

氏 名	大 森 宮 次 郎 おお もり みや じ ろう
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 905 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 5 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	オースフォームを施した低合金鋼の強靱性と破壊挙動に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 田 村 今 男 教 授 足 立 正 雄 教 授 大 矢 根 守 哉

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、変態の早い低合金鋼に対して有効なオースフォーム条件を確立し、オースフォームによる強靱化効果を引張試験、疲労試験および衝撃試験によって明確にし、破面および組織の観察による材料学的考察を行なったもので、5編からなっている。

第1編は総論で、研究の動機およびこの分野の従来の研究を要約し、その問題点を指摘するとともに、低合金鋼を対象としたオースフォームの研究の必要性を強調し、本研究の目的、概要および特徴について述べている。

第2編は、静的強度特性におよぼすオースフォームの影響を論じたもので、3章からなる。第1章では、Mn-Cr 系ばね鋼のごとき準安定オーステナイト範囲のせまい低合金鋼の場合、処理中に拡散変態が生じやすく、従来行なわれている準安定オーステナイト範囲よりもむしろパーライト・ノーズ以上のオーステナイトの比較的安定な温度域で加工する方が硬化能および強度と延性の組合せの点ですぐれていることを示し、パーライト・ノーズから A_3 以上にかけての温度域におけるオースフォーム条件を確立した。

第2章では、このような温度域でオースフォーム（圧延圧下率10～50%）した鋼のマルテンサイトは、焼もどしに対する軟化抵抗が大きく、普通の焼入れ焼もどし処理材に比して降伏強度は最高約15%改善され、強度と延性のすぐれた組合せが得られ、とくに高強度水準で大きい延性を保有することを示した。また、引張試片の破面および破壊の様相を観察し、オースフォームが粒界破壊をおこしにくくすることから、低温焼もどし脆性の軽減に効果的であることを示し、それが高強度水準での延性改善の要因であることを明らかにした。これらは炭化物の析出形態の改善（微細分布）と不純物元素の粒界偏析に対する分散作用によることを指摘した。

第3章では、オースフォーム鋼の強化組織因子として炭化物の分散と転位密度をとりあげ、それらの強化作用に対する寄与を解析し、オースフォームの条件のもとでは転位密度の寄与の大きいことを指摘した。

第3編は、オースフォーム鋼の耐疲労性について論じたもので4章からなる。第1章では、繰返し曲げ疲労強度におよぼすオースフォーム条件の影響を検討し、オースフォームによって加工度1%当り疲労限は約0.2~0.4 kg/mm²増加し、普通熱処理鋼に比し疲労限は平均して30%程度改善され、疲労寿命は約4~60倍延長されることを示した。

第2章では、オースフォームによって切欠き材も平滑材と同様の疲労強度の改善が得られ、切欠き感受性はほとんど変化しないことを示し、また、オースフォーム鋼は疲労き裂進展の末期でき裂は急速に進展するが、初期から中期にかけてきわめて遅い一定の速度で進展するため、平均すれば普通熱処理材よりき裂進展速度が小さいことを示した。

第3章では、疲労破面を観察し、オースフォーム鋼の疲労き裂進展速度の低下が粒界脆性破壊の抑制効果によることを明らかにし、炭化物の析出形態の改善と不純物元素の粒界偏析に対する分散作用によることを指摘した。

第4章では、オースフォームによる疲労限改善に対する組織因子を解析し、疲労限と炭化物間の平均自由距離の半分の $-\frac{1}{2}$ 乗との間に直線的関係の成立することを確かめた。

第4編は、オースフォーム鋼の耐衝撃性に関する研究で、2章からなる。第1章では、オースフォームによって強度と衝撃値のすぐれた組合せが得られ、また、遷移温度も低下することを示した。

第2章では、衝撃試片の破面と破壊の様相を観察し、オースフォーム鋼の強度と衝撃値の組合せの改善と遷移温度の低下は、炭化物の微細分布と不純物元素の粒界偏析に対する分散作用による粒界脆性破壊の抑制作用に原因するばかりではなく、繊維組織と層状破壊や剝離破壊などの破壊の様相との関係も大きく寄与していることを指摘した。

第5編は、本研究の総括であり、本研究の結果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

オースフォームは、鋼の強靱性の改善に有効な一方法であるが、実用性の高い低合金鋼では変態が早いために一般的な準安定オーステナイト域でのオースフォームは困難であった。本論文は、このような低合金鋼に対して有効なオースフォーム条件を確立し、引張試験、疲労試験および衝撃試験によってオースフォームによる強靱化の効果を明らかにするとともに、破面および組織の観察を行ない、材料学的な考察を行なったもので、得られた主な結果を要約すると次の通りである。

(1) Mn-Cr 系ばね鋼のごとき準安定オーステナイト範囲のせまい低合金鋼に対し、パーライト・ノーズからA₃以上にかけての温度域におけるオースフォーム条件を確立し、このようなオースフォーム処理(圧延圧下率10~50%)によって焼もどし軟化抵抗の大きなマルテンサイトが得られ、普通処理(焼入れ、焼もどし)材に比して降伏強度は最高約15%向上し、強度と延性のすぐれた組合せが得られることが特徴で、とくに高強度水準で大きい延性を保有することを示した。また、引張試片の破面を観察し、オースフォーム鋼では粒界脆性破壊が抑制されることを見出し、低温焼もどし脆性軽減効果のあることを明らかにした。このような強靱化の要因として、炭化物の微細分布と不純物元素の粒界偏析に対する分散効果の寄与を指摘し、強化作用については転位密度の寄与も大きいことを示した。

(2) 耐疲労性に関する研究では、平滑試片ではオースフォームによって平均して約30%の疲労限の改善が得られ、疲労寿命は約4～60倍延長されることを示した。切欠き試片でもほとんど同様の改善を示したが、切欠き感受性はオースフォームを施してもほとんど変わらない。オースフォーム鋼ではき裂進展の初期から中期にかけてきわめておそい一定速度でき裂が進展し、末期で急速に進展するが、平均すれば普通熱処理鋼よりおそいことを示した。また、オースフォームによる疲労限向上に関しては、疲労限と炭化物間平均自由距離の半分の $-\frac{1}{2}$ 乗との間に直線的関係のあることを確かめ、炭化物分散の改善による応力集中緩和が重要な因子であることを示した。

(3) 耐衝撃性についての研究では、オースフォームによって強度と衝撃値のすぐれた組合せが得られ、遷移温度も低下することを示した。それにはオースフォームによる粒界脆性破壊の抑制効果ばかりではなく、繊維組織と層状破壊や剝離破壊などの破壊の様相との関係も大きく寄与していることを指摘した。

これを要するに本論文は、低合金鋼に対する有効なオースフォーム条件を確立し、引張試験性質ばかりではなく、疲労および衝撃試験による動的強度特性に至るまでの広範な研究によってオースフォームの効果を詳細に検討し、低合金鋼の強靱化に対するオースフォームの寄与を解明するとともに、オースフォームを低合金鋼に適用するための指針を与えたもので、学術上はもとより工業上にも寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。