

焼結条件がダイヤモンドセグメントの機械的性質に与える影響*

茨島 明**、池 浩之***、勝負澤 善行**、高川 貫仁**、
赤石 晃****、沼田 真吾****

ダイヤモンドコアドリルの穿孔性能向上を目的とし、焼結温度、焼結保持時間およびプレス圧力がダイヤモンドセグメントの機械的性質に与える影響を調べた。その結果、ボンド部の硬さはプレス圧力の影響を若干受けるものの、焼結温度や保持時間には依存せず、ほぼ一定であった。また、抗折荷重は焼結条件により変化し、焼結温度 810 、焼結保持時間 30min およびプレス圧力 15MPa の時に 550kgf となり最大であった。

キーワード:ダイヤモンドコアドリル、ダイヤモンドセグメント

The Effect of Sintering Conditions on the Mechanical Properties of the Segment

BARAJIMA Akira, IKE Hiroyuki, SHOUBUZAWA Yoshiyuki,
TAKAGAWA Takahito, AKAISHI Akira and NUMATA Shingo

For the purpose of punch performance improvement of the diamond core-drill, we investigate the influence what hot press sintering temperature, keeping time and press pressure give to mechanical properties of segments. Consequently, hardness of the bond is almost constant. And, the segment which are sintered on hot press sintering temperature;937K, keeping time;30min and press pressure;15MPa have maximum bending strength;550kgf.

key words : diamond core-drill, diamond segment

1 緒 言

図 1 に示すダイヤモンドコアドリルはコンクリート建造物への穴あけ工具として広く使用されている。これらコアドリルの多くは手持ちハンドドリルにて穿孔を行うものであり、積み重なった数種類の被削材を同時に穿孔することが多い。このことから、工作機械で使用する研削工具とは研削条件が大きく異なり、限られた回転動力と押しつけ力にて様々な硬度を有する材料の穿孔をしなければならない。このような条件下で穿孔する際、ドリルセグメント表面の自作用を向上させるため、含有するダイヤモンドのコンセントレーション（集中度）を高くすることが有効である。そこで、低密度、高抗折荷重および低硬度をダイヤモンドセグメントの評価基準として設定し、平成 12 年度に Cu-Ni-Co-Sn 系のボンド材が適していることがわかった¹⁾。しかし、その後穿孔試験を行ったところ、Cu-Ni-Co-Sn 系のボンド材によるコアドリルは自作用が悪く、穿孔性能が悪いことがわかった。

そこで、穿孔性能を向上させるために 220HV 程度の硬さと 400kgf 以上の抗折強度を得ることを目的とし、これまで詳しく調べていなかった Cu-W-Co-Sn 系ボンド材について焼結温度、焼結時間およびプレス圧力がダイヤモンドセグメントの硬度と抗折強度に与える影響を調べた。



図 1 ダイヤモンドコアドリル

* 乾式ダイヤモンドセグメントの研究開発
** 金属材料部
*** 企画情報部（現在 金属材料部）
**** ユニカ㈱岩手工場

2 実験方法

ダイヤモンドセグメントの製造工程を図2に示す。粉末状のボンド材とダイヤモンド粒子を均一に混合し、樹脂系バインダーにより造粒の後ホットプレス焼結を行った。メタルボンド材として粉末状のCu-W-Co-Sn系のものを用いた。ダイヤモンド結晶粒子は35/45メッシュを用い、コンセンレーションは45とした。ホットプレス焼結条件は、焼結温度を790および810、焼結保持時間を20、30および40min、プレス圧力を5、10および15MPaとした。

製作したセグメントは6×8×3.5mm-R32の円弧形状品で、図3に示す方法によりセグメントの破断荷重を測定し、抗折荷重とした。また、ボンド部の硬さをブリネル硬度計により測定し、ピッカース硬さに換算して評価した。

