

「GFRP&CFRPのリサイクル技術の動向・課題と回収材の用途開発」 目次

第1章 緒言

- (1) 複合材料の定義と分類
- (2) 米国の各種FRPの市場
- (3) バサルト繊維 3), 4)
- (4) プラスチックリサイクル技術の分類

第2章 GFRP リサイクル技術の動向

- (1) GFRP の歴史
- (2) 国内のGFRP 出荷量と用途
- (3) 欧州のGFRP 生産量
- (4) GFRP の廃棄物処理

1. 国内のGFRP リサイクル技術

1.1 マテリアルリサイクル

- (1) アサオカ(株)と群馬工業高等専門学校
- (2) いすゞ自動車(株)
- (3) 石川島播磨重工業(株)
- (4) 株名機製作所
- (5) 宇部日東化成(株)
- (6) 広島大学, (有)徳毛レジン, 広島県工業研究センター
- (7) シャープ(株)

1.2 熱分解法

- (1) 工業技術院北海道工業開発試験所
- (2) 三菱重工業(株)
- (3) 株東芝
- (4) (財)日本化学繊維検査協会
- (5) 日本電気(株)
- (6) 静岡県立大学, 日清オイリオグループ(株), 神奈川県産業技術センター

産業技術センター

(7) 水産総合研究センター, 九州大学, 福岡県リサイクル総合研究センター, 大分県産業科学技術センター

(8) 工業技術院四国工業技術試験所, 高知県工業技術センター

(9) 信州大学

1.3 超臨界流体法

- (1) 株神戸製鋼所
- (2) 工業技術院物質工学工業技術研究所, 熊本県工業技術センター

(3) 工学院大学

(4) 静岡大学

(5) 大阪府立大学, 松下電工(株)

(6) 山口県産業技術センター, 山口大学

1.4 加溶媒分解法

- (1) 松下電器産業(株)
- (2) 三菱電機(株)
- (3) 和歌山県工業技術センター
- (4) アースリサイクル(株)
- (5) 千葉大学, 産業技術総合研究所, 中国工業(株)
- (6) 日立化成(株)

1.5 その他の回収技術

(1) 崇城大学

(2) 信州大学

1.6 再利用技術

- (1) 株クボタ
- (2) 社強化プラスチック協会, 株富士田 商事
- (3) 大日本インキ化学工業(株)
- (4) 田村石材(株)

(5) 和歌山県工業技術センター, (株)京屋, 福岡県工業技術センター

(6) 日立化成(株)

(7) 株国土社

(8) 宮崎大学

(9) 大阪大学, (株)INAX, ニチアス(株)

2. 海外のGFRP リサイクル技術

2.1 GF リサイクル

(1) PPG Industries Ohio, Inc. (US)

(2) Vetrotex France S.A. (FR)

(3) Solvay S.A. (BE)

(4) Johns Manville (US)

(5) Befesa Medio Ambiente (Befesa 環境) (ES)

2.2 マテリアルリサイクル

(1) ECO Wolf Inc. (US)

(2) ERCOM Composite Recycling GmbH (EU)

(3) Fibron GmbH (DE)

(4) Phoenix Fibreglass Inc. (CA)

(5) R. J. Marshall Company (US)

(6) New York State College of Ceramics (US)

(7) Centre des Matériaux de Grande Diffusion (Large Diffusion Materials Center) (FR)

(8) The Composites Innovation Centre Manitoba Inc. (CA)

(9) Astoria Industries of Iowa, Inc. (US)

(10) University of Bristol (GB)

(11) The University of Manchester (GB), Pforzheim University (DE)

(12) GEES RECYCLING S.r.l. (IT)

2.3 熱分解法

(1) Richard A. Wallace (個人) (US)

(2) The Budd Company (US)

(3) Stevens Institute of Technology (US)

(4) S-P Reclamation, Inc. (US)

(5) University of Nottingham (GB)

(6) The University of Leeds (GB) (7) ReFiber ApS (DK)

(8) REFORM (EU)

(9) ACMA, IACMI, CHZ Technologies, LLC (US)

(10) University of Strathclyde (GB)

(11) KOREC S.R.L. (IT)-CO2 雰囲気

(12) Jean J. O. Gravel (個人) (CA)

