

氏 名	野 村 一 衛
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3373 号
学位授与の日付	平 成 10 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	機械構造用非調質鋼の疲労強度向上に関する研究

(主査)

論文調査委員 教授 牧 正 志 教授 大 谷 隆 一 教授 落合庄治郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、優れた疲労強度と強靱性を有する機械構造用非調質鋼の開発を目標に、フェライト+パーライト組織およびベイナイト組織をもつ鋼の疲労強度を中心とする機械的性質におよぼす種々の金属組織学的因子（合金組成、変態相分率とサイズ、オーステナイト粒径、など）の影響について研究した結果をまとめたものであり、7章より構成されている。

第1章は序論であり、機械構造用非調質鋼の現状とその疲労強度におよぼす金属組織学的因子についての従来の研究の問題点を総括し、本研究の目的、概要について述べている。

第2章では、C量を0.3～0.5%、Mn量を0.8～1.4%、V量を0.05～0.17%に変化させたフェライト（以下 α ）+パーライト組織鋼の疲労強度と各種組織因子の影響について述べている。C、Mn、V量の増加はいずれも疲れ限度と引張強さを増加させるが、耐久比（疲れ限度／引張強さ）の向上に対してはV量の増加が特に効果的であることを見出し、CおよびMn量の増加はパーライト分率を増加させるが α の硬さは変化しないこと、V量の増加はV炭窒化物の析出強化によって α の硬さを増大させることを明らかにしている。また、 α +パーライト組織鋼の疲労過程は、軟質相である α 中に疲労すべり帯が形成され、その後 α /パーライトの境界に沿って疲労初期き裂が進展していくことを示し、 α 相の微細化および強化が疲労強度向上に重要な因子である事を示している。

第3章では、 α +パーライト組織鋼の疲労強度に及ぼすオーステナイト（以下 γ ）粒径の影響について述べており、 γ 粒径が大きくなるほどパーライト分率が増加するため引張強さは増大するが、疲れ限度は逆に低下することを見出している。粗大 γ 粒から生成した α +パーライト鋼においては、 γ 粒界に沿って析出したフィルム状 α とパーライトとの境界に沿って生成、成長する疲労初期き裂の長さが著しく増大するために疲れ限度が低下することを明らかにし、 α +パーライト組織の疲労強度向上に対し γ 粒の微細化が重要であることを示している。

第4章では、機械構造用非調質鋼の強靱性、疲労強度向上に対する加工熱処理の適用の可能性を検討するために、熱間加工時の γ の再結晶挙動に及ぼすVの影響を調べている。0.3%程度のV添加によって γ の再結晶は大きく抑制されること、 γ 未再結晶域制御圧延を施すことにより微細な α +パーライト組織が得られ900MPa以上の引張強さと0.55の耐久比を有することを示し、 γ 未再結晶域制御圧延が直接切削用途の機械構造用非調質鋼の強靱化および疲労強度向上にきわめて有効であることを初めて明らかにしている。

第5章では、 α +パーライト組織の微細化法として、 γ 中のMnSを α 変態の核生成サイトとして利用する可能性について検討している。S量を約0.05%と増加させることにより α 粒およびパーライトサイズが微細化することを見出し、 γ 中に存在するMnSの利用は、かなり高温で熱間加工が行なわれるため前章での γ 未再結晶域制御圧延の適用が困難な熱間鍛造用途の非調質鋼に対して微細な α +パーライト組織を得、良好な衝撃値と疲労強度を得るための有効な方法であることを明らかにしている。

第6章では、 α +パーライト組織に比べて高強度のベイナイト組織鋼の疲労強度におよぼす組織因子の影響を詳細に検討

し、ベイナイト鋼においては、同じ結晶方位をもつベイナイトラスの集団から成るパケットが疲労強度を支配する基本的な組織単位であること、およびベイナイトラスが微小き裂的な役割を果たし、ベイナイトラスの長さがある臨界の寸法（本研究の範囲では $100\mu\text{m}$ 程度）を越えると疲れ限度が低下することを明らかにしている。パケットおよびベイナイトラスの大きさは γ 粒の大きさと密接な関係があり、ベイナイト組織鋼の疲労強度向上に γ 粒の微細化が有効な手段であることを示している。

第7章は総括であり、本論文で得られた成果を要約するとともに、本研究で得られた開発指針に基づき新しく開発された疲労強度特性に優れた強靱な機械構造用非調質鋼の実用化事例を紹介している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、優れた疲労強度と強靱性を有する機械構造用非調質鋼の開発を目標に、フェライトーパーライト組織およびベイナイト組織を有する鋼の疲労強度に及ぼす種々の金属組織学的因子の影響および疲労強度向上のための組織制御法について研究した結果をまとめたものであり、得られた主な結果は次のとおりである。

1. フェライト (α)ーパーライト (P) 組織の疲労過程は、軟質相である α 相中に疲労すべり帯が形成され、その後 α /P境界に沿って疲労初期き裂が生成・伝播することを明らかにし、これらの知見より α 相の強化と α 結晶粒微細化が α ーP組織鋼の疲労強度向上に有効であることを示した。

2. α の強化法としてV炭窒化物による析出強化が最も有効であり、V添加によって疲労強度が大きく向上することを見出した。さらに、 α 粒微細化法として、未再結晶オーステナイト域圧延による制御圧延法、および介在物 (MnS) の粒内フェライト変態促進効果を利用した新しい組織微細化法を開発した。

3. ベイナイト組織鋼では、同じ結晶方位を持つベイナイトラスの集団から成るパケットが疲労強度を支配する最も重要な組織単位であることを示し、その微細化法を提案した。

4. 上記の研究結果から得られた開発指針にもとづき、従来の調質鋼（焼入れ、焼もどし処理材）と同等以上の強度を有し、疲労強度に優れたいくつかの機械構造用非調質鋼を開発し、各種自動車用部品等への適用、実用化に成功した。

以上要するに、本論文はフェライト+パーライト組織およびベイナイト組織を有する鋼の疲労強度特性に及ぼす金属組織学的諸因子の影響を解明し、優れた疲労強度と強靱性を有する機械構造用非調質鋼の開発に成功したもので、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成10年8月3日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。