

構造用鉄系焼結材料の衝撃引張特性

川 瀬 欣 也^{a)}

Impact Tensile Properties of Structural Sintered Steels

by Kinya KAWASE

日本において焼結機械部品が本格的に採用され始めたのは1950年代からであり、現在では1000億円の市場となっている。焼結機械部品の材料の大半は構造用鉄系焼結材料であるが、衝撃的な負荷に対して脆弱であるという欠点を有する。また、構造用鉄系焼結材料の衝撃的特性評価には、通常シャルピー衝撃試験が実施されるが、溶製材と試験片が異なるために直接的な比較が困難であるというのが現状である。

このような状況下において、構造用鉄系焼結材料の衝撃引張強度を評価し、その破壊挙動を解析することは、焼結材料の強度発現機構の理解に貢献するのみならず、溶製材との強度の直接比較、焼結材料の信頼性と安全性の向上、ひいては適用範囲拡大に役立つものと思われる。そこで本研究では、構造用鉄系焼結材料として広く用いられている材料を対象として、衝撃引張強度におよぼす材料組成の種類と相対密度、および、ひずみ速度の影響について調べた。また、構造用鉄系焼結材料と過去に研究された焼結材料の引張強さにおよぼすひずみ速度依存性の相違を明確にし、構造用鉄系焼結材料の特徴を把握するために、原料やプロセスを特殊なものにして焼結促進を図った鉄系焼結材料についても引張強さにおよぼすひずみ速度の影響を調べた。得られた結果については各章の末尾でまとめとして述べたところであるが、以下に総括して本論文の結論としたい。

第1章では、構造用鉄系焼結材料の用途、製法、機械的特性を示し、現状の課題を説明した。また、従来の研究を基に本研究の目的を明らかにし、論文の構成を示した。

第2章では、構造用鉄系焼結材料として広く用いられている Fe-Cu-C 系および Fe-Ni-Cu-Mo-C 系のうち代表的組成の Fe-2Cu-0.5C と Fe-4Ni-1.5Cu-0.5Mo-0.5C を対象として、静的および衝撃引張試験を行った。そして、引張特性におよぼす材料組成、相対密度、ひずみ速度の影響について検討した。その結果、引張強さにおよぼすひずみ速度の影響は小さく、また、引張破面の大部分は非変形部であり、引張破面におよぼすひずみ速度の影響も小さい、ことを明らかにした。

第3章では、焼結の促進を図った鉄系焼結材料を製作し、2章と同様に引張強度特性を調べた。先ず、過去の研究と第2章の結果を比較検討し、工業的に広く用いられる構造用鉄系焼結材料は焼結の進行が十分ではないために材料が脆性的であり、その結果として引張強さのひずみ速度依存性が小さいと推察した。そして、微細原料粉を使用し、焼結温度を高くすることによって焼結促進を図った鉄系焼結材料、Fe-2Cu-0.5C 材料 (M 材) と Fe-2Ni 材料 (N 材) を製作し、第2章と同様の検討を行った。その結果、微細鉄粉の使用や高温下の焼結により、M 材および N 材において静的引張強さに対する衝撃引張強さの比が高くなることを明らかにした。これは、材料の

^{a)} 新潟大学大学院自然科学研究科
〔新潟大学博士 (工学) 平成23年9月20日授与〕
学位記番号 新大院博 (工) 第366号

延性が増し、材料破面の大半が変形部となったためであると推察された。

以上、本研究により、工業的に広く用いられる Fe-2Cu-0.5C 材料と Fe-4Ni-1.5Cu-0.5Mo-0.5C 材料の衝撃引張特性が明らかになった。すなわち、これらは焼結を十分に進行させた材料ではないために引張試験で荷重を負担する実質部の体積がバルク全体の一部になっており、その結果として材料が脆性的（破面上で非変形部分が大部分を占めていた）で、引張強さのひずみ速度依存性が小さくなったと考えられた。

これらの結果は溶製材料や焼結を十分に進行させた鉄系焼結材料に関する過去の研究とは異なるものであり、本研究によって初めて、現在使用されている構造用鉄系焼結材料の衝撃引張特性をユーザーに広く知らせることができ、且つ正しく活用してもらうことが可能になったと言える。

今後の展開として、さらにデータの蓄積を重ね、データベースを構築し、規格化を図っていくことが必要である。

謝辞:本研究の遂行および本論文の執筆にあたり、終始懇切丁寧なご指導をいただいた新潟大学工学部教授 田邊裕治博士に、深く感謝申し上げます。

また、新潟大学工学部教授 新田勇博士、同准教授 田村武夫博士、同教授 鳴海敬倫博士、同准教授 坂本秀一博士、新潟大学医学部教授 坂本信博博士には、論文の審査においてご指導をいただきました。ここに厚く御礼を申し上げます。

本研究の半分は新潟大学工学部の田邊研究室で実施されたものであり、同研究室の皆様にご感謝申し上げます。中でも、山澤知之さん（平成22年度修了）、須澤博明さん（現修士2年）には、実験ならびに解析などにおいて、非常に多くの時間を割いてご協力をいただきました。ここに、深く感謝申し上げます。

本研究の残りの半分は勤務先である株式会社ダイヤメットで実施されたものであり、御高配を賜った飯野吉保社長をはじめとする会社関係者と、業務において多大な迷惑をお掛けした開発部の皆様から感謝致します。また、長年に亘り叱咤激励していただいた三菱マテリアル株式会社 本間久義前副社長に謹んで御礼申し上げます。