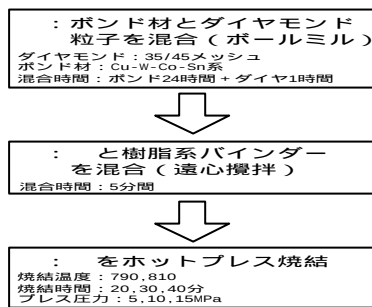


図2 ダイヤモンドセグメントの製造工程

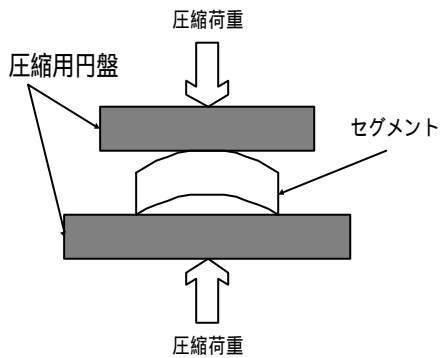


図3 圧縮試験の概略

3 実験結果及び考察

焼結温度の違いによるセグメントのマトリックス硬さと抗折荷重の変化を図4に示す。なお、他の焼結条件は焼結保持時間30min、プレス圧力15MPaである。また、抗折破断面の電子顕微鏡写真（SEM写真）を図5に示す。図4より、硬さは焼結温度の影響をほとんど受けていないが、抗折荷重は焼結温度とともに増加することがわかる。図5において、破断面にあるカップ状セルの大きさが810

の方がやや小さいことがわかる。この大きさの違いが抗折荷重と関係があるものと推察される。他のプレス圧力（5および10MPa）でも定性的に図4と同様の結果となり、保持時間が30minの場合、最大抗折荷重は焼結温度810、プレス圧力15MPaの条件の時であったので、以降では焼結温度810のみについて結果を記述し考察する。

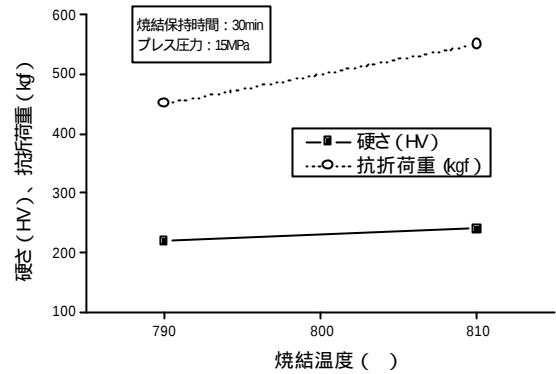
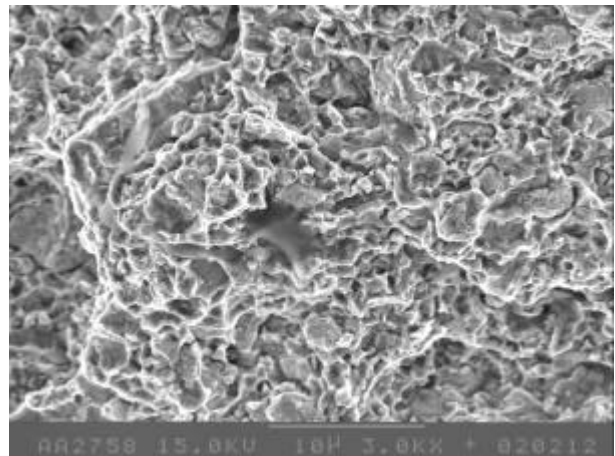
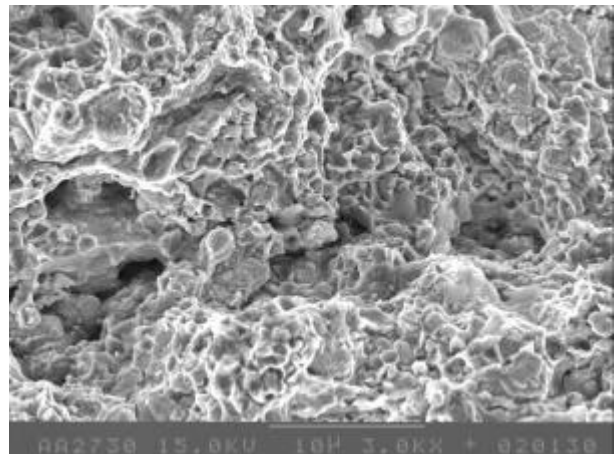


