鋼繊維補強モルタル (SFM、繊維混入率 1%、繊維長さ 30mm) の 4 種類について試験した。骨材には川砂利(最大寸法 20mm) および川砂を使用した。

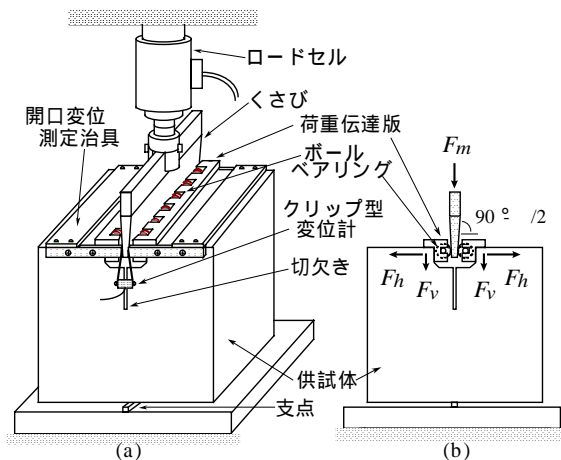


Fig.1 Wedge splitting test setup and loading state

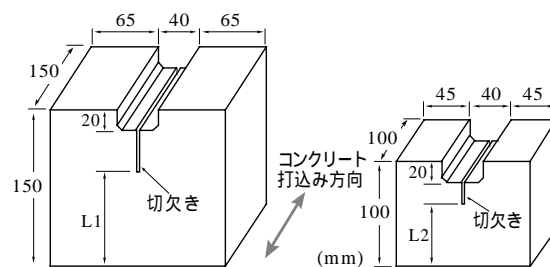


Fig.2 Size and shape of the specimens

Table 1 Properties of concrete

Sign	Kinds of concrete	W/C (%)	Comp. strength (MPa)	Ten. strength (MPa)	Young's modulus (GPa)
CA	Concrete	60	27.5	2.53	24.5
CB	Concrete	50	35.7	2.79	26.6
MO	Mortar	50	36.0	3.11	21.5
SFM	Steel fiber reinforced mortar	50	39.5	3.98	22.0

3. 引張強度の算定方法 リガメント断面が曲げと引張力を受けると仮定して、荷重 開口変位の計測結果から、コンクリートの切欠き引張強度 f_{bt} を次式により算定した。

$$f_{bt} = \frac{M}{W_{lig}} + \frac{F_{hmax}}{A_{lig}} \quad (1)$$

$$M = yF_{hmax} \quad (2)$$

$$W_{lig} = \frac{B_{lig} H_{lig}^2}{6} \quad (3)$$

ここで、 F_{hmax} は最大荷重、 M は最大曲げモーメント、 y はリガメントの中心から水平方向荷重 F_h までの距離、なお、くさびの角度が小さいので ($\approx 8^\circ$)、(2)式においては、鉛直方向荷重 F_v による曲げモーメントは F_h のそれに比べて十分小さいものとして考慮しなかった。また、 A_{lig} はリガメントの面積、 W_{lig} は切欠き先端における断面係数、 B_{lig} および H_{lig} は、リガメントの幅および高さを表す。

4. 結果 荷重 開口変位の計測結果を Fig.3 に示す。これらは、供試体 3 個の平均曲線を表す。また、Fig.4 は最大荷重時のリガメント断面における応力分布 (x) の解析結果を示す。供試体の応力解析では、切欠き先端から支点までを仮想ひび割れ面とし、最大荷

重時の F_h, F_v 、ひび割れ幅に対応した結合力を作用させて FEM 弾性解析を行った。また、断面が曲げと引張力を受けると仮定して計算した縁応力を直線で結んだものも示した。

5. まとめ 最大荷重時の応力分布はひび割れの進展によって引張側断面が引張軟化域に達しているため、直線分布を仮定した(1)式による切欠き引張強度 f_{bt} は、Table 1 に示した割裂引張強度よりも大きくなり、その比率は 1.2~1.4 程度の値を示した。また、リガメント長さが小さいほど引張軟化域の影響が大きくなり、この比率は大きくなる。本結果から、供試体の寸法 (リガメント長さ) に対して f_{bt} と割裂引張強度との比率を把握することにより、くさび挿入試験結果からコンクリートの割裂引張強度の推定は可能と考えられる。

1) 石黒覚・宮本高宏：コンクリートの破壊特性試験に関する研究、支部講演要旨集 pp.24~25,2002

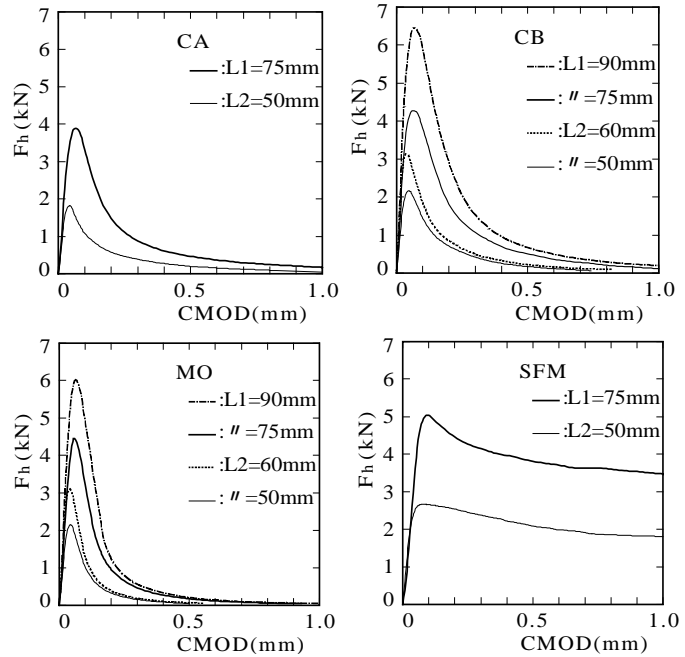


Fig.3 Measured load(F_h)-displacement(CMOD) curves

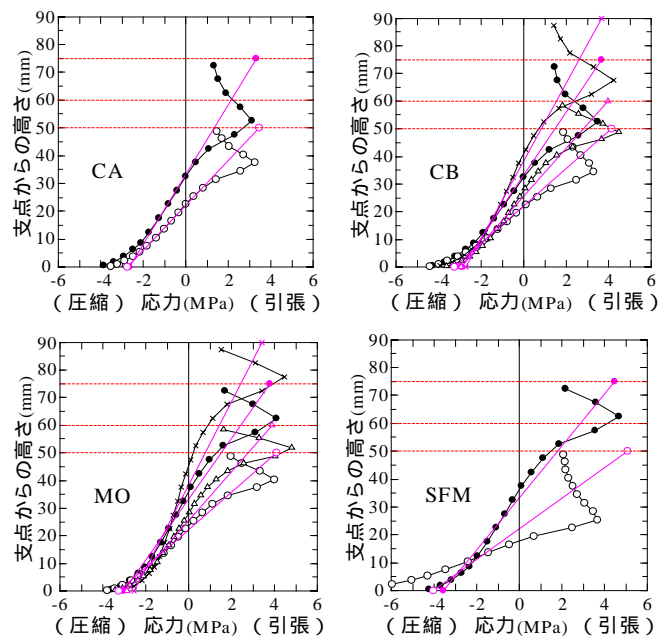


Fig.4 Calculated stress distributions at maximum load