(13) Celanese Mexicana S.A. (MX)

2.4 超臨界流体法

(1) Modar Inc. (US)

(2) Nantes Thermokinetics Laboratory (FR)

(3) Aalborg University (DK)

2.5 加溶媒分解法

(1) Ashland Oil, Inc. (US)

(2) DSM Research (NL)

(3) University of Connecticut (US)

(4) Siemens AG (DE)

(5) International Business Machines Corporation (US)

(6) Hongik University (KR)

(7) Chinese Academy of Sciences (CN)

(8) Technical University of Denmark (DK)

(9) University of Southern Denmark (DK)

- 2.6 その他の回収技術
- (1) Novacor Chemicals SA (CH)
 - (2) The University of Borås (SE)
 - (3) Commissariat à l' énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) (FR)
- 2.7 易分解性樹脂
- (1) University of Southern California (US), Adesso Advanced Materials Inc. (CN)
 - (2) Aditya Birla Chemicals (TH)
- 2.8 再利用技術
- (1) European Composites Recycling Services Company (EU)
 - (2) Ryds Battindustri AB (SE)
 - (3) Hambleside Danelaw Ltd. (GB)
 - (4) Conenor Ltd. (FI), Tecnalia Corp. (ES)
 - (5) Conenor Ltd (FI)
 - (6) Flexipol (NL)
 - (7) Global Fiberglass Solutions Inc. (US)
 - (8) General Electric Company (US), Global Fiberglass Solutions Inc. (US)
 - (9) Loughborough University (GB)
 - (10) Università Politecnica delle Marche (IT)
 - (11) Technical University of Lisbon (PT)
 - (12) National Center for Metallurgical Research (ES)
 - (13) European Composites Industry Association (EU)
 - (14) Fiberline Composites A/S (DK)
 - (15) Mixt Composites Recyclables SASU (FR)
 - (16) Reprocover (BE)
 - (17) TECNALIA Research & Innovation (ES)
 - (18) Janicki Industries, Inc. (US), Global Fiberglass Solutions, Inc. (US)
 - (19) Global Fiberglass Solutions Inc., Washington State University (US)
 - (20) Washington State University (US)
 - (21) Hebei University of Science & Technology (CN)
 - (22) Extreme Eco Solutions (NL)

第3章 CFRP リサイクル技術の動向

- (1) 炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の出荷量
- (2) CFRP の用途
- (3) Boeing787 に使われている材料
- (4) PAN (PolyAcryloNitrile)系CFの製造法
- (5) CF製造時のエネルギーとCO2排出量
- (6) CF廃材の種類
- (7) CFRP廃材のリサイクルに適用可能な技術
- (8) 各種CFRPリサイクルの比較

1. 国内のCFRPリサイクル技術

1.1 マテリアルリサイクル

- (1) ACA(株)

1.2 熱分解法

- (1) 炭素繊維協会
- (2) 東レ(株)
- (3) 三菱レイヨン(株)
- (4) 三菱ケミカル(株)
- (5) 高安(株)
- (6) カーボンファイバーリサイクル工業(株)
- (7) (株)リーテム, 富士加飾(株)
- (8) (財)ファインセラミックスセンター

1.3 超臨界流体法

- (1) 静岡大学
- (2) 熊本大学

1.4 加溶媒分解法

- (1) 東京工業大学
- (2) 大阪府立大学
- (3) 産業技術総合研究所, 東邦テナックス(株)
- (4) アースリサイクル(株)
- (5) 日立化成(株)

1.5 その他の回収技術

- (1) 八戸工業高等専門学校
- (2) 成蹊大学
- (3) 信州大学
- (4) 埼玉県産業技術総合センター
- (5) (株)ミライ化成

1.6 易分解性樹脂

- (1) 物質・材料研究機構, 新構造材料技術研究組合

1.7 再利用技術

- (1) 愛媛大学, 東レ(株)
- (2) 宇宙航空研究開発機構
- (3) 阿波製紙(株)
- (4) 三菱重工業(株)

