

20.

# 産業・化学機械

20·1

## 化学プラント、化学プラントエンジニアリング

### 20·1·1 業界の現状

日本機械輸出組合が発表した「2010年度上期海外プラント・エンジニアリング成約実績調査報告書」によれば、2010年度上期の日本の成約総額は90.9億ドル（前年度同期比46.7%増）、総成約件数は366件（同50.0%増）となった。

日本の成約額上位3カ国は、パプアニューギニア、ベトナム、UAEで、成約額上位3地域は、アジア（32.8億ドル）、大洋州（27.2億ドル）、中東（15.0億ドル）となった。また成約額上位3機種は、発電プラント（30.9億ドル）、エネルギーープラント（30.0億ドル）、鉄鋼プラント（8.5億ドル）となった。また成約額1億ドル以上の大型案件の成約額総実績は61.8億ドル（同39.4%増）となり、パプアニューギニアのLNGプラントなどがある。

一方、近隣アジア諸国との成約額の比較においては、それぞれの統計が対象とする機種の範囲が異なることと、データ取得時期が異なることに注意が必要であるが、中国の2010年1月から6月の総受注額は549億ドル（前年同期比15.0%減）となり、機種別成約実績の内訳は不明だが、構成比率では建築が2割強と最も高く、交通、電力、石油化学、電子通信がそれぞれ1割強という傾向が見られる。大型案件としてベトナムの石炭火力発電所（20億ドル）などがある。また、韓国の2010年1月から6月の総受注額は335億ドル（同383.4%増）となり、大型案件としてUAEの原子力発電プラント（186億ドル）、サウジアラビアの発電プロジェクト（16億ドル）、LNG-FP-SO（12億ドル）などがある。日韓の海外プラント成約実績推移を比較すると、韓国が日本を2006年に逆転した後、韓国のプラントビジネスが急成長している。

近年業界が注目しているエネルギーとして、非在来型ガスエネルギーであるシェールガスとコールベットメタン（CBM）があげられる。近年アメリカ国内では、シェールガスから低コストで天然ガスが生産できる水平坑井や水圧破碎などの技術や工法が確立され生産量が年々増加している。またオーストラリアでは、硫化水素を含まず、エタンなどの重い成分もほとんど含まない良質なガスであるCBMによるLNGプラントの計画が具体化した。

〔佐藤 智也 千代田化工建設（株）〕

### 20·1·2 都市ガスプラント

2010年の都市ガス販売量は、前年比8.9%増であり、2008年のリーマンショック以降、減少傾向であった2009年に比べ大きく回復した。用途別では、工業用は工場の稼働率改善により前年比14.6%増、家庭用も春先の気温が低かったため前年比1.1%増、商業用2.6%増、その他用は、前年比8.5%増という結果となった。

国内のエネルギー・環境政策では、2010年6月に「エネル

ギー基本計画」が改訂され、「天然ガスは、低炭素社会の早期実現に向けた重要なエネルギー」として位置づけられ、（社）日本ガス協会は、低炭素社会の実現に向けた業界の取り組みの中で、天然ガスへの燃料転換とコーチェネレーションをはじめとする高度利用機器の普及促進、スマートエネルギー・ネットワークの構築などにより、2020年に4700万tの二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）削減が可能であることを示した。

2010年の都市ガス販売量は、前年比を上回り、産業用工場の燃料転換のためのLNGサテライト設備、ビルのコーチェネレーション設備等の需要が増加の方向へ向くが、景気回復の遅れによる先行きの不透明感の強まりから、設備投資の先送り等、厳しい状況が続く。

エネルギー情勢では、非在来型天然ガスについて、アメリカで「シェールガス」の採掘技術の発達により低コストでの採掘が可能になり、商業生産量が急激に伸びている。また、オーストラリアでは、「コール・ベット・メタン」プロジェクトが進行しているなど、世界の天然ガス供給はさらに安定すると推測される。日本企業の非在来型天然ガスプラントプロジェクトへの参画も増えてくることが予測される。

〔桑澤 亨（株）石井鐵工所〕

### 20·1·3 化学プラントの安全対策

3月11日の東日本大震災により、石油コンビナートのタンク火災等多くの事故が発生した。こうした大規模自然災害に加えて、維持管理の不良や人的なミスが原因とされるプラント機器からの内部流体漏洩、火災、爆発事故などを防止するために設備保全の役割は重要である。

