

## IH압력밥솥의 균일가열을 위한 WORK-COIL의 최적배치

노희석, 신동명, 전용석, 박성근  
LG전자 리빙 시스템 연구소

### Optimal Placement of Work-Coil for Improving the Performance of Heat Pressure Rice Cooker Uniformly

H.S. Roh, D.M. Shin, Y.S. Jeon, S.K. Park  
LG Electronics Co. Ltd., Living System Research Lab.

**Abstract** - The proper placement of work-coil is needed for heating the interior of an IH rice cooker uniformly. It is possible that the flavor of rice is better by heating it through the optimal placement of the work-coil of the IH rice cooker. This paper describes the procedure and the result of finding the optimal placement of the work-coil by analyzing the properties of the rising temperatures of the interior through Taguchi Method.

#### 1. 서 론

IH 밥솥은 유도가열의 원리를 이용하여 밥을 짓는 조리기기이다. 용기주변에 배치되어 고주파로 흐르는 WORK-COIL의 전류에 의해 발생하는 자장이 용기의 바닥면에 쇄교하여 와전류를 발생시킨다. 이 와전류는 철계로 이루어진 용기의 저항성분에 흐르므로 용기는 열을 발생시킨다. 이것이 유도 가열(IH, Induction Heating)의 원리이다. 유도 가열을 응용한 조리기기는 가열효율이 높고, 안전하며, 배출가스 등의 오염물질이 없어서 매우 위생적이다. IH밥솥은 유도가열로 발생한 열에 의해 물과 쌀을 가열함으로써 취사가 가능하다. 그런데, 상중하 편차없는 맛있는 밥을 위해서는 밥 전체에 균일 가열이 되어야 한다. 그러므로, 취사 중에 밥 전체를 균일하게 가열하도록 가열원인 WORK-COIL을 적절히 배치할 필요가 있다. 본 논문에서는 다구찌 기법을 활용하여 WORK-COIL의 배치에 따른 취사 중의 용기내부의 온도분포 특성을 분석하여 WORK-COIL의 최적배치를 찾아낸다. WORK-COIL이 최적으로 배치되면 보다 나은 밥맛을 위한 취사 알고리즘 개발로 연계할 수 있다.

#### 2. 본 론

IH압력밥솥의 WORK-COIL의 최적배치를 찾아

내기 위해 다구찌기법을 활용한 1차실험 및 더욱 정확한 위치를 찾기위한 2차실험으로 구분하였다.

#### 2.1 1차 실험

다구찌 기법을 활용한 실험으로 모서리 및 아래 코일의 턴수비 및 위치를 결정하는 과정이다.

##### 2.1.1 실험 과정

WORK-COIL의 최적배치를 찾기위해서 기존모델(RJ-IH505)을 기준으로 해서 W/C의 모서리 코일과 아래코일의 턴수비 및 위치를 변화시키면서 취사 중 밥의 위치별 온도의 변화과정을 측정하고 이를 분석하였다. 실험을 위한 직교배열표는 L9(3<sup>4</sup>)를 선택하였다. 단, 인자간의 교호작용은 없다고 가정하였다. WORK-COIL의 전체 턴수는 26T이고 W/C BASE표면을 따라 아래코일 및 모서리 코일의 수준(즉, 위치)을 정하였으며 인자 및 수준은 표 1.과 같다. 그리고, 그림1.의 WORK-COIL BASE의 전 영역을 다 커버할 수 있도록 인자의 수준을 크게 잡았다.

표1. 인자 및 수준

인자	수준 1	수준 2	수준 3
A. 아래코일 위치(MM)	0	6	12
B. 모서리 코일 위치(MM)	0	12	24
C. 모서리 코일 턴수(T)	11	15	19
<참고> 아래 코일 턴수(T)	15	11	7

표2.는 실험조건을 나열하였다.

표2. 실험 조건

취사	6인분/10인분
압력	1.8기압
출력	1300[W]
수량	쌀의 1.25배
온도측정	HR2500E
장치	(YOKOGAWA계)

그림2와 같이 6인분 및 10인분에서 취사 중 밥 내

부의 8부분의 온도를 측정하였다. 그리고, 취사 중의 밥내부의 온도 편차가 크게 되면 밥전체에 열전

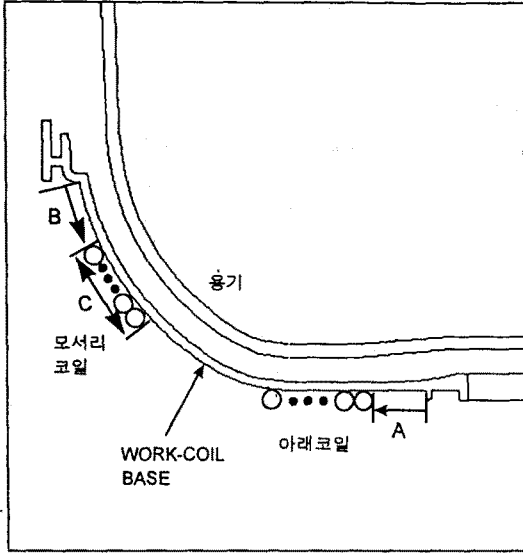


그림1. WORK-COIL의 배치(1차실험)

달이 고루 되지 않으므로 각 시점에서의 온도편차가 적게 나오는 정도를 평가하기 위해 망목특성으로 평가하였다.

