

(377) 構造用鋼 S25C, S45C, SM50 の静水引張応力状態下の破壊挙動および破壊挙動図

東北大学 金属材料研究所 の斎藤栄 志村宗昭
田中英八郎

1, 緒言 静水引張応力状態下の金属材料の破壊挙動を調べることは構造物の破壊問題を検討する場合や bulk 材の塑性加工性 (変形能) を評価する時に重要な意義を有する。静水引張応力が延性破壊あるいは引き開破壊²⁾に対して強い影響を及ぼすことはこれまでも指摘されてはいるが、データの蓄積は極めて少ない。本研究においては静水引張応力を定量的に扱うことのできる Bridgman 型試験片を用いて引張試験を行い、静水引張応力状態下の構造用鋼 S25C, S45C, SM50 の破壊挙動を調べた。また、得られた結果を三次元的に表示した「破壊挙動図」を呈示し、総合的な検討を加えた。

2, 実験方法 供試材は通常の工程を経て 50φ の棒鋼 S25C, S45C, および厚さ 50mm の板鋼 SM50 である。これらより、Dondik³⁾の式に基づき決定される種々の「natural necking profile」を有する Bridgman 型試験片を数値制御旋盤により作製した。寸法は最小直径 (2a) を 16mm (一定) とし、最大接触円の半径 (R) を 3~45mm とした (photo. 1)。インストロン型試験機を用い、クロスヘッド速度 0.5mm/min で引張試験を行った。試験温度は -75°C ~ 25°C である。A および R はシルエットを連続的に写真撮影することにより求め、これらの値を用いて Bridgman の解析結果 [(1) 式] により最大静水引張応力 σ_{max} を算出した。

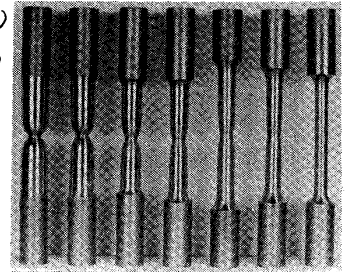


Photo. 1 試験片外観

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{1}{3} + \ln(1 + \frac{R}{2a}) \dots \dots (1)$$

3, 結果 試験結果を静水引張応力-破断ひずみ-温度の三次元空間に図示したのが Fig. 1 の「破壊挙動図」である。図中、領域 (a), (b), (c) は破面の破壊様式を示し、(a) は全面延性破壊、(b) は中心部が dimple fracture でその周囲が引き開破壊である bimodal 破壊、(c) は全面引き開破壊を示す。Fig. 1 より以下のことがわかる。① 破壊ひずみに対する静水引張応力依存性が示され、SM50 が最も顕著である。② 観察された破面形態は上記 (a), (b), (c) の三種類である。bimodal 破壊は破壊進行過程で破壊様式の遷移が生じた結果によると考えられる。③ 静水引張応力 (負圧) に依存する破壊様式の遷移が観察され、これは延性-脆性遷移圧力 (負圧) の存在を示唆するものと考えられる。④ 静水引張応力状態下の破壊挙動は材料によって顕著な差異があることがわかる。

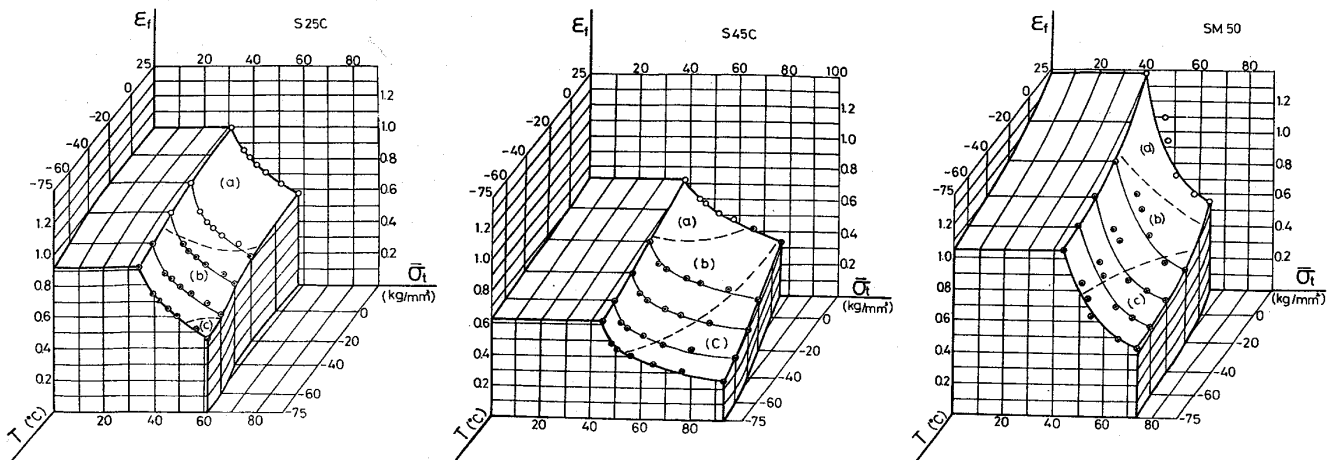


Fig. 1 破壊挙動図

- 参考文献 1) 例えば, J.R. Rice & D.M. Tracey: J. Mech. Phys. Solids 17 (1969) 201
2) D. Francois: IC F4 vol. 1, (1977) 805 3) I.G. Dondik: Strength Mater., (1972) 937