

# ディーゼルエンジン用超高压コモンレールの開発

育成研究：JSTイノベーションサテライト静岡 平成19年度採択課題  
「ディーゼルエンジン用超高压コモンレールの開発」



代表研究者：信州大学 工学部 機械システム工学科  
教授 杉本 公一

## ■ 研究概要

本プロジェクトでは、ディーゼルエンジンのNOxガス・PMを大幅に削減するために、世界最高圧となる2500気圧または3000気圧の燃料噴射圧で使用できるディーゼルエンジン用コモンレールを製造するための「材料開発」と「基盤となる製造技術」を開発し、これら先進部品の企業化を目指した。その結果、3000気圧に耐える新しいTRIP鋼とそれを用いたコモンレール製造に向けての技術を獲得することができた。[TRIP: Transformation Induced Plasticity: 変態誘起塑性]

## ■ 研究内容、研究成果

近年、ディーゼルエンジンから排出されるNOxガス、CO<sub>2</sub>ガスや煤などを低減するためにコモンレールシステムが開発され、大きな効果を上げてきた。排出ガス量はコモンレールシステムの燃料噴射圧を高くするほど低減するが、現在のところ、超高压に耐える材料が存在しないため、2000気圧での使用が限度となっている。本研究では、研究代表者が開発した低合金TRIP鋼をベースにして、焼き入れ性と切欠き疲労強度を高めた「超高压コモンレール用TRIP鋼」を開発するとともに、コモンレールを製造するための基盤技術を開発することを試みた。

得られた主要な研究成果を以下に要約する。

### 【材料開発】

既存市販鋼の切欠き疲労強度をはるかにしのぐ「超高压用TRIP鋼(TBF鋼)」の開発に成功した。この材料の組織はベイニティックフェライト母相中に、15~20体積%の第2相(10~15体積%の残留オーステナイトと5体積%のマルテンサイト)からなり(図1)、ピッカース硬さHV425以上で、3900気圧に耐える能力を有する(図2,3)。[TBF: TRIP-aided Bainitic Ferrite]

### 【基盤製造技術開発】

コモンレールの製造に必要な不可欠な基盤技術として、金型設計技術を含む熱間鍛造技術、熱処理技術、切削バリ取り技術、圧縮残留応力付与技術を確立し、内圧3000気圧に耐えるコモンレールの試作に成功した(図4)。

## ■ 今後の展開、将来の展望

本プロジェクトで開発した超高压コモンレール用TRIP鋼は硬度が高いほど既存材料の切欠き疲労強度との差が大きく、優位性が増加するので、硬度が高い領域で差別化を図り、企業化を進める必要がある。コモンレールの安全率を1.3とした場合、3000気圧用コモンレールは3900気圧に耐える必要があり、今後、以下の課題を解決し、量産化を進める予定である。

- ・短期的には、硬度HV425以上のTBF鋼でコモンレールを試作し、耐圧3900気圧を実現できるかを確認し、既存材料との差別化を図る。
- ・中長期的には、硬度を高めることによって、製品化に必要な加工が困難となるため、製造単価を下げることを可能とする「材料開発」、「熱処理法」、「加工方法」を再検討する必要がある。
- ・さらに、システムメーカーと共同で、「最適な安全率」、「最適な主管肉厚」、「最適な分岐管内径」などへの設計変更を行ない、3000気圧の燃料噴射圧で使用できる製品をより安価に実現するための方策を検討する。

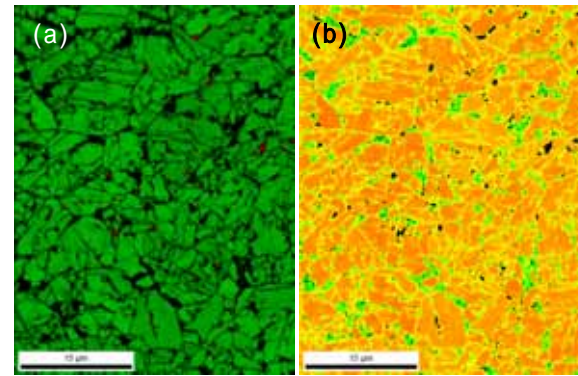


図1 開発した焼入れ性の高いTBF鋼の微細組織。  
(a)中の赤い相が残留オーステナイト、緑の相がベイニティックフェライト母相。  
(b)中の黄緑の相がマルテンサイト。

