

生卵コンテストにおけるQC的アプローチ

中 津 正 志*・池 田 慎 一**・林 忠 夫***
蘇 武 栄 治****・藤 川 昇****・奥 山 徳 宏****

Approaching to the Contest of the egg package with the Methods of Quality Control

Masashi NAKATSU, Shin-ichi IKEDA, Tdado HAYASHI,
Eiji SOBU, Noboru FUJIKAWA and Norihiro OKUYAMA

要 旨

最近、工学系学生の問題解決能力の低下、創造力欠如があげられている。筆者等はこの問題の解決方法の1つとして、本校機械工学科学生に生卵パッケージコンテストを行った。パッケージの計画、設計、製作、実験を通して、学生は多くのことを学び、また指導した側も教育に関する有用な情報を得ることができた。コンテストをQC的視点からアプローチし考察したので報告する。

Abstracts

Recently, the students of the engineering are a marked decline in the problem solving ability and creativity. The authors planned the contest of egg package to them in the department of Mechanical Engineering for the purpose of educating the ability and creativity.

Using this inspection, the authors obtained the result that many precious informations for the education, so we reported them from view point of the Quality Control.

The following results were observed, (1) it is important to educate the students using scientific approach and to train creativity and analysis of engineering. (2) The students have plentiful creativity but they have small ability and lack of knowledge how to approach the purpose using engineering method. (3) the students were very interested in the contest and got good manufacturing of the thing

Key words : Problem Solving Ability, Quality control, Egg Package, Creativity, Contest

1. はじめに

ある文献によれば、「日本の初等教育制度の特性は第一に等質・均一にある」その結果「学生は学問的問題意識に乏しく、知識を活用して創造的問題解決にあたろうとしない。」また学生に「創造的活動をする機会が与えられていない¹⁾」ことも問題であると述べている。指摘されるまでもなく、各高専では、実習教育の分野で、様々な改善が実施され報告されて²⁾いる。日本機械学会誌('98

年11月号)では「高等専門学校における技術者教育」をテーマに特集を組んでおり、その中に創造工学の教育目的として「正解が一つでない課題を与えることにより問題解決や開発への意識を持たせる。」「自分のアイディアでモノづくりを行うことによりこれから学ぶ科目の関連と重要性を認識させる。」「自発的に勉学に取り組む姿勢を持たせる。³⁾」とあるが、筆者等もこの目的でコンテストを計画した。

機械工学科3年の工作実習で、実習テキストに無い課題として、今回初めて生卵パッケージ製作を取り上げた。この課題は既に大分高専⁴⁾で創造力養成のためのアイデアコンテストとして行われているものである。実際に行ってみて、想像以上に好評で、よい教育結果が得られたことと、一連

* 助教授 機械工学科
** 助 手 機械工学科
*** 技 官 (技術専門職員・機械実習工場)
**** 技 官 (機械実習工場)

の指導を異なる視点でまとめることによって、工学教育の現在抱える問題に対する知見が得られたので報告する。

2. アプローチの仕方

最近の学生は、「問題解決能力が不足している」、「指示されなければ何も出来ない」とよく言われるが、要は学生時代にそのような教育を受けることなく、ただ、暗記に精を出してきたからである。問題に対するアプローチの仕方が下手なために、どうしたらよいかわからなくなり、手をこまねく結果となる。図1は、与えられた問題に対するアプローチの道筋を示している。一般に、問題解決の手順⁵⁾、QCストーリー⁶⁾、改善を進めるための手順⁷⁾などといわれているもので、意識するしないにかかわらず、このような過程を経て目的にたどり着く。(5)の結果によっては(2)や(3)から繰り返す。

