

北海道大学 正員 高田 宣之
 " " 佐伯 昇
 " " 藤田 嘉夫

1. まえがき 各種2軸組合せ応力下のコンクリートの変形および破壊特性について、昔者らはこの数年間に亘り研究を続け、その成果を報告してきた。本研究はクラックを有するコンクリートの圧縮-せん断応力場の変形および破壊挙動を検討するため、圧縮とねじり荷重による実験を、これまで多くの研究がなされている円筒供試体と異なり、中実で、数種の深さの切欠きをもうけた円柱供試体を用いて行なった。供試体は同一配合のモルタルおよびコンクリートで、圧縮-せん断応力比は各単軸応力を含める種類とし、摩擦の影響はベアリング、テフロンシート、グリース等を用いて出来るだけ取り除いて実験を行なった。

2. 材料、供試体および実験方法 普通ポルトランドセメント、錦州産海岸砂、静内産川砂利を用い、 $W/C=0.5$ のモルタルおよびコンクリートで、供試体高さ中央に深さ0, 5, 10, 15 mmの切欠きを有する $\phi 10 \times 40$ cm供試体を各3本作成し、4週間水中養生後、ねじり変形測定用リング、トルクバンドを接着剤を用いて取り付け、材令5~6週間で実験を行なった。図-1に実験装置を示す。圧縮荷重はアムスラー試験機を用い、ねじり荷重は2台の手動油圧ジャッキの偶力をトルクバンドに加えることによった。設定した圧縮-ねじり応力比 η はモルタルで0, 0.5, 1.5, 3.5, 7.0および単純圧縮の6通りであり、コンクリートで0, 1.0, 3.0, 7.0および単純圧縮の5通りとした。載荷のコントロールは、各圧縮およびねじり荷重を検出するロードセル、増幅器より入力されたX-Yレコーダーの記録を見ながら手動により、常時設定された応力比を保つ

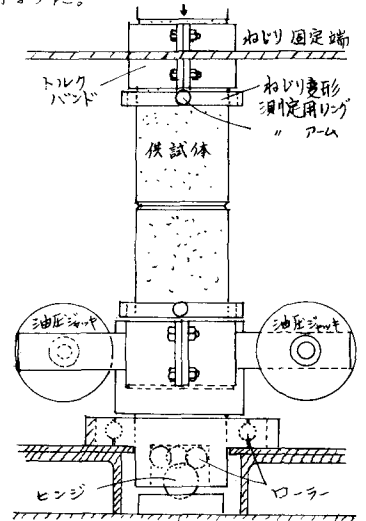


図-1 載荷装置

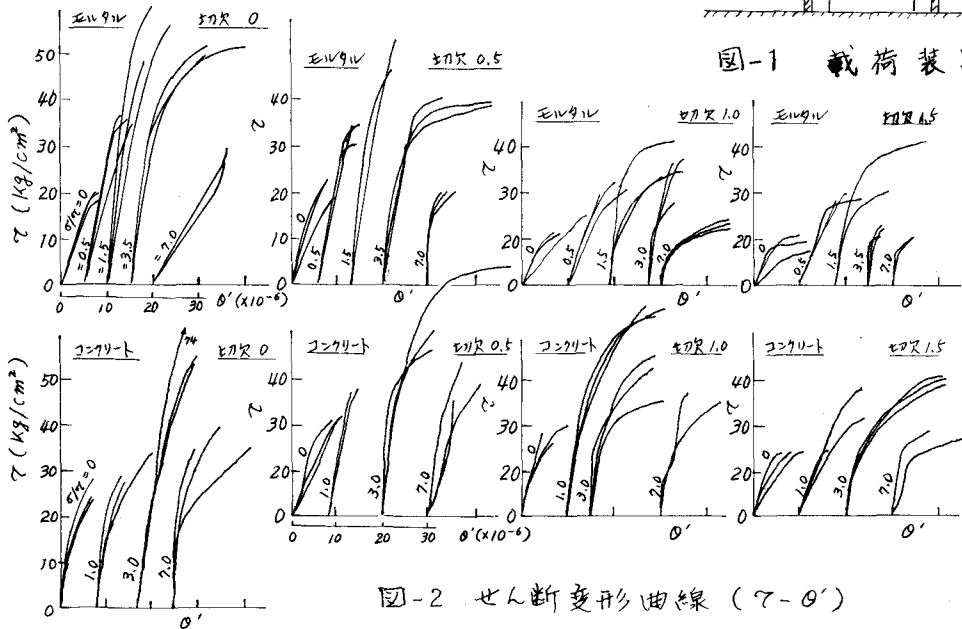


図-2 せん断変形曲線 ($\tau-\theta'$)

よう直線的に行なった。ねじり変形は図-1 に示した間隔 19 cm で上下に取り付けたりングより供試体中心より 70 cm 突き出しているアームの先端の水平変位をダイヤルゲージにより測定して行なった。