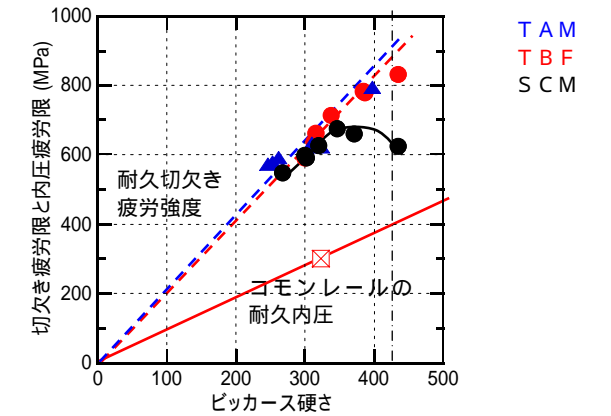


図2 開発鋼の耐久切欠き疲労強度と短寸法コモンレールの耐久内圧。

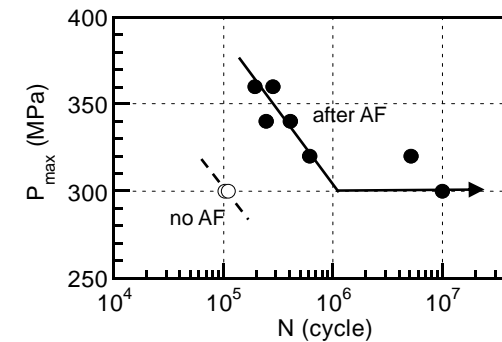
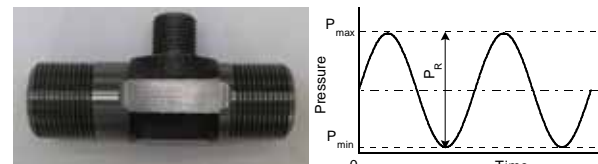


図3 開発鋼の内圧最大応力 繰り返し曲線。オートフレット処理(AF)処理の有無の影響。

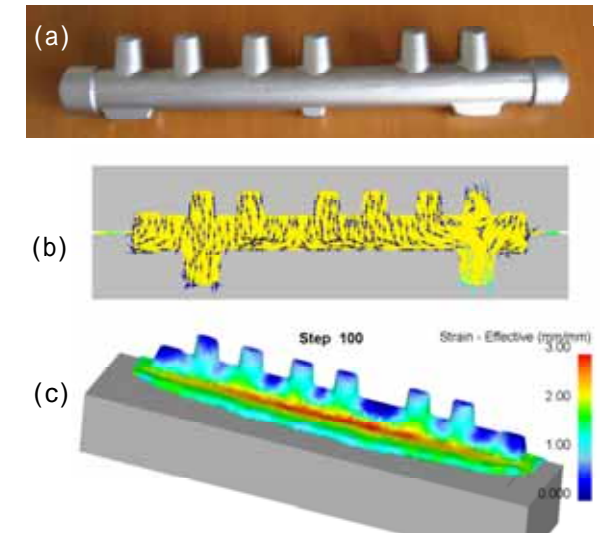


図4 熱間鍛造コモンレールの外観(a)と金型設計のためのFEM解析例(b),(c)。

## ■ 研究体制

- ◆ 代表研究者  
信州大学 工学部 機械システム工学科 教授 杉本 公一
- ◆ 研究者  
守屋 俊浩, 荒井 五朗, 宇治田 泰大, 花岡 圭吾, 藤森 吉紀, 坂本 利訓 (野村ユニソン株式会社)
- ◆ 共同研究機関  
野村ユニソン株式会社

## ■ 研究期間

平成20年4月 ~ 平成23年3月