経験豊富な技術者と異なり、学生は、アプローチの各ステップを意識してたどり、論理的、科学的にアプローチするトレーニングをしなければならない。

2. 1 課題の認識

まず、学生は課題を正しく認識し問題がどこに

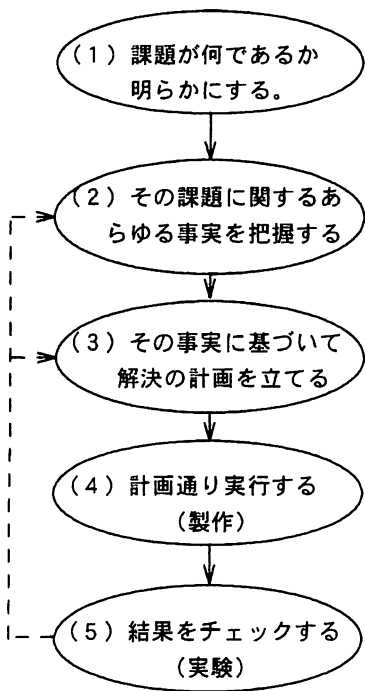


図1 課題解決へのアプローチの仕方

あるか考えなければならない。与えた課題は4 mの高さからコンクリートの上へ自然落下させた時、卵が割れないパッケージを製作することである。大きさは縦、横、高さがそれぞれ100mm以内、製作期間は2週間とした。

2. 2 事実の把握

課題を出してから、学生から種々の質問が出されたが、それらは正にこの段階(2)事実の把握に入ったことを示す。「材料に制限があるか」「落下傘をつけてよいか」「形はどんなのでもよいか」「卵や材料費は自分持ちか」など予想された質問である。このような疑問をはっきりさせて行くなかで問題の核心に迫っていく。

「卵は生でなくてゆで卵でもよいか」「卵は鶏でなくてたとえばウズラの卵でもよいか」この質問は学生の発想の豊かさを示すものである。「イクラも卵である、答えはノーだ」と答えたが、筆者等は卵といったら「にわとり」と最初から決めてかかっており、反省させられた。

2. 3 解決の計画

課題の問題点をあげ、要因を分析し、工学的な検討を加えパッケージの設計を行うのがこの段階である。学生はこの段階をおろそかにし、いわゆる行き当たりばったりですぐに製作にかかろうとする。そしてやみくもに試行錯誤を繰り返し、熱意だけで問題を解決しようとする。大切なのはまず作ろうとする品物の品質を把握し、工学的に分析することである。

