

ねじり・ねじり戻し加工した機械構造用炭素鋼 S15C の引張特性

Tensile Properties of Twisted and Untwisted Carbon Steel S15C
for Machine Structural Applications

山本 樹

指導教員 加藤 太郎 , 古井 光明

東京工科大学 工学部 機械工学科 材料グリーンプロセス研究室

キーワード：ねじり・ねじり戻し加工，ねじり回転数，断面中心からの距離，引張強さ，ひずみ

1. 諸言

機械構造用炭素鋼 S15C は炭素含有量が 0.13～0.18%の低炭素鋼の軟鋼材であり，塑性加工に適している．そのため，コンクリートをより強靱化する鉄筋の開発などへの応用が期待できる．

先行研究では S45C のねじり加工，S15C のねじり・ねじり戻し加工とそれに続く熱処理によってマイクロ組織が加工組織から回復・再結晶組織へと変化し，それに応じて硬化・軟化することが確認されている^[1]．しかしながら，機械構造物を設計する際の基準となる引張特性が明らかにされていない．

本研究では S15C にねじり・ねじり戻し加工を施し，丸棒断面のねじり中心からの距離とねじれ角度に伴う引張特性を明らかにする．

2. 実験方法

2.1. 供試材

直径 22mm，長さ 1000mm の機械構造用炭素鋼 S15C を供試材とした．なお主要元素である炭素は JIS の規格値に準じて，ほぼねらいどおりに含有していることを確認した．ねじり・ねじり戻し加工を行うため，供試材は長さ 280mm の丸棒に切り出した．

2.2. ねじり加工・ねじり戻し加工

中実な丸棒材料の片端を固定し，他端をねじっ

た際に導入されるせん断ひずみの量 γ は，(1)式で求める．

$$\gamma = \frac{r\theta}{L} \quad (1)$$

ここで， r ：丸棒の断面半径， θ ：ねじり角度， L ：標点間距離である．

丸棒材料の両端 40mm をねじり戻し試験機のチャックにつかみ，回転速度 1rpm のねじり加工，ねじり戻し加工を与える．この時のねじり回転数は 1・3・5， ± 1 ・ ± 3 ・ ± 5 回転で実施する．

2.3. 引張試験片の作製

引張試験片はフライス盤とワイヤー放電加工機を使用し作製する．まず，フライス盤で材料を固定するために 2 面を平行に切り出す．その後，ワイヤーカット放電加工機で厚さ 2mm にスライスし，幅 10mm，長さ 15mm に切り出す．幅 7mm の破断部分を切断し作製する．

引張試験片の寸法は図 1 のように全長 60mm，全幅 10mm，平行部長さ 15mm，平行部幅 7mm，厚さ 2mm とする．

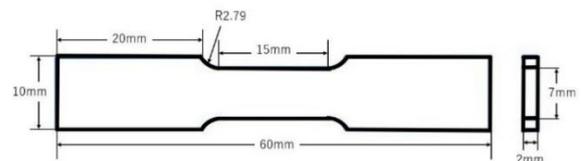


図 1 引張試験片

2.4. 引張試験

ワイヤーカットで作製した試験片を断面中心か

らの距離，ねじり・ねじり戻し加工を用いて条件ごとに引張特性を調査する．試験条件はクロスヘッド速度を $7.0 \times 10^{-4} \text{ mm/s}$ ， ひずみ速度 $1.0 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ とした．

