

岐阜大学 正 長谷川典彦
 岐阜大学[院] 岩田 恭幸
 東洋精鋼(株) 正 渡邊 吉弘

岐阜科捜研 正○不破 俊弘
 岐阜科捜研 正 福山 邦男

1 緒 言

ショットピーニング加工は主に材料の疲労強度を向上させることを目的とした冷間加工の1種として、ばねや歯車等に広く利用されている。ショット粒は通常数十 m/s から百数十 m/s の速度で投射装置から射出され被加工物の表面に衝突し、その際材料の表面に微小な残留くぼみが生じ、表面層に近い領域に圧縮残留応力が発生し、また、加工による硬さの上昇がみられ、それらは材質の向上と密接な関係にある。したがって、投射条件、特にショット粒の衝突速度を最適値に設定する必要があるものとする。しかし、衝突速度と残留応力や硬さの分布について詳細に研究した文献は少ないようである。そこで本研究では、衝突現象の基礎的な評価をするため、小径の単一鋼球を使用して、炭素鋼 (JIS S55C) 板に種々の速度で衝突させ、衝突速度の違いによる板材の変形挙動を観察し、比較のため静的圧縮実験も併せて行った。各実験で得られた残留くぼみについて、くぼみ底の残留応力およびくぼみ周辺のピッカース硬さを測定し、衝突速度が残留応力および硬さに及ぼす影響と静的な場合との違いについて検討した。

2 試験片および実験方法

2・1 試験片

試験片 (被衝突材) として厚さ 10mm の炭素鋼 (JIS S55C) を用いた。鋼球が衝突する表面はエメリー紙により研磨し、700℃で1時間の真空焼鈍を行った。焼鈍後の表面硬さは Hv180 であった。

2・2 実験方法

衝突実験は Fig.1 に示すように、試験片をジグに固定し、鋼球を圧縮空気により発射、試験片に衝突させた。試験片手前に速度測定器を置き衝突直前の速度を測定した。衝突させる物体として直径 4.8mm および 8.7mm の鋼球を用いた。

鋼球の速度は直径 4.8mm のものが 25 ~ 120m/s、直径 8.7mm のものが 25 ~ 50m/s であった。

静的圧縮実験は Fig.2 に示すように、試験片上に衝突実験に使用したのと同じ鋼球を置き、油圧プレスにより荷重を加えた。そのときの荷重の大きさはロードセルにより測定した。

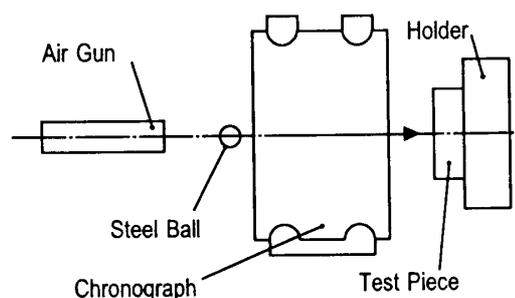


Fig.1 Corrosion Test

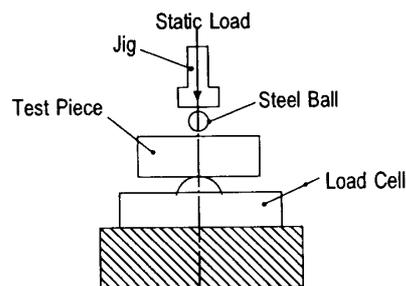


Fig.2 Static Load Test

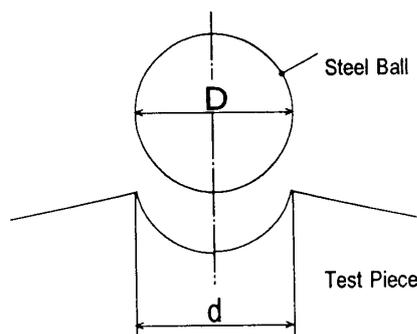


Fig.3 Profile of indentation

3. 実験結果および考察

衝突実験および静的圧縮実験により、試験片表面に Fig.3 に示すような残留くぼみが形成される。残留くぼみの直径 d (mm) を万能投影機により測定し、鋼球直径 D (mm) に対する残留くぼみの直径の比 d/D によって塑性変形量を表すことにする。

Fig.4 に運動エネルギー E_c (J) と塑性変形変形量 d/D

の関係を示す。また Fig.5 に静的圧縮荷重 P (KN) と d/D の関係を示す。これらの結果から、試験片表面に形成される残留くぼみの大きさは動的の場合、鋼球の運動エネルギーに依存し、静的の場合圧縮荷重に依存する。

