

설계평형이론 및 설계 평형 상수를 이용한 SRP공정설계 개발

The Development of Self Reinforced Plastic Process Design Using 'Function Relation Equation' and 'Design Equilibrium Constant'

*안정훈¹, #차성운¹, 권병철¹

*J. H. Ahn¹, #S. W. Cha(swcha@yonsei.ac.kr)¹, B. C. Kweon¹

¹연세대학교 기계공학과

Key words : Self Reinforced Plastic, Product function relation equation, Design equilibrium constant

1. 서론³

기능 상관관계란, 제품을 구성하고 있는 기능과 이 기능을 이루기 위해 사용된 기능(F_1)간의 상관관계를 의미한다. 설계과정에서 F_1, F_2, F_p 의 상관관계 분석을 통해서 초기 설계에 적용한다면, 설계를 원활히 진행할 수 있다. 초기설계는 제품의 개발과정에서 매우 큰 중요성을 가진다.

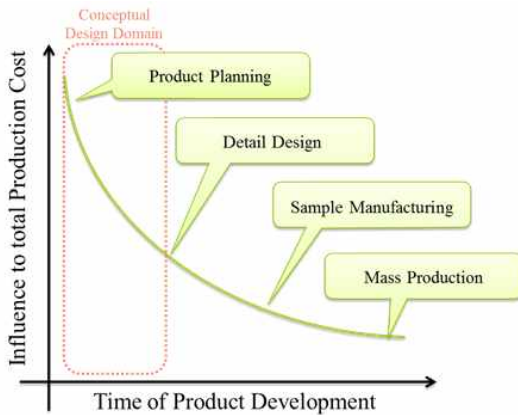


Fig. 1 Importance of Conceptual Design

이때, 설계를 진행하고자 하는 제품의 기능을 분석하면 다음식과 같은 식으로 분석이 가능하다.

$$F_2 + CN + Cs \leftrightarrow F_p$$

이 식에서 CN은 Customer Needs로써, 소비자의 요구사항이다. Cs는 Constraint로서 설계제한조건이다. 식은 화학평형식과 그 형태가 같으며, 좌변의 요소들의 합으로, 우변의 제품기능이 완성되는 형태로 기능 상관관계를 묘사할 수 있다. 이식에서

발전된 형태로, 설계 평형상수 K를 사용하면 초기 설계 과정에 있어서 제품을 어떠한 방향으로 개발할 수 있는지 방향성을 나타낼 수 있다. 이 설계 평형상수 K는 다음과 같이 표현가능하다.

$$K = \frac{[F_p]}{[F_1][F_2]CN Cs}$$

위의 식에서 $[F_1], [F_2], [F_p]$ 는 기능 각각의 기술수준으로 해석하여야 한다. 다른 제품군의 기능상관관계를 분석하게 된다면, 분모 분자의 요소가 변경되고, 설계 평형상수의 차원이 다르기 때문에, K값을 직접적으로 비교하기는 어려우나, 같은 제품군의 기능 상관관계를 분석한다면 K값은 항상 일정한 값을 가지게 되고, 이로써, 추후 제품의 발전 방향에 대해서 설계자가 예측이 가능하게 된다.

2. 설계평형이론 및 설계 평형상수의 적용

서론에서 언급하였던 설계 평형이론을 FRP에 적용하면, 다음과 같이 적용시킬 수 있다.

$$F_1 + F_2 + CN + Cs \leftrightarrow F_p$$

F_1 : Base Resin

F_2 : Fiber

CN : 성능이 증대된 FRP를 제작하여야함

Cs : 성형성, 비용

F_p : Fiber Reinforced Plastic

Base Resin에 Fiber의 물성을 첨가하여, 성능이 증대된 FRP를 제작하는 것이다. 이 식을 그대로 설계 평형상수를 적용하면, Fiber를 첨가하는

Polymer에 대해서 K는 일정하게 유지되어야 한다. 이러한 상황에서 CN에 재활용성에 관련한 CN이 추가되게 된다. 그렇게 되면, 설계평형상수 식에서 분모가 증가하게 되고, 평형을 맞추기 위해서 F_p 가 변형되어야 한다. 그래서 평형을 맞추기 위해서는 FRP에서 SRP로의 기술이 향상되어야 하고, SRP로의 기술이 향상되면 전체적인 평형상수가 커지기 때문에 평형상수를 줄이는 방향으로의 변화를 위해서 F_2 인 Fiber를 Polymer로 변화를 시키면 평형상수의 변화 없이 SRP를 적용시킬 수 있게 된다. 이를 정리하면 다음과 같다.

- F_1 : Base Resin
- F_2 : Fiber \rightarrow Polymer Fiber
- CN : 성능이 증대된 FRP를 제작하여야 함 \rightarrow 성능의 증대 + 재활용성증대
- Cs : 성형성, 비용
- F_p : Self Reinforced Plastic

3. Self Reinforced Plastic(SRP)

이와 같이 설계 평형이론 및 설계 평형상수를 이용하여 제안된 Self Reinforced Plastic(SRP)란 기존의 Fiber Reinforced Plastic(FRP)에서 벗어나 Plastic제품의 기능을 향상시킬 수 있는 새로운 기술이라 할 수 있다. 현존하는 Polymer재료를 다른 재료와 Composite 하여 성형하는 공정법들은 다수 개발되어 있으나, 같은 재료 Polymer내부에 Polymer Fiber를 첨가하여 성형하는 SRP는 여태 시도되지 않았던 분야의 기술이다. 또한 이 기술이 개발된다면 Polymer Fiber를 이용하여 자체적으로 성능을 향상시키면서 재활용성을 증대시킬 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 설계 평형이론 및 설계평형 상수를 이용하여 새로운 Polymer 기술인 SRP공정기술을 제안하였다.

본 이론을 더욱 연구개발한다면 기존에 존재하던 설계이론인 Axiomatic Design, Triz, 6-Sigma와 같은 설계이론과 더불어 컨셉설계에 유용하게 사용할 수 있는 주요 설계 이론으로 발전시킬 수 있을 것이다.

후기

"이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (NRF-2012R1A1A2044708)"

참고문헌

1. Nam Pyo Suh, "Axiomatic Design - Advances and Applications", Oxford University Press, New York, 2001. ISBN 0-19-51346-4
2. Suh, N. P., "The Principles of Design," OxfordUniversityPress, NewYork,1990.
3. J.H. Ahn, S.W. Cha, S.H. Cho, "A Study on Function Relation in Products Development Process", 2012, 한국정밀공학회 춘계 학술대회 논문집