図4 セグメントの性質に与える焼結温度の影響



焼結温度：790、保持時間：30min、
プレス圧力：15MPa、倍率：×3000



焼結温度：810、保持時間：30min、
プレス圧力：15MPa、倍率：×3000

図5 焼結温度を変えた時のセグメント破断面の様子

焼結保持時間の違いによるセグメントのマトリックス硬さと抗折荷重の変化を図6に示す。なお、他の焼結条件は焼結温度810、プレス圧力15MPaである。また、抗折破断面のSEM写真を図7に示す。図6において、硬さは焼結温度と同様に保持時間にも影響を受けないことがわかる。このことは我々の研究結果¹⁾と一致している。また、焼結保持時間が30minの時抗折荷重は極大値となり、

焼結条件がダイヤモンドセグメントの機械的性質に与える影響

550MPaであった。このことは図7に示すように破断面のカップ状セルの大きさにも関連しているものと考えられ、カップ状セルの大きさはW二次粒子の状態と密な関係があるものと推察される。

プレス圧力の違いによるセグメントのマトリックス硬さと抗折荷重の変化を図8に示す。なお、他の焼結条件は焼結温度810、焼結保持時間40minである。また、抗折破断面のSEM写真を図9に示す。図8において、硬さと抗折荷重はプレス圧力と共に増加することわかる。このことは、プレス圧力の増加に伴い金属粉末粒子間距離が小さくなると同時に合金化が促進されることが原因と考えられる。破断面の様子にもプレス圧力の影響があることがわかる。

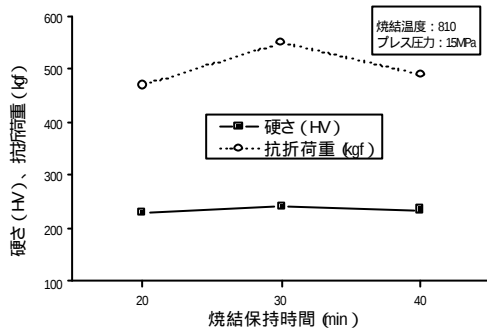
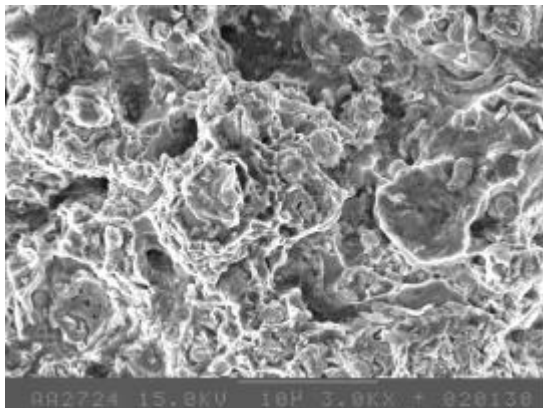
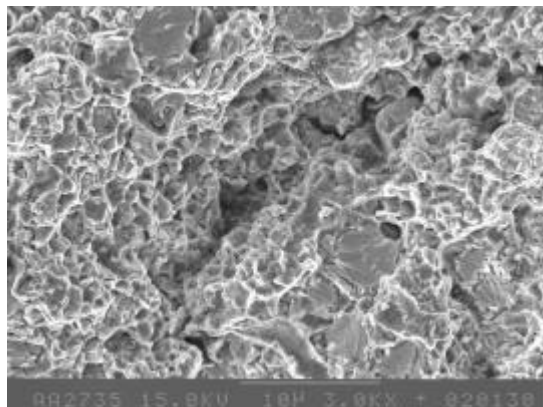