3. 実験結果

図 2 に断面中心からの距離 8.25mm 地点のねじり加工 0, 1, 3, 5 回転材，図 3 も同様にねじり戻し加工 0, ±1, ±3, ±5 回転材の応力ひずみ曲線を示す．5 回転材の引張強さは回転させていない材料と比べて，約 250MPa 大きくなり，1.5 倍になった．ひずみは，1 回転材は 31~35% となり，3 から 5 回転材は 28~29% と差がほとんどなかった．また，図 4, 5 にねじり・ねじり戻し加工材の断面中心からの距離に対する引張強さを示す．断面中心からの距離やねじり回転数が増加に伴い，せん断ひずみが多く導入され，引張強さが増大した．同じ回転数ではねじり戻し加工材は，ねじり加工材よりも約 20MPa 引張強さが大きい．特に 1 から 3 回転の間で大きく増大することが分かった．また，異なる加工方法で大きな強度の差は確認できなかった．以上の結果からマイクロ組織観察をすることで結晶粒の大きさや形状から機械的性質を考察する必要があると考える．

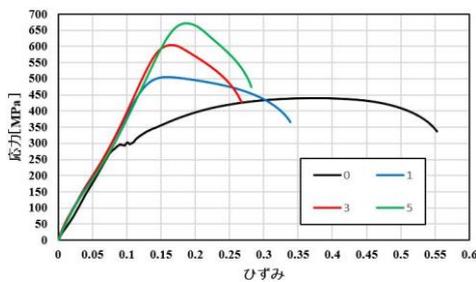


図 2 ねじり加工材の応力ひずみ曲線

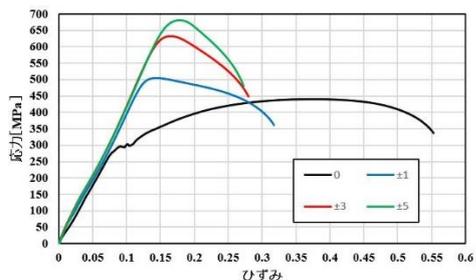


図 3 ねじり戻し加工材の応力ひずみ曲線

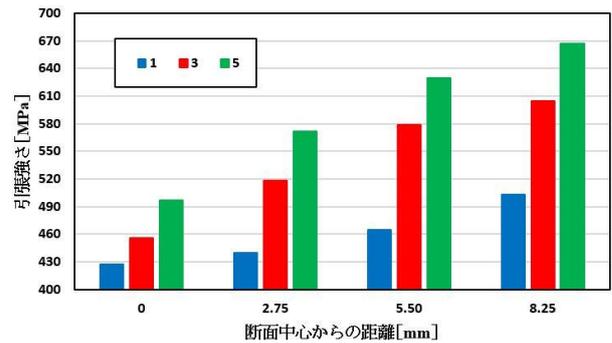


図 4 ねじり加工材の断面中心からの距離に対する引張強さ

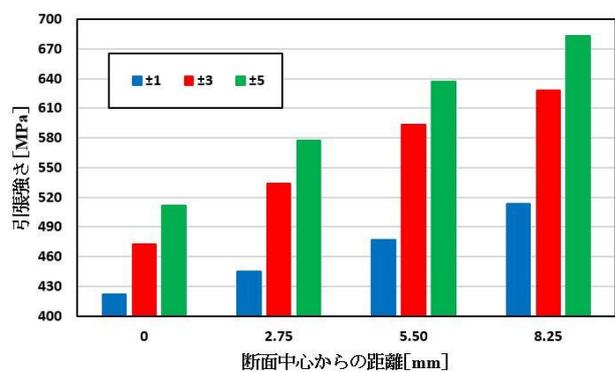


図 5 ねじり加工材の断面中心からの距離に対する引張強さ

4. 結言

本研究より以下のことが明らかになった．

- (1) ねじりの回転数が増大するとせん断ひずみが多く導入させるため，引張強さが大きくなる．また，同じ回転数でもねじり戻し加工するとより大きくなる．
- (2) 断面中心からの距離が離れるほど，引張強さが大きくなる．
- (3) ひずみはねじり・ねじり戻しを加えることで小さくなる．また，3・5 回転材ではひずみはほぼ変わらない値になる．

参考文献

- [1] 穴田博ら：ねじり戻し加工によるアルミニウム合金棒の原型回復現象と変形特性，軽金属，53(2003)，20~26