Fig.6 に鋼球直径 $D=4.8\text{mm}$ におけるくぼみ底の残留応力 σ_r の測定結果を示す。衝突実験の場合 d/D が増加するにつれて圧縮残留応力は小さくなるが、静的実験のばあい、圧縮残留応力は大きくなり、逆の傾向を示した。したがって、残留くぼみの大きさがほぼ等しいものでも、被衝突材の表面に発生する残留応力は動的と静的では異なり、動の場合、鋼球の衝突速度がある値を越えると表面の圧縮残留応力は減少する傾向にある。

Fig.7 に d/D と残留くぼみ直近の表面硬さの関係を示す。動的小よび静的とも d/D の増加とともに硬さは上昇し、動の場合の方が若干高い値を示した。Fig.8 に残留くぼみの縁からの距離と硬さの関係を示す。動の場合、くぼみ直近に硬さのピークがあり、くぼみから遠ざかるにつれその後低下していくが、静的の場合、硬さのピークが動的と比較してくぼみの外周方向へ若干ずれている。したがって、表面の硬さの分布は動的と静的で異なり、残留くぼみの大きさが同じであっても、くぼみ周辺のひずみの状態は異なることが考えられるので、このことが残留応力の傾向が静的と動的で異なる理由と思われる。

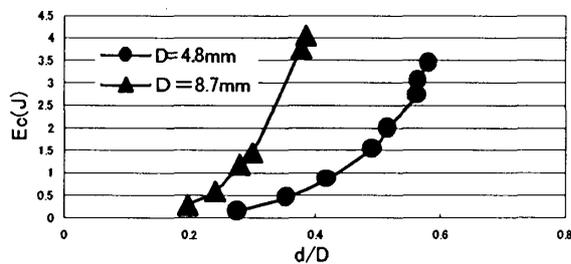


Fig.4 Relationships between d/D and E_c .

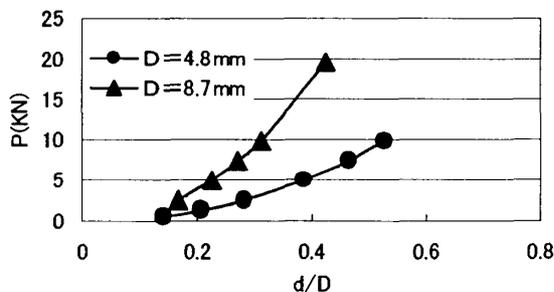


Fig.5 Relationships between d/D and P .

4. 結 言

残留くぼみの大きさは鋼球の運動エネルギーに依存し、同じ大きさのくぼみを静的圧縮荷重により作成することが可能であるが、くぼみ底に発生する残留応力は動的と静的では異なる傾向を示す。また、くぼみ周辺の硬さも動的と静的では異なる傾向を示すことが確認された。(参考文献省略)

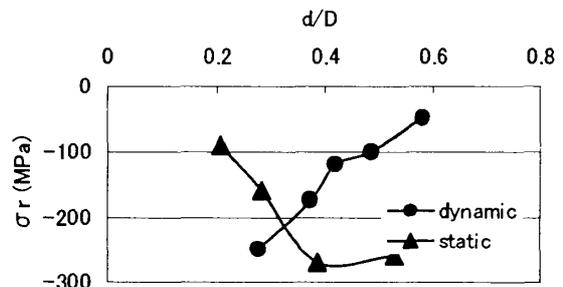


Fig.6 Relationships between d/D and σ_r .

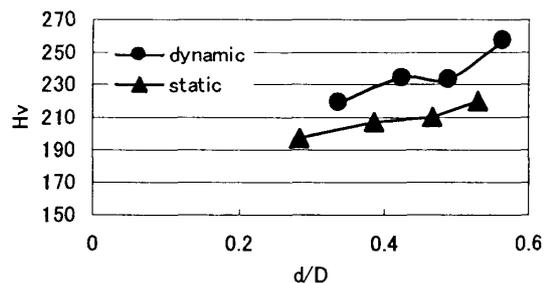


Fig.7 Relationships between d/D and H_v (distance=0.2mm)

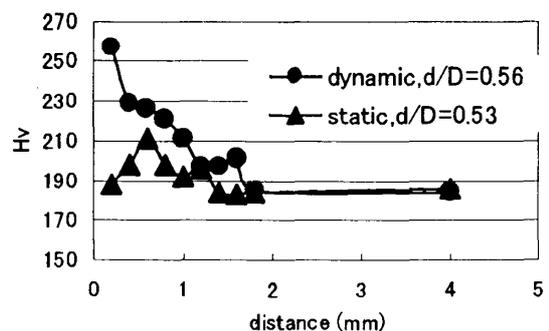


Fig.8 Relationships between distance and H_v