

ÖZET

TRIP800 ÇELİĞİNİN ŞEKİLLENDİRME KABİLİYETİNİN İNCELENMESİ VE MODELLENMESİ

*TOROS, Serkan Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç.Dr.Fahrettin ÖZTÜRK ; Yrd. Doç. Dr. Aytekin POLAT*

Düşük alaşımli çeliklerin yeni bir jenerasyonu olan TRIP (TRansformation Induced Plasticity) etkili çok fazlı çelikler, yüksek mukavemet ve sünekliliğin iyi bir kombinasyonuna sahip olmalarından dolayı otomotiv endüstrisinde ki kullanımı giderek artmaktadır. TRIP çeliklerin ısıtma işlemleri sonucunda, üç fazlı bir içyapı elde edilir ki bu yapı ferrit, beynit ve kalıntı östenitten ibarettir. TRIP çeliğindeki yüksek mukavemet ve şekillendirilebilirlik, içyapıda bulunan kararsız haldeki kalıntı östenitin oda sıcaklığında deformasyon ile birlikte kararlı martenzit fazına dönüşmesi ile sağlanmaktadır. Bu nedenle bu çelikler dönüşümün sağladığı plastisite (TRansformation Induced Plasticity) olarak isimlendirilmektedir. Bu tez kapsamında son yıllarda otomotiv endüstrisindeki kullanımı giderek artan yüksek mukavemetli çeliklerden TRIP800 çeliğinin mekanik özellikleri kapsamlı olarak incelenmiştir. Mekanik testlerin yanı sıra başlangıçtaki ve mekanik deneyler sonrasındaki içyapı özellikleri de belirlenmiştir. Yapılan testler neticesinde elde edilen mekanik özellikler içyapı özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Bunlara ilave olarak ta yapılan mekanik testler neticesinde elde edilen verilerin kullanılması ile malzemenin akma eğrisi ve akma yüzeyi gibi mekanik özelliklerini en iyi şekilde temsil eden modellenin tayini de gerçekleştirilmiştir. Makro ölçüdeki mekanik özellikleri kapsayan bu çalışmaların yanı sıra deformasyon oranı ve sıcaklık bağımlı Dan (2007) modelini kullanarak martenzitik dönüşüm kinetiğinin modellenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Tek eksenli çekme deneyi, kayma deneyi ve iki eksenli gerdirme deneyi simülasyonları ile martenzitik dönüşümün deformasyonla değişimi hesaplatılmıştır. Sonuç olarak iki eksenli gerilme halinde martenzitik dönüşüm çok hızlı gerçekleşirken en yavaş, kayma deneyi simülasyonlarında meydana gelmiştir. Bununla birlikte artan deformasyon hızı ile içyapıda meydana gelen martenzitik dönüşüm azalmaktadır. Bu durum çekme deneyi sonuçları için uyumluluk arz etmektedir. Tez kapsamında malzemelerin mikroyapısının sonlu elemanlar analiz programlarında modelleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Başlangıç durumdaki malzemeden optik mikroskop ile elde edilen mikroyapı resmi sonlu elemanlarda modellenerek dönüşüm içyapıdaki kalıntı östenit fazları için ayrı ayrı gözlemlenebilmiştir. Bu analizler ile kalıntı östenitin morfolojisinin etkisi hakkında bilgi sahibi olunmuş, sonuç olarak ta granüler tipteki kalıntı östenitin filament tiplerindeki göre dönüşüme daha yatkın olduğu yapılan analizlerde belirlenmiştir. Buna ilave olarak kalıntı östeniti çevreleyen diğer fazların tipi de dönüşüme etkili olmaktadır. Kalıntı östeniti daha yüksek mukavemete sahip olan beynit fazının çevrelemesi durumunda dönüşüm daha geç olmaktadır.

SUMMARY

INVESTIGATION AND MODELLING OF FORMABILITY OF TRIP800

TOROS, Serkan Niğde University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Mechanical Engineering

Supervisor : Doç.Dr.Fahrettin ÖZTÜRK , Yrd. Doç. Dr. Aytekin POLAT

TRIP (TRansformation Induced Plasticity) has the great combination of the high strength and ductility, its usage in the automotive industry increases remarkably. At the end of the heat treatment operation of the TRIP steels, the microstructure has three phases which are ferrite, bainite and retained austenite. High strength and formability in TRIP steel is provided with the transformation of the unsteady state retained austenite to steady state martensite. Therefore these steels are called as TRansformation Induced Plasticity (TRIP). In the thesis, the mechanical properties of the TRIP800 which have the increased potential in the usage area in the automotive industry was investigated comprehensively. Besides the mechanical tests, the microstructural evolution of the material was investigated at the initial stage and after the performed mechanical tests. The measured mechanical properties are related and explained with the microstructural evolution of the studied material. Besides that the the best models which represent the flow curve and the yield surface of the TRIP800 are determined. Besides these mechanical properties in the macro scale, modelling of the kinetics of the martensitic transformation is carried by using the strain rate and temperature depended Dan model. The martensitic transformation is calculated by the simulation of uniaxial tensile test, shear test and biaxial test. As a result of the biaxial test simulations, the martensitic transformation occurred faster than the uniaxial and shear test simulation. Shear test simulations show that the martensitic transformation has the slowest transformation rate. Besides that, martensitic transformation rate decreased with the increasing of the strain rate. These results are in agreement with the experimental tensile test results. In the thesis, microstructural finite element simulation was carried out. The microstructure photo at initial stage of the material that was obtained via the light microscope, was modeled in the finite element software and simulated the martensitic transformation for each retained austenite phases. The effect of the morphology of the retained austenite on the transformation was clarified by using this method and as a result, it was observed that granular type retained austenite has more aptitude to transformation than the filament type austenite. Besides that, the effects of the phases which surrounded the retained austenite on the transformation were detected by using the finite element simulation. In the case of the bainite which has the higher strength, surrounded the retained austenite, the transformation is delayed.