化学工場では、自己反応性物質や特殊材料ガスによる火災や爆発事故等が増加傾向にあり、廃棄物処理や研究開発においてもさらなる化学事故やその安全対策について議論が行われている。従来の化学物質の安全性対策に加え、リスクアセスメント、プロセス管理、ヒューマンファクター、セーフティーカルチャー等に関する話題が講演され議論されている。一方で評価機器の開発も進んでいて、プラントの危険性を予測することが可能になりつつある。

国内ではプラント設備機器の高経年化が進行しており、加えて設備保全部門の縮小、熟練技術者の退職により、限られた資金的、人的資源のもとで効率的な設備管理が必須となってきた。その一つとしてリスクベースメンテナンスの導入が進んできており、各社この手法を導入しつつあるが、その一方でこの手法を若手の育成に取り入れることが求められている。海外では、中東をはじめ原油を産出する地域の大型のコンビナートに、最終製品の生産まで行おうとする傾向にあり、新規のプラントが盛んに建設されつつある。したがって、ここでも新規設備に対して手探りの維持管理が行われており、早急な保全指針の確立が必要となってきている。

化学プラントに対する法令・規格・基準等は、管轄する省庁により多々あって複雑であり、また学会等が定める維持管理基準も海外のAPI、ASMEのように体系的に規格化されていない。そうしたなか、国内で共通して適用できる基準作成

を目的とした研究委員会が高圧力技術協会に設立され、リスクベースメンテナンス (HPIS Z 106), RBM ハンドブック (HPIS Z 107) として発行されるなどの動きがある。

高経年化に伴い、クリープ寿命の消費を高度に評価することが求められるようになり、新たな検討が始まっている。1 MPa 以下の内圧で使用される分解管では、クリープによる変形と原料の熱分解により起きる浸炭が問題となる。これに対して 2.5 から 3.5 MPa の内圧で使用される触媒管では、クリープ損傷による寿命消費が重要な課題となっている。クリープ破断強度向上のために Nb 等を添加する技術が進んで触媒管は薄肉化しており、厚肉時には問題であった熱応力より雰囲気温度が寿命に対して大きな支配要因となっている。

[久保内 昌敏 東京工業大学]

## 20・2 産業機械

### 20・2・1 産業機械業界の現状

2008 年 9 月のリーマンショックに端を発した世界的な景気低迷に見舞われた 2009 年であるが、先進諸国の経済対策の効果と新興国の経済成長により 2009 年末から世界経済が回復基調に転じ、2010 年前半は世界景気が急速に回復した。2010 年後半からは、先進国の経済対策がなくなるために世界経済の失速が危ぶまれたが、中国をはじめとする新興国の経済成長が著しく、世界経済の成長エンジンとなり持続的に経済成長が継続している。

2011 年 2 月に日本産業機械工業会から発表された 2010 年 12 月の産業機械受注状況によると、12 月の産業機械受注状況は前年同月比 26% 増となっている。産業機械受注統計調査報告によると、機械受注の総額は 2009 年が前年比 63%, 2010 年が前年比 115% となり急速な経済回復が見て取れる。うち、内需は 2009 年が前年比 73%, 2010 年が前年比 103% であるが、外需は 2009 年が前年比 48%, 2010 年が前年比 141% であり海外市場の回復が著しい。また、同月に発表された 2011 年度の産業機械別受注見通しは前年度比 105%，アジア新興国や資源国向けの増加により外需比率が 40% を超える見込みである。

製造業の設備投資の動向に比例する傾向にある工作機械の受注状況にこの動向が見て取れる。日本工作機械工業会の発表によると、2010 年の工作機械受注額は前年比 2.4 倍の約 1 兆円と過去最高であった 2008 年の 1 兆 3 000 億円に近づきつつある。うち、外需比率は 69% となり過去最高を記録している。また、2011 年の受注額予想は 1 兆 1 000 億円と持続的な成長が予測されている。

2010 年は急速に円高が進んだ年でもあり、製造業においては生産拠点としてだけでなく、消費地としても急速に成長する新興国市場に対応するために海外生産へのシフトが加速している。また、新興国においては発電や水処理など社会インフラの整備が急ピッチで進められている。