図2は生卵パッケージを品質アトムで表したものである。ここで品質の全体像を把握するとともに重要な見落としがないか検討する。

次に、要求される品質についてさらに検討を深める。図3は品質管理でよく使われる特性要因図

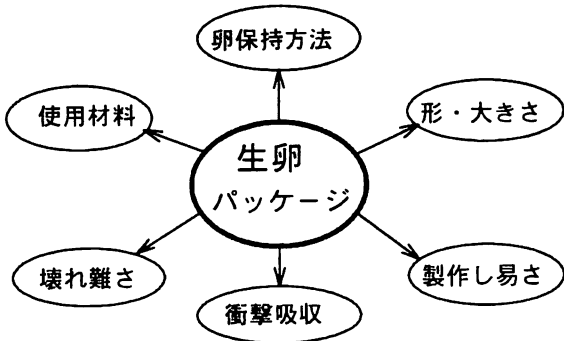


図2 生卵パッケージの品質アトム

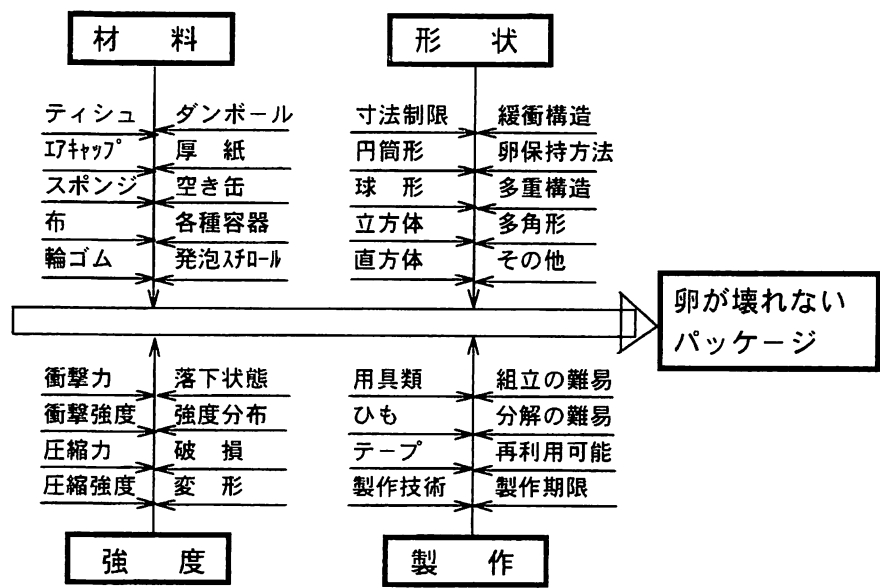


図 3 特性要因図

である。紙面の関係で小さくまとめたが、検討を深めるほど、小枝や葉っぱが多くなり以後の段階をスムーズに進めることが出来る。要点は卵に衝撃を与えない材料の検討、パッケージの構造や形、製作の難易、落下現象と必要強度である。

次に工学的検討を加える。運動量と力積の関係から、

$$m \times V_1 - m \times V_0 = F \times t \tag{1}$$

(ただし $m = m_p + m_e$)

ここで、 m ：全体の質量、 m_p ：パッケージの質量、 m_e ：卵の質量、 V_1 は地上に衝突するときの速度、 V_0 ：落下始めの初速度、 F ：パッケージに加わる力、 t ：落下までの時間である。自然落下させるので、 $V_0 = 0$ であるから、衝突して停止するまでの時間を Δt とすると、衝撃力は

$$F = m \times V_1 / \Delta t \tag{2}$$

衝撃時に卵に加わる衝撃応力 δe は、衝撃が加わる部分の面積（卵を支えている材料と卵との接触面積）を Ae とすると

$$\delta e = F / Ae \tag{3}$$

衝突時の速度 V_1 は

$$V_1 = \sqrt{2gH} \tag{4}$$

高さ $H = 4$ (m)、重力の加速度 $g = 9.8$ (m/s²)

であるから

$$V_1 = 8.85 \text{ (m/s)} \tag{5}$$

衝突時のエネルギー E は

$$E = (1/2) m V_1^2 \tag{6}$$

(2)式から衝撃力を小さくするには柔軟な材料を用いて Δt を大きくする。(3)式から衝撃応力 δe を

小さくするために、卵の保持方法を工夫し局部的に力がかからないように、1点接触より多点接触、線接触、面接触になるようにして Ae を大きくする。(6)式より卵全体に加わる衝撃のエネルギーを小さくするために、パッケージの質量 m_p を出来るだけ小さくする。など工学的検討から導かれる結果である。

以上の検討の後、使用材料、構造、形状を決定する。製作の難易、落下状態を考慮していない計画も散見された。学生の使用した材料および構造を表1、表2に示す。一応強度、緩衝を考慮した選定をしている。身近な材料として、ダンボール、スポンジ、ティッシュペーパーなどが多かった。使用材料としてユニークだったのは、枯れ草、小麦粉、御飯粒、寒天である。またグリースなどはいかにも機械工学科の学生らしい発想である。構造では

表 1 使用材料

使用材料	外殻	中身
ダンボール	18	4
スポンジ	6	13
プラスチック容器	5	3
エアキャップ	4	10
空き缶	4	0
各種用紙	3	3
ティッシュペーパー	0	9
布地	0	3
その他	3	12