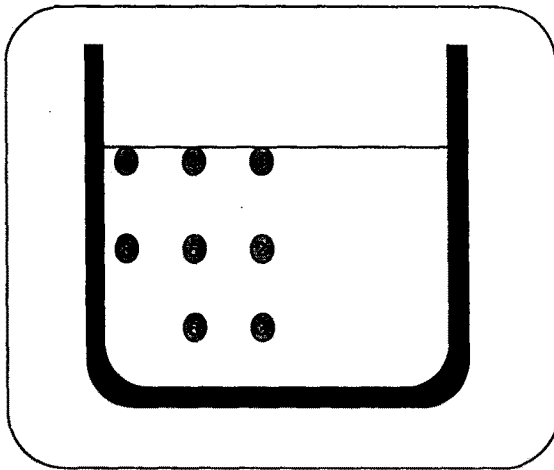


그림2. 취사 중의 온도 측정 위치

### 2.1.2. 실험 결과 및 분석

그림3은 취사 중 밥내부의 각 부위별 온도 상승 과정을 나타낸다. 이 온도 상승 분포 곡선에서 S/N비를 구해보자. S/N비란 신호 대 잡음(Signal to Noise)비를 의미한다. 우선, 온도가 상승하는 과정의 모든 순간의 data를 일일이 sampling하여 S/N비를 구하면 계산이 복잡해지므로 그림3. 처럼 대표되는 5개시점을 sampling time으로 잡는다. 그리고, 각 sampling time에서의 온도data가 8개이므로 6인분 및 10인분 취사에서 각각 40개의 data를 얻

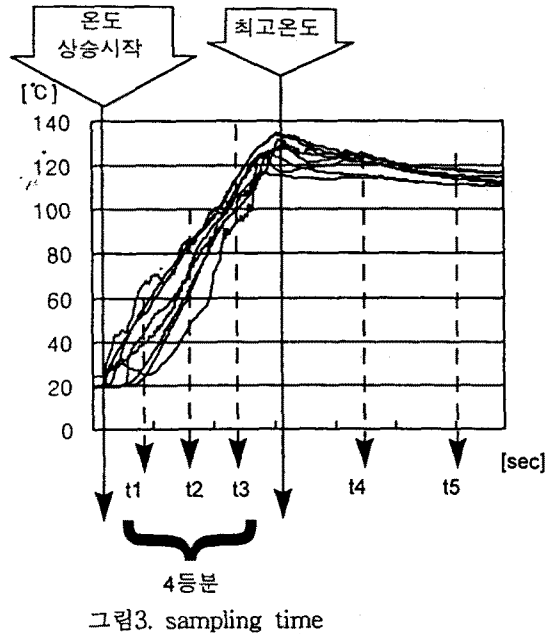


그림3. sampling time

는다. 다구찌 기법에서는 S/N비의 가법성을 이용할 수 있으므로 6인분 및 10인분 data를 종합하여 전체data는 n = 80으로 놓고 S/N비를 구한다. 망목특성에서의 S/N비를 구하는 식은 아래와 같다.

$$S_T = y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2 \quad (1)$$

$$S_m = \frac{(y_1 + y_2 + \dots + y_n)^2}{n} \quad (2)$$

$$S_e = S_T - S_m \quad (3)$$

$$V_e = \frac{S_e}{n - 1} \quad (4)$$

$$\eta = 10 \log \frac{(S_m - V_e)/n}{V_e} [db] \quad (5)$$

$S_T$ : 전변동,  $S_m$ : 평균변동,  $S_e$ : 오차변동  
 $V_e$ : 오차분산  $\eta$ : S/N비(망목특성)

9가지 실험의 S/N비를 구하면 표3과 같고, 실험2.의 S/N비가 가장 크다. 그리고, 인자별로 S/N비를 구하면 그림4.의 그래프와 같고, A1 B2 C2가 최적이다. 그리고, A열 및 B열의 교호작용의 영향이 C열에 나타나므로 표4. 이원표를 작성하면 A1 B2 C2가 최적이므로, 교호작용의 영향을 무시한다. 그러므로, 1차실험에서의 인자의 최적수준은 A1 B2 C2(아래코일위치 0MM, 모서리 코일 위치 12MM, 모서리 코일 턴수 15T)이다.

