

樹脂製金型の高強度化・耐久性向上について

機械金属部

多加充彦，南川俊治，繊維生活部 笠森正人

(株)北日本テクノス，日新レジン(株)，ジェイ・バス(株)，金沢工業大学

1. 目的

バスなど大型車体用のプレス成形部品製造現場では，多品種少量生産に対応するため，金型費削減や短納期化が課題となっている。そこで，金型からプレス，レーザ加工，組み立てまでの一括生産技術を有する(株)北日本テクノス(小松市)は，金属の代替材料として樹脂に着目し，日新レジン(株)(横浜市)，ジェイ・バス(株)(小松市)，金沢工業大学，工業試験場と共同で，樹脂製金型製造技術や複数部品の一体成形技術の開発に着手した。研究プロジェクトでは，耐久性，耐摩耗性，強度に優れる樹脂を開発するため，樹脂の設計(改良)，物性評価，金型試作，プレス実験による耐久性評価といった開発サイクルを繰り返しながら課題の抽出と解決を行い，樹脂製金型製造技術を構築した。

本報告では，この開発サイクルにおいて重要な課題となった型のき裂発生防止対策に取り組み，高強度化および耐久性の向上を図った内容について述べる。

2. 内容

2.1 樹脂製金型

開発した樹脂製金型は，基本的に表面材とコア材によって構成されている(図1参照)。樹脂のみでは強度が無いため，表面材は充填材として鉄粉等を混合させて高強度化を図った。また，コア材は樹脂量を減らし充填材として珪砂を混合させることにより低コスト化と高強度化を図った。樹脂は熱硬化性のエポキシ樹脂を主剤として，弾性率や強度を調整するために硬化剤および充填材の総合的な配合設計を行い，候補となる数種類の中から金型材として最も適した表面材とコア材を材料試験による物性値の測定結果を基に選定した。ここで，表面材の材料物性はプレスの加圧力を考慮して，目標を圧縮強さ100MPa以上，圧縮弾性率4.5GPa以上とし，コア材は表面材との剥離防止のため表面材と同等の圧縮弾性率を有することとした。これらの基準を満たす表面材やコア材を用いて樹脂製金型を試作し，連続プレス実験による耐久性・耐摩耗性評価により樹脂の改良と金型製造技術の構築を行った。

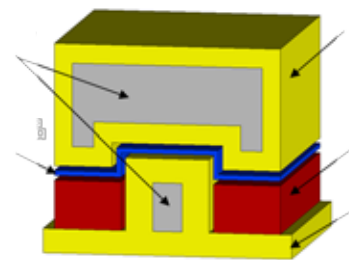


図1 樹脂製金型の基本構成

2.2 型のき裂発生原因の解明と防止対策の検討

最初に開発した表面材は，市販樹脂に比べて圧縮強さや圧縮弾性率にも優れ，基準を満たしたが，冬期に型表面にき裂が発生する問題が生じた(図2参照)。そこで，き裂の発生が気温低下によるものかを確認するため，環境試験室で冷熱環境試験を実施した。その結果，開発した表面材には同様にき裂の発生が



図2 樹脂製金型のき裂

再現されること確認した。き裂の発生状態を詳細に観察したところ、き裂は表面材のみで進展していることがわかった。このことから、冷却の温度変化による表面材の収縮変形が、熱膨張の小さいコア材により拘束されて引張応力が作用し、この引張応力に対する表面材の強度不足が原因で破壊に至ったと推察した。

そこで、引張試験を行い、表面材の引張強さや伸びなどを評価した。その結果、開発初期の表面材は、低温でもき裂の生じなかった市販樹脂に比べ引張強さや伸びが劣っていることがわかり、引張特性にも優れる樹脂の改良を行った。

また、型の2層構造の問題として、表面材とコア材との熱膨張差による境界部での影響を調べるため、型の各部位にひずみゲージを貼付した樹脂製金型の冷熱環境試験(図3参照)や表面材の硬化収縮率や線膨張係数の測定試験を実施した。その結果、き裂の発生した型は、冷却時に表面材とコア材との境界で急激なひずみ差が生じることが確認され、このひずみ差がき裂発生に影響していると断定した。そのため、表面材とコア材とのひずみ差を軽減する方法として、表面材とコア材との間に柔軟な中間層を挿入した3層構造への変更(図4参照)や柔軟性を付与した表面材やコア材への改良を行った。

以上のような対策の効果を調べるため、種々の表面材とコア材を組み合わせた型を作製し、冷熱環境試験を実施した。その結果、き裂の発生しないいくつかの表面材とコア材の組み合わせを見出した。さらに、これらの型について連続プレス実験による耐摩耗性を評価した結果、柔軟性を付与した表面材は型R部での摩耗が激しく耐久性に乏しかったが、中間層を入れた型は、耐摩耗性に優れる表面材を用いることで最も良好な耐久性を示すことがわかった。

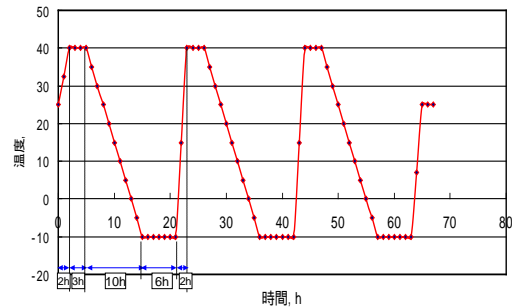
3 結果

樹脂製金型の高強度化と耐久性向上において、課題となったき裂発生の問題に対し、原因の解明とその防止対策について検討した結果、表面材とコア材との境界に中間層を入れる方法により解決できた。このように製造した型は、連続プレスにおいても耐摩耗性にも優れる結果を示し、本研究プロジェクトのもう一つの課題である複数部品の一体成形技術の開発に繋げることができた。

なお、本研究は経済産業省「平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業」の委託を受け、(株)北日本テクノス、日新レジン(株)、ジェイ・バス(株)、金沢工業大学との共同研究の一環として実施されたものである。



(a)冷熱環境試験用の樹脂製金型



(b)ヒートサイクルの条件

図3 冷熱環境試験



図4 3層構造型