3. 実験結果および考察 図-2 に供試体表面でのせん断応力 τ と単位ねじり変形 θ の関係を示す。これらより、モルタル、コンクリート共に切欠きの存在により、特に単純ねじりにおいて初期応力状態から勾配がゆるやかになり、剛性の低下が認められる。また応力比 σ/σ_c が 1.5~3.0 の中間応力比状態では変形能力も τ_{max} も大となっている。それはねじり破壊に対し加えられた圧縮応力が破壊を制御する力となっていることがわかる。

なおモルタルに対してコンクリートはおおむね初期応力状態から曲線変化をなし、安定した塑性的変形挙動を示すが、これは骨材の存在による微細クラックの発生と、この成長をアレストする作用によるものと考えられる。図-3 はモルタルおよびコンクリートの圧縮-ねじり破壊強度図であり、応力 σ は切欠きのない部分の断面を用いた値である。モルタルでは $\sigma/\sigma_c = 1.5$ の組合せ応力状態で破壊せん断応力は最大を示し、各切欠き深さの供試体の単純ねじり破壊応力との比は、切欠き深さ 0, 0.5, 1.0, 1.5 の順に 2.73, 2.59, 2.28, 2.71 を示しており、コンクリートでは $\sigma/\sigma_c = 3$ で大きく 2.69, 2.17, 1.77 および 2.18 の値を示している。

図-4 は切欠きの部分の断面を用いた圧縮応力 σ' およびせん断応力 τ' を計算し、八面体応力理論による平均応力 σ_o および八面体せん断応力 τ_o の値を求め、これらの値と同じ深さの切欠きを有する供試体の単純圧縮強度 σ_c で除して得た破壊強度比 ($\tau_o/\sigma_c - \sigma_o/\sigma_c$) 図である。図の曲線はこれらの関係を二次曲線と仮定し、最小2乗法で計算して得た破壊包絡線である。実線が切欠きを有する供試体のものであり、点線は切欠きを有さないものの曲線である。図-5 は図-4 の二次曲線を $\sigma'/\sigma_c - \tau'/\sigma_c$ の応力状態に変換したものである。実験値と破壊包絡線はモルタル、コンクリートともよい対応を示している。切欠きの有無による破壊応力の差異はモルタル、コンクリートともにあまり認められなかった。

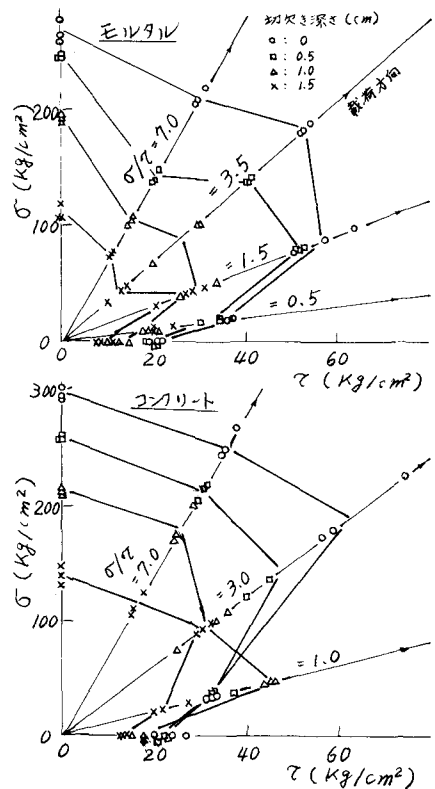


図-3 圧縮-ねじり破壊強度

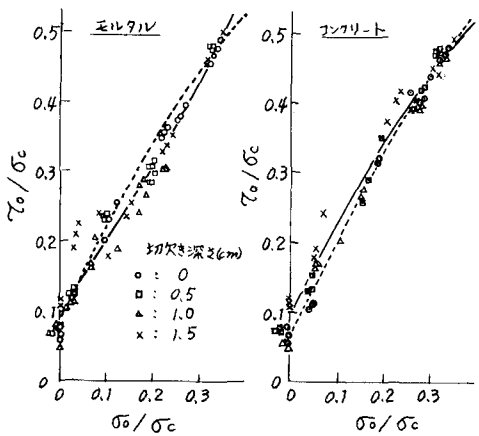


図-4 破壊包絡線 ($\tau_o/\sigma_c - \sigma_o/\sigma_c$)

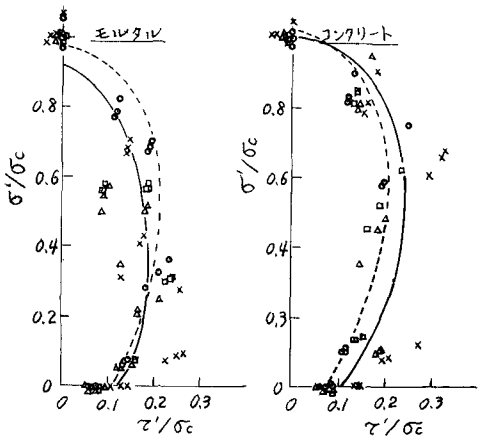


図-5 破壊包絡線 ($\sigma'/\sigma_c - \tau'/\sigma_c$)