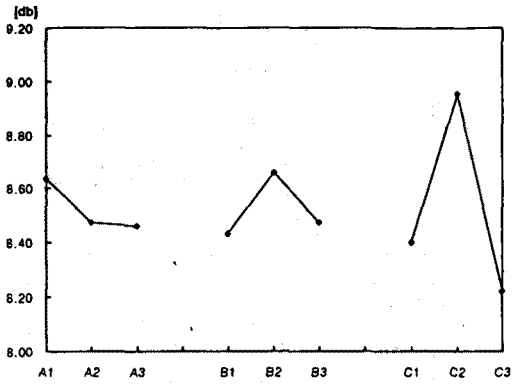


그림4. S/N비 그래프

표3. 실험별 S/N비

	인자			SN 비 [db]
	A	B	C	
실험 1	1	1	1	8.09
실험 2	1	2	2	9.43
실험 3	1	3	3	8.39
실험 4	2	1	2	8.92
실험 5	2	2	3	7.98
실험 6	2	3	1	8.53
실험 7	3	1	3	8.29
실험 8	3	2	1	8.58
실험 9	3	3	2	8.51

표4. 이원표

	A1	A2	A3
B1	8.09	8.92	8.29
B2	9.43	7.98	8.58
B3	8.39	8.53	8.51

중할수록 좋지만 기구적인 문제 때문에 현 최적위치로 고정시킨다. sampling time은 좀더 정밀한 결과를 얻기위해 온도 상승구간 6개와 뜸구간 6개 등 모두 12개시점을 잡는다.

### 2.2.2 실험결과

6인분 취사 결과의 S/N비 그래프는 그림5와 같다. 실험결과 실험1과 실험4의 S/N비가 좋으므로 이 두가지 실험에 대해 10인분 취사를 추가로 하여 6인분과 종합 계산한 결과는 다음과 같다.

	실험1	실험4
S/N비[db]	10.74	10.12

이에 따라 실험1이 최적이다. 최적배치는 그림6과 같다. 그림7.은 최적배치시의 6인분/10인분 취사 중의 온도 변화 그래프이다.

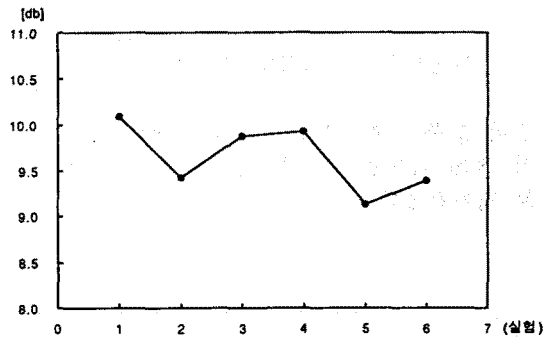


그림5. 실험별 S/N비

## 2.2 2차 실험

1차실험에서는 W/C BASE 전영역을 다 커버할 수 있도록 각 인자의 수준을 크게 잡았으므로 좀더 정확한 위치를 찾을 필요가 있다. 그래서, 1차실험의 최적배치를 기준으로 정밀실험을 한다

### 2.2.1 실험과정

표5. 2차 실험

	모서리 코일	모서리 코일	아래코일
	일 위치 (MM)	일 턴수 (T)	
2차실험1	9	14	12
2차실험2	9	15	11
2차실험3	12	14	12
2차실험4	12	15	11
2차실험5	15	14	12
2차실험6	15	15	11
1차 실험 최적배치	12	15	11

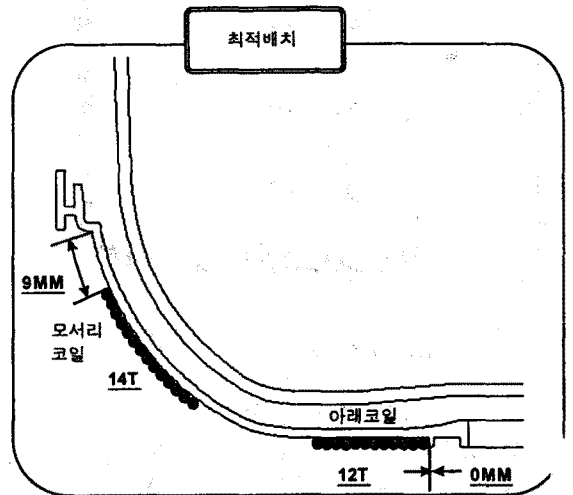
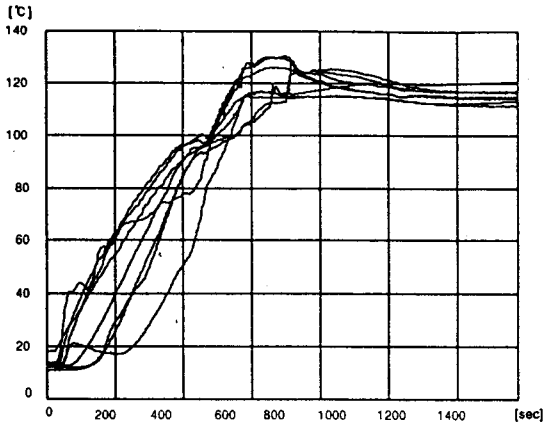
