『ロバスト』デザインのすゝめ

強靭で持続可能なモノづくりと社会のために

専門審査委員
慶應義塾大学教授
松岡 由幸

「想定しなかった」
想定外の出来事にはロバスト性の確保が重要。
的確な総合的判断を行うロバストデザインが大切。

大震災の「想定外」に学ぶ

「想定外」。この言葉を3月11日の東日本大震災以降、私たちは何度耳にしたことだろうか。この言葉は安全神話の崩壊の象徴としてマスコミに幾度となく登場し、あたかも人々の科学技術に対する不信感や不安感をあおっているかのようにも見える。

ここで想定外には二つの意味があることに注目する。一つは優先度の低さから「想定しなかった」想定外。もう一つは予想もつかないレベルの「想定できなかった」想定外である。

「想定しなかった」想定外は現在の科学技術で予想することが可能な事象である。しかし、その発生確率や重要度の低さからコストなどほかの要因が優先され、結果として開発段階における想定からは外されてしまったものである。このような想定外は実際のところかなり多いのではないだろうか。今回の震災における津波対策や原子力発電所の安全対策の問題も該当する。

国際原子力機関（IAEA）の関係者らは、今回の原発事故に対して「比較的コストのかからない改善をしていれば、完全に回避できた可能性がある」と指摘している。指摘内容の是非とその効果は定かではない。しかしながら、可能性は十分にありえ、この指摘はさまざまな問題の重大性を正確に把握し、的確な総合的判断を行うことの重要性を改めて認識させてくれる。

一方、「想定できなかった」想定外は、いくら科学技術の粋を尽くしても予想できない事象を指す。この場合、開発段階での対応は不可能である。しかし、仮に開発段階では想定が不可能であったとしても、その後の使用段階において科学技術が進展し、想定とその対応策が可能になる場合も考えられる。特に、原発のように長期に使用する際には、そのような可能性が高いのではないだろうか。ただし一般に、使用段階における対応策の織り込みには多くの費用がかかる。そのため、この想定外においても前者の「想定しなかった」想定外と同様に、問題の重大性や発生頻度とほかのさまざまな要因を総括した的確な判断が肝要であるといえよう。

以上に示したように、「想定外」に対応するためには、いずれにしても的確な総合的判断が重要なカギを握ることが理解できる。しかしながら、実際の開発においては「あちらを立てれば、こちらが立たず」といった二律背反（トレードオフ）問題が多いのが実情であろう。トレードオフ問題こそが「想定外」の根源なのである。

しかし、このようなトレードオフ問題に対して近年のモノづくりはただ手をこまねいているわけではない。一見トレードオフに見える関係も工夫次第では両立が可能となることも多い。そして、今、その方法論として注目されているのが「ロバストデザイン」である。

多様な場に対応する「ロバストデザイン」に注目

「ロバスト」とは「強靭（じん）な」などと訳される。ただし、多様な場（外部環境、使われ方、条件など）に対して常に安定した強靭さを有するという意味が込められている。このロバスト性を確保するために、考えられうるさまざまな手段の中から最適な手段を選定し、製品化する方法論がロバストデザインである。

例えば、強靭であるためには、堅固な強靭さが常に望ましいとは限らない。風にしなる竹が持つしなやかな強靭さが適切な場合もある。強靭さを持たせるための手段はさまざまある。それらの手段のうち、多様な場に対して安定的に機能を確保する方法論が「ロバストデザイン」である。

元来、ロバストデザインはモノのバラつき（寸法誤差、材料のバラつきなど）に対して、常に安定した機能を確保するための方法論としてスタートした。田口玄一博士が提唱したいわゆる品質工学（タグチメソッド）は有名であるが、近年では、世界中でさまざまな方法が開発され、急成長している。例えば起こりうる多様な場と、その発生頻度や重大性を考慮することで、常に安定した機能を確保する手法が提案されている。また、開発段階で多様な場に対応するために調整機構が必要か否かを検討することがあるが、その必要性に関する判断やその機構の調整範囲を最も効果的にかつ最小にするための方法なども開発されている。さらには製品群のバリエーションやラインアップをいかに設定すれば、市場の多様なニーズを効率的にカバーできるかといった企画の問題にも対応可能なロバストデザインも研究され始めている。

これらの新たなロバストデザインの登場により、従来では難しかったロバスト性の確保が可能となってきている。そのため、これらの方法をもっと積極的に活用することで、従来、対応が難しかったトレードオフ問題と、そこから発生する想定外の問題を解決していく必要があるだろう。

世界一安心・安全な日本再生に向けて

製品の大規模化・複雑化、その功罪

機械工業デザイン賞の審査を通じて、一つ気になっていることがある。審査対象である製品・人工物の訴求点の多くが「高性能化」や「多機能化」であり、その結果、製品が大規模化・複雑化の一途を辿っている点である。確かに、高性能化や多機能化は製品価値を高める上で重要な開発の方向性であり、高い生産性や利便性を実現してきたと言える。

しかしながら、これらに伴う製品・人工物の大規模化・複雑化は、安心・安全の問題という深刻な副作用を内在させているのも事実であろう。大規模で複雑な製品・人工物は、概して、全体制御や詳細管理が難しい。そのため、これらの大規模化・複雑化は「想定外」を誘発し、安全を害する危険性を高める傾向は否めない。しかも、製品や人工物の大規模化・複雑化は、発生する被害の規模も大きくするという問題を内在させている。東日本大震災に伴う原発事故も同様であった。大規模化・複雑化した製品や人工物は、時としてその脆（もろ）さを見せ、暴走を始めているのである。

このような製品開発での状況下、多様な場に対してロバスト性を確保することは、ますます重要な課題となっている。ロバスト性を獲得し、さまざまな使用環境下で安定した機能と安全性を有する製品・人工物の開発を推進し、ひいては強靭で持続可能なモノづくりとすることが、今、望まれている。

ロバストなモノづくり産業と社会

今回の震災により、我々日本人は多くのことを感じとり、学んだのではないだろうか。一説では社会に対する価値観さえも変容しつつあるとも言われている。人との絆や優しさを重んじるとともに、モノに対しても使い捨てから、モノを大切に使う価値観に移行しつつある傾向がうかがえる。

このような状況下、モノづくりにおいても、従来の経済効率性に視座を置く短期的最適性重視の傾向から、長期的な持続可能性に視座を置くロバスト性重視の価値観へ移行すべき時期にきているのかもしれない。そして、そのようなモノづくりを通じてモノづくり産業自体にも、強靭で持続可能なあり方が問われているように考える。

今こそ、我々はロバスト性に注目するモノづくりを再認識し、実現することで、日本独自のモノづくりの哲学と技術を獲得し、世界一安心で安全な日本再生を目指すべきではないだろうか。

高精度高速マシニングセンタNVX5000シリーズは、熱を均等に分散させる熱対称設計、機体クーラント循環*など、徹底した熱変位抑止対策により、従来機に比べ熱変位量1/2以下、加工精度2倍を実現しています。
主軸軸受内径はクラス最大のφ120 mmに大径化、案内面は全軸すべり案内を採用し、高剛性を実現。重切削能力を30%向上しました。さらに、30%の省電力、MAPPS Ⅳ + ESPRIT*を搭載など、全てにおいて高いレベルを実現した投資価値のあるプレミアムマシンです。

特別優遇制度
エネルギー需給構造改革
投資促進税制対応
●ロータリテーブル DDRTを搭載した場合に適用。
詳細は弊社営業担当者までお問い合わせください。

HSC：High Speed Cutting
＊オプション

株式会社 森精機製作所
■名古屋本社　名古屋市中村区名駅2丁目35-16（〒450-0002）
TEL.（052）587-1811　FAX.（052）587-1818
■東京支社　東京都港区港南2丁目15-1 品川インターシティA棟18階（〒108-6018）
TEL.（03）5460-3570　FAX.（03）5460-9610
■奈良事業所　TEL.（0743）53-1121
■伊賀事業所　TEL.（0595）45-4151
■千葉事業所　TEL.（047）410-8800

株式会社 森精機セールスアンドサービス
名古屋市中村区名駅2丁目35-16（〒450-0002）
TEL.（052）587-1862　FAX.（052）587-1864

サービスセンタ　フリーコール 0120-124-280　フリーコール 0077-78-0222　24時間 365日 通話無料

国内45拠点
名古屋本社
伊賀事業所
奈良事業所
東京支社
千葉事業所
森精機セールスアンドサービス

EMO Hannover 19-24・9・2011
Hall 2 | Entrance East

Gold Sponsor
worldskills London 2011
Showcasing skills that shape our world