図6 セグメントの性質に与える保持時間の影響



焼結温度:810、保持時間:20min、
プレス圧力:15MPa、倍率:×3000



焼結温度:810、保持時間:40min、
プレス圧力:15MPa、倍率:×3000

図7 保持時間を変えた時のセグメント破断面の様子

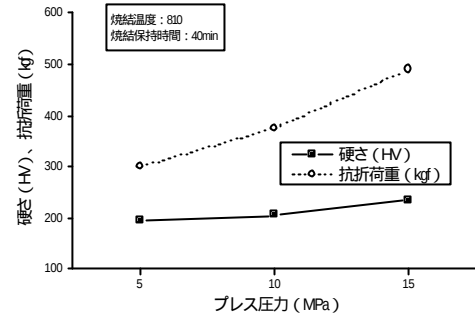
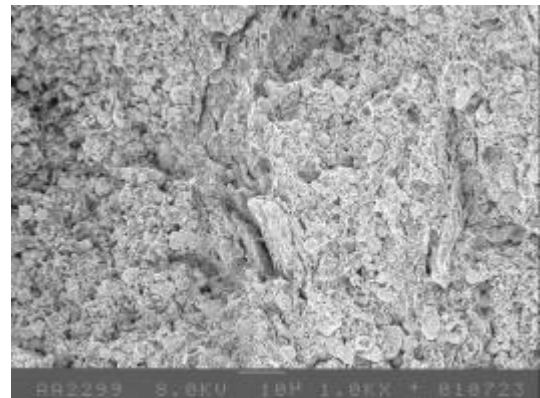
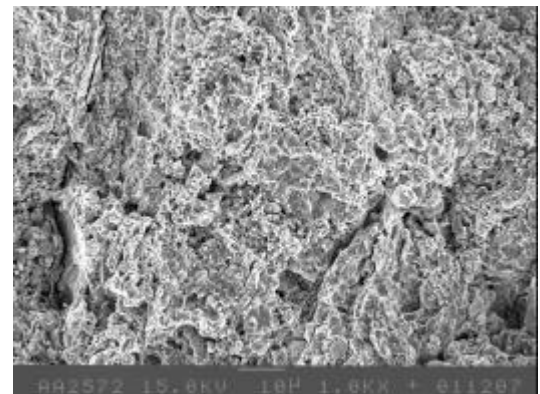


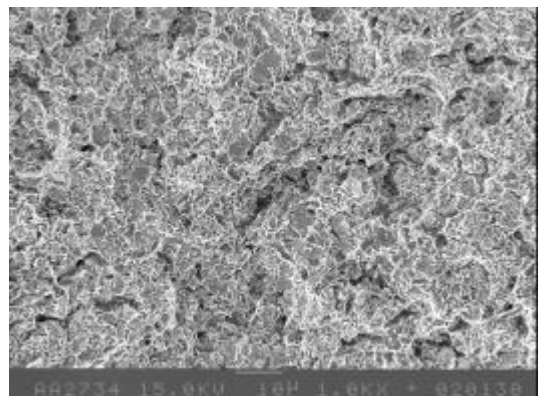
図8 セグメントの性質に与えるプレス圧力の影響



焼結温度:810、保持時間:40min、
プレス圧力:5MPa、倍率:×1000



焼結温度:810、保持時間:40min、
プレス圧力:10MPa、倍率:×1000



焼結温度:810、保持時間:40min、
プレス圧力:15MPa、倍率:×1000

図9 プレス圧力を変えた時のセグメント破断面の様子

4 結 言

ボンド材としてCu-W-Co-Sn系金属粉末を用い、加熱焼結したダイヤモンドセグメントの機械的性質を検討した結果、目的としていた硬さ220HVおよび抗折強度400kgfを達成することができ、次のことが明かとなった。

(1)ボンド部の硬さはプレス圧力の影響を若干受けるが焼結温度や保持時間には依存せず、ほぼ一定であった。

(2)抗折荷重は焼結条件により変化し、焼結保持時間30min、焼結温度810 およびプレス圧力15MPaの時に最

大値550kgfとなった。

本研究は平成13年度技術パイオニア養成事業の一環として実施したものである。今後は、事業実施企業において、研究成果を応用したコアドリルを製作し、穿孔試験を行う予定である。

文 献

- 1) 茨島ほか：岩手工技セ研報、8、139(2001)