2011 年 3 月に発生した東日本大震災が世界経済へ与える影響は予想できない状況であるが、生産および消費の両面から新興国を中心に世界経済の発展は継続するものと期待される。安全・安心・環境がこの経済成長を支えるキー技術であり、これらの技術を持って震災を乗り越え、グローバル市場で活躍する日本の産業に期待したい。

[牛尾 裕介 三菱電機(株)]

### 20・2・2 建設・鉱山機械

(社) 日本建設機械工業会の統計によると、2010 年の建設機械の出荷金額は 1 兆 8 490 億円 (対前年度比 60% 増) となった。

うち国内向けが 5 070 億円 (同 9.6% 増)、輸出が 1 兆 3 420 億円 (同 93% 増) と、外需、なかでも新興国の需要に牽引された。

鉱山機械も、石油、鉄鉱石、石炭等の資源高を反映して、資源産出国向け輸出が高水準である。

旺盛な新興国需要に応じるため各社は需要地での組立工場の強化と、日本から輸出する基幹装置の生産力向上に取り組んでいる。新興国の市場には現地企業も参入しているが、基幹装置を日米欧の企業から購入して組み立てている例が多い。

建設・鉱山機械におけるその他の技術トレンドのキーワードは、環境対応と ICT 活用である。

環境・省エネ対応としては、日米欧市場向けで、新排ガス規制への対応と CO<sub>2</sub> 排出量削減が技術開発の中心となっている。CO<sub>2</sub> 排出量に直結する燃料消費削減は、新興国においても重要な技術的競争点である。

従来熱としていたエネルギーを回収再生するハイブリッド建機も商用化されている。ハイブリッド建機は、動力源にディーゼルエンジンと電動モータを併用することにより、稼働中の CO<sub>2</sub> 排出量を大幅に削減する。ハイブリッド油圧ショベルについては、2008 年 5 月にコマツ(株)が販売を開始したのに引き続いて、日立建機(株)、コベルコ建機なども相次いで発表。中国メーカーも中国での展示会で発表するなど活発な技術開発が続いている。ホイールローダーでもハイブリッド駆動機が複数発表されている。

ICT 活用に関しては、GPS および移動体通信などを利用した、KOMTRAX 等の機械稼動管理システムの普及が進み、標準的に搭載されるようになっている。これにより、地域的に大きく広がった市場において、修理・メンテナンスのサービス網を効率的に活用して顧客サポートを向上している。

使われ方がより過酷な鉱山機械には主要装置の稼働状態を光明に記録する装置を搭載し、メンテナンスを必要とする装置を即時に的確に把握することにより、修理時間・部品調達時間を短縮し、機械の稼働効率を高めている。

また、高精度 GPS を利用してブルドーザやモータグレーダなどのブレードを自動制御する情報化施工が実用段階に入り、施工の高度化と高効率化が高まっている。

[大川 幸男 コマツ(株)]

### 20・2・3 産業機械の安全対策

2006 年に労働安全衛生法第 28 条の 2 により、事業者は「危険有害性の調査を実施し、その結果に基づき措置を講ずる」が求められ、それを受け 2007 年 7 月に「機械の包括的な安全基準に関する指針」が通達により改正された。本指針の解説では、国際規格に整合した機械類の安全に関する JIS 規格が引用されており、設計者は日本語で主要な情報を入手できることとなっている。これにより、欧米で一般的なリスクベースの概念が日本に導入されたが、この法律は罰則規定を伴わないため、強制ではない。そのため、輸出機械では安全をやるが、国内向けではそれほど実施しない傾向が続いている。機械災害の 3 割は、はさまれ・巻き込まれで、かつこれらは大部分が非定常作業で起きている。もののづくりのグローバル化の進展とともに、国内で安全を実践する現場が空洞化しており、国内で安全を実施する環境は減少傾向となってしまっているが、2011 年 3 月の福島原発震災では、安全の問題が顕在化し、安全指針や安全基準の見直しが求められるようになった。安全はあくまで、設計段階で事前に実施するものであり、事故後の対応となると、それなりの時間と費用が発生するため、予防原則の徹底が望まれる。

[加部 隆史 NPO 安全工学研究所]