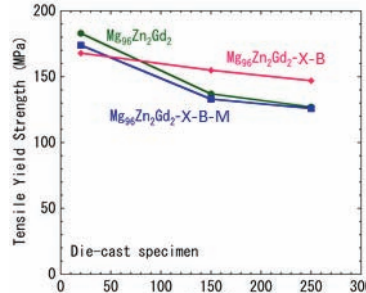


## 研究成果

| <p>テーマ：次世代耐熱Mg合金材料設計開発<br/> サブテーマ：1-1合金組成開発<br/> 小テーマ：ダイカスト材用合金開発</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |                             |                               |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|------|------|------|----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <p>サブテーマリーダー（所属、役職、氏名）：河村能人（熊本大学 教授）<br/> 研究従事者（所属、役職、氏名）：山崎倫昭（熊本大学 准教授 兼 テクノ産業財団 雇用研究員）、金鍾鉉（テクノ産業財団 雇用研究員）、大谷博司（九州工業大学 教授）、榊原勝弥（㈱アーレスティ 栃木）、杉谷洋・宮崎博之・古田直也・槻木泰裕（㈱アーレスティ熊本）、廣瀬友典・稲員尚紀（ネクサス㈱）</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |                             |                               |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
| <p>1. 研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要<br/> LPSO構造を有するMg合金組成を対象に、展伸材用合金組成と全く異なるダイカスト材に適した合金組成の新規開発を行った。鑄造凝固時にLPSO相が形成される合金群をタイプⅠ合金、鑄造凝固時にはLPSO相は形成されないがその後の溶体化-高温時効によりLPSO相が析出する合金をタイプⅡ合金として分類し、それぞれの合金群の基本組成<math>Mg_{96}Zn_2Y_2</math>合金、<math>Mg_{97}Zn_1Gd_2</math>合金にダイカストプロセスで必要とされる湯流れ性を改善する添加元素を添加した合金を開発した。</p> <p>②研究の独自性・新規性<br/> 本研究はLPSO相を有するMg合金をダイカストプロセスに適用した初の試みであった。晶出型合金（タイプⅠ合金）と析出型合金（タイプⅡ合金）に分けて、それぞれの基本組成である三元系<math>Mg_{96}Zn_2Y_2</math>合金、<math>Mg_{97}Zn_1Gd_2</math>合金に第四、第五元素を添加することでダイカストプロセスに適した組成を探索し、修正目標値を達成した。タイプⅠ合金Mg-Zn-Yにおいてはダイカストまま材でWE54砂型鑄造まま材よりも優れた特性を示し、ダイカスト材用合金としての潜在能力を示した。</p> <p>③研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）</p> <p>【フェーズⅠ】<br/> ダイカスト材の開発では、三元系合金を対象に、ダイカスト性と高強度・高耐熱性を示す合金組成探索を行うとともに、合金組成設計の指導原理の確立を試みる。</p> <p>【フェーズⅡ】<br/> ダイカスト材用合金組成の開発を目的として、晶出型Mg-Zn-Y合金（タイプⅠ合金）と析出型Mg-Zn-Gd合金（タイプⅡ合金）の第四、第五元素添加による組織制御及び特性制御を試みる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |                             |                               |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
| <p>2. 研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <p>合金組成探索用の135tダイカスト装置を用い、晶出型Mg-Zn-Y合金（タイプⅠ合金）と析出型Mg-Zn-Gd合金（タイプⅡ合金）へ第四、第五元素を添加することで、ダイカストプロセスに適した合金組成を探索した。Mg-Zn-Y系合金、Mg-Zn-Gd系合金ともに修正目標値を達成し、当初の比較対象材であるWE54砂型鑄造まま材よりもダイカストまま材において高い特性を示す合金成分を開発した。実施例として図1にMg-Zn-Gd系合金ダイカスト材の引張降伏強度を示す。</p> <p>図1 Mg-Zn-Gd系合金ダイカスト材の引張降伏強度の温度依存性<br/> （説明：Mg-Zn-Gd合金にAlを添加することで、250℃における強度が飛躍的に改善された。）</p>  <table border="1"> <caption>Figure 1: Tensile Yield Strength (MPa) vs. Temperature (°C) for die-cast specimens</caption> <thead> <tr> <th>Temperature (°C)</th> <th><math>Mg_{97}Zn_1Gd_2</math> (MPa)</th> <th><math>Mg_{97}Zn_1Gd_2-X-B</math> (MPa)</th> <th><math>Mg_{96}Zn_2Gd_2-X-B-M</math> (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>~180</td> <td>~170</td> <td>~160</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>~160</td> <td>~150</td> <td>~140</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>~140</td> <td>~130</td> <td>~120</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>~120</td> <td>~110</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>~100</td> <td>~90</td> <td>~80</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>~80</td> <td>~70</td> <td>~60</td> </tr> </tbody> </table> | Temperature (°C)        | $Mg_{97}Zn_1Gd_2$ (MPa)     | $Mg_{97}Zn_1Gd_2-X-B$ (MPa)   | $Mg_{96}Zn_2Gd_2-X-B-M$ (MPa) | 0 | ~180 | ~170 | ~160 | 50 | ~160 | ~150 | ~140 | 100 | ~140 | ~130 | ~120 | 150 | ~120 | ~110 | ~100 | 200 | ~100 | ~90 | ~80 | 250 | ~80 | ~70 | ~60 |
| Temperature (°C)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $Mg_{97}Zn_1Gd_2$ (MPa) | $Mg_{97}Zn_1Gd_2-X-B$ (MPa) | $Mg_{96}Zn_2Gd_2-X-B-M$ (MPa) |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
| 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ~180                    | ~170                        | ~160                          |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
| 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ~160                    | ~150                        | ~140                          |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
| 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ~140                    | ~130                        | ~120                          |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
| 150                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ~120                    | ~110                        | ~100                          |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
| 200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ~100                    | ~90                         | ~80                           |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
| 250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ~80                     | ~70                         | ~60                           |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |
| <p>3. 主な成果</p> <p>具体的な成果内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○LPSO相を生成する合金組成条件を生成四原則として提案した。</li> <li>○修正目標値を越える優れた機械的性質を示すダイカスト材用Mg-Zn-Y-X-B-M及びMg-Zn-Gd-X-B合金組成を見出した。</li> <li>○LPSO型Mg合金組成においてもダイカストプロセスによる低コスト化と合金高性能化の両立が可能であることがわかった。</li> </ul> <p>特許件数：0件 論文数：1件 口頭発表件数：2件</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |                             |                               |                               |   |      |      |      |    |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |

#### 4. 研究成果に関する評価

##### ①国内外における水準との対比

LPSO相を有するMg合金組成にダイカストプロセスを初めて適用し、その試作を重ねることで、基礎となる鑄造所感、組織学的知見、機械特性データを得るとともに、優れた機械的性質を示すダイカスト材用Mg-Zn-Y-X-B-M及びMg-Zn-Gd-X-B合金組成を見出した。

##### ②実用化に向けた波及効果

晶出型Mg-Zn-Y合金（タイプⅠ合金）と析出型Mg-Zn-Gd合金（タイプⅡ合金）のダイカスト材試作、基本三元系組成に第四、第五元素を添加した合金のダイカスト材試作により、添加元素がダイカスト成形性に与える影響を系統的に得ることができた。これにより、低コストかつ高性能な合金組成開発を加速することが可能となった。

#### 5. 残された課題と対応方針について

作製合金の品質向上と大型化への展開及び生産性向上を目指すテーマ2からの研究結果のフィードバックを参考に、低コスト化を念頭により最適な合金組成開発に取り組む。

|                           | JST負担分(千円) |        |       |        |       |       |        | 地域負担分(千円) |        |        |        |       |       |        | 合計      |
|---------------------------|------------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|-----------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|---------|
|                           | 18年度       | 19年度   | 20年度  | 21年度   | 22年度  | 23年度  | 小計     | 18年度      | 19年度   | 20年度   | 21年度   | 22年度  | 23年度  | 小計     |         |
| 人件費                       | 63         | 158    | 1,763 | 1,459  | 912   | 665   | 5,020  | 1,451     | 2,323  | 3,422  | 2,894  | 1,415 | 33    | 11,538 | 16,558  |
| 設備費                       | 0          | 9,240  | 4,052 | 13,922 | 2,042 | 1,344 | 30,600 | 0         | 0      | 5,885  | 0      | 2,789 | 0     | 8,674  | 39,274  |
| その他研究費<br>(消耗品費、<br>材料費等) | 0          | 2,997  | 1,373 | 1,321  | 729   | 633   | 7,053  | 1,587     | 14,006 | 3,727  | 8,149  | 724   | 4,200 | 32,393 | 39,446  |
| 旅費                        | 140        | 70     | 191   | 294    | 168   | 55    | 918    | 32        | 377    | 81     | 0      | 48    | 82    | 620    | 1,538   |
| その他                       | 66         | 49     | 237   | 308    | 262   | 275   | 1,197  | 0         | 0      | 17     | 1,021  | 963   | 454   | 2,455  | 3,652   |
| 小計                        | 269        | 12,514 | 7,616 | 17,304 | 4,113 | 2,972 | 44,788 | 3,070     | 16,706 | 13,132 | 12,064 | 5,939 | 4,769 | 55,680 | 100,468 |

代表的な設備名と仕様 [既存（事業開始前）の設備含む]

J S T負担による設備：135tダイカスト装置、射出成形機

地域負担による設備：300g小型溶解鑄造装置、85t小型押出プレス機、DSC装置、TG-DTA装置等