2. 海外のCFRPリサイクル技術

2.1 CFリサイクル

- (1) HADEG Recycling GmbH (DE)
- (2) Procotex Corp. SA (BE)
- (3) Sigmatex Ltd. (GB)
- (4) Hexcel Reinforcements UK Ltd. (GB)
- (5) Carbon Fiber Remanufacturing LLC (US)

2.2 マテリアルリサイクル

- (1) Fiberline Composites A/S (DK)
- (2) Airbus SE (FR)
- (3) ROTH International GmbH (DE)

2.3 熱分解法

- (1) Karborek Recycling Carbon Fibers (IT), Italian National Agency for new Technologies Energy and the Environment (IT)
- (2) ELG Carbon Fibre Ltd. (GB)
- (3) Carbon Conversions Inc. (US)
- (4) REFORM (EU)
- (5) Aachen University (DE)
- (6) University of Concepción (CL)
- (7) Alpha Recyclage Composites (FR), Toulouse University (FR)

2.4 超臨界流体法

- (1) The University of Nottingham (GB)
- (2) Harbin Institute of Technology (CN)
- (3) Vartega Inc. (US)
- (4) Cranfield University (GB)
- (5) Washington State University (US)
- (6) Korea Institute of Science & Technology (KR)

2.5 加溶媒分解法

- (1) Adherent Technologies, Inc. (US)
- (2) Advanced Plastics Technologies, Ltd. (GB)
- (3) Siemens AG (DE)
- (4) Ningbo Institute of Materials Technology & Engineering (CN)
- (5) University of Chinese Academy of Sciences (CN)
- (6) The Boeing Company (US)
- (7) Shocker Composites LLC (US)

- (8) Indian Institute of Technology Madras (IN)
- (9) Global Fiberglass Solutions Inc. (US), Washington State University (US)
- (10) Nuremberg Institute of Technology (DE)
- (11) CatackH, Co., Ltd. (KR)
- (12) Korea Institute of Science & Technology (KR)

2.6 その他の回収技術

- (1) Vetrotex France SA (FR)
- (2) DaimlerChrysler AG (DE)
- (3) Shenzhen University. (CN)
- (4) Shenzhen University (CN), University of Manchester (GB)
- (5) Kunming University of Science and Technology (CN)
- (6) The Fraunhofer Institute for Chemical Technology ICT (DE)

2.7 易分解性樹脂

- (1) The Netherlands Organization for Applied Scientific Research (NL)
- (2) Connora Technologies Inc. (US)
- (3) Adesso Advanced Materials Wuhu Co., Ltd. (CN)
- (4) Adesso Advanced Materials Wuhu Co., Ltd. (CN), Connora Technologies Inc. (US)
- (5) Connora Technologies Inc. (US), Aditya Birla Chemicals Ltd. (TH)
- (6) Mallinda LLC (US), The University of Colorado Boulder (US)

2.8 再利用技術

- (1) Imperial College London (GB)
- (2) North Carolina State University (US)
- (3) CFK Valley (DE)

- (4) SGL Automotive Carbon Fibres GmbH (DE)
- (5) Triumph Composites Systems Inc. (US), Washington State University (US)
- (6) Steelhead Composites, LLC (US), Vartega Inc. (US), Michelman Inc. (US)
- (7) Composite Recycling Technology Center (US)
- (8) Dell Inc. (US), Saudi Basic Industries Corporation (SA)
- (9) The Boeing Company (US), ELG Carbon Fibre Ltd. (GB)
- (10) Adesso Advanced Materials Wuhu Co., Ltd. (CN)
- (11) Vartega Inc. (US), Janicki Industries Inc. (US)
- (12) Composite Technology Center (DE), Airbus SE (FR)
- (13) Alchemy Bicycle Company (US), Vartega Inc. (US)
- (14) The Fraunhofer Institute for Chemical Technology ICT (DE)
- (15) Vartega Inc. (US), Braskem SA (BR)
- (16) CarloRatti Associati, Italo Rota (IT)
- (17) Vartega Inc. (US)

第4章 結言

- 1. 結論
 - 1.1 GFRP リサイクル技術
 - 1.2 CFRP リサイクル技術
- 2. 今後の技術課題
 - 2.1 回収技術
 - 2.2 加工技術
 - 2.3 再利用技術

参考文献