表2 形状・構造

形 状	数	卵保持方法	数
直方体	2 5	緩衝材充填	3 2
円筒形	1 1	液体充填	3
六角柱	2	固定	2
球 形	1	吊り下げ	2



写真1 実験風景

表3 失敗例

番号	外 殻	中 身	卵破損理由
4	アルミ缶	ダンボール	衝撃吸収力不足
6	ダンボール	ダンボール	衝撃の集中
8	ダンボール	エアキャップ	不均一な緩衝
9	ダンボール	輪ゴム	卵保持強度不足
2 2	ペットボトル	小麦粉、他	重量が大きい
3 0	円型タッパ	水	重量が大きい
3 4	ダンボール	ティッシュペーパー	衝撃吸収力不足
3 9	綿、テープ	プラスチック容器	衝撃吸収力不足

複数の緩衝材を卵のまわりにつめる方法、卵を水に浮かす方法や、箱の中にゴムで釣り下げる方法などがあった。

2. 4 実行（製作）

普段実習で扱っている金属と異なり、始めは多少のとまどいがあったようであるが、欠席者を除いて全員製作した。製作のしやすさから外郭をダンボールで作ったり、緩衝材をテープで巻き付けるものが多かった。製作技術も結果に影響しており、何回か製作し直した者は習熟し成功している。卵を空中に浮かせる方法はアイデアとしては良いが実際に製作することは難しい。また水中に浮かせようとした学生もいたが、製作に苦勞していた。卵に加わる衝撃を面で受けられるようにするのはよいアイデアであるが、卵の形状通りにくりぬくのは難しい作業だったようである。

2. 5 結果のチェック（落下実験）

写真1に実験風景を示す。4 mの高さから自然落下させた。落下実験の結果39人中13人が卵が割れたり、ひびが入り失敗した。表3、および写真2は使用材料と失敗原因を表したものである。同じ材料を使用しても、作り方で卵が割れている。パッケージの定量的な強度は測定困難なので難しいが、定性的なことは前述2. 3に示すように、十分工学的に検討できるはずである。たとえばパッケージが重すぎたり、緩衝材を詰め込み過ぎるとかえって衝突して停止するまでの時間が短くなり衝撃力が増大する。卵を受ける材料の弾力性と接触面積の大きさで卵に加わる応力が違ってくなど、レポートを見る限りでは工学的考察は余り見られず経験が幅を利かせており、科学的検討不足が目立った。

写真3に成功例と充填した材料を示す。学生は身近にある様々な材料を使って、コンテストに挑戦しており、正解が1つでないこと、アイデアを実現させるプロセス、アプローチの仕方、モノづくりの喜びなどを経験出来たものと思われる。

3. 学生のレポートから

非常に大きな反響があり、「またやりたい」「面白かった」という感想が多かった。

事前に製作しその結果から改良を加え見事成功した学生や、材料の組み合わせを6種類作成して、どうなるかきちんとした実験の後、材料を決定し

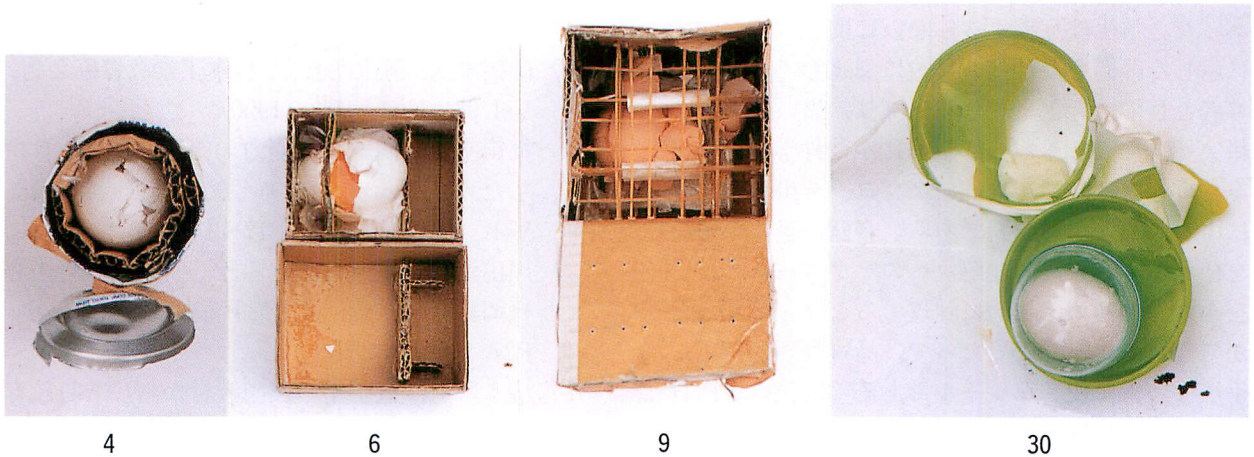


写真2 失敗例



写真3 成功例と充填物

製作した学生など積極的な学生が多く想像以上の効果をあげた。

予想した通り、工学的検討は少なく、結果が出てから、「重量が重すぎた」「製作が難しい」「真っ直ぐ落ちる場合しか考えなかった」「ティッシュを詰めすぎて堅くなった」ことに気がついている。これらはアプローチのまずさ、特に図1の(3)計画の段階の検討が不足だったからである。しかし、「卵との接触を1点集中でなく線にして衝撃を分散させ」たり、完全に固定せず「わざと接着させないでその間に遊びを作ったり」、「落ち方も考えて設計する」学生もあり、工学的なポイントに気がついている学生もあり、貴重な体験、知識を生かすためにも、筋道をたてた検討、アプローチの仕方を教育する重要性を感じた。

「皆の発想力に驚いた」「たくさんのアイデアが出て面白い」など、お互いに他学生のユニークな発想に触発される効果があった。皆の使って

いる材料をあえて避けて輪ゴムで卵を空中に浮かす方法で挑戦した学生や、実現しなかったが、花火の逆噴射を考えた学生もいる。多くの学生が、衝撃力を吸収するための材料の選定と製作に注目し、分析的思考をしている中で、いわゆるブレイクスルーの思考⁸⁾をしていた。過去の延長上に独創はない、今回は創造力涵養にもおおいに効果があったと思われる。

4. おわりに

以上のことから、生卵コンテストが、

- 1) 問題解決のアプローチ方法の学習
- 2) 工学的視点, 検討, 活用法の学習
- 3) モノづくりの面白さの再認識
- 4) 創造力の涵養

などに効果があり、当初の目的を実現することができたと思われる。

学生の発想は豊かであり、随所に光るものがあった。学生は意識するしないに関わらず、図1に示した経過をたどって目的に到達している。指導者として、行き当たりバッタリ、思いつきの、緒突猛進を、どうやって冷静にかつ科学的に事実を分析し組み立て、目的にアプローチ出来るようにするか、大きな問題である。今回、難しい理論を使わなくとも、問題解決へのアプローチの仕方をきちんと踏めば目的に到達することを示すことができた。物造りに当たって、品質管理的視点、手法は非常に便利なツールである。今後の専門科目のなかで教授してゆきたい。

学生に大きなインパクトやモノづくりの意欲を与えてくれるこのようなコンテストを大切に、今後も新しいテーマを設定し、続けて行きたいと考えている。

参考文献

- 1) 師岡孝次, 創造性教育, 日本工業教育協会誌, Vol.38, No3, P13 (1990)
- 2) 福田幸一, 問題解決能力・創造力育成を目指したカリキュラムについて, 日本機会学会誌, Vol. 101, No960, P17 (1998)
- 3) 黒田孝春, 高専における設計製図と実習の有機的結合の試行, 論文集「高専教育」第17号, P27 (1994)
- 4) 清水一道, 低学年の製図教育からCAD教育までの一試行, 論文集「高専教育」第16号, P209 (1993)
- 5) 綾野克俊, QCストーリー編, 品質管理, Vol.43, No12. P61 (1992)
- 6) 藤田 薫, TQC入門, 日本規格協会, P42 (1983)
- 7) 鐵 健司, TQCとその進め方, 日本規格協会, P79 (1984)
- 8) 中津正志他2, 高専におけるTQM, 高専学会, 創刊号, P45 (1996)

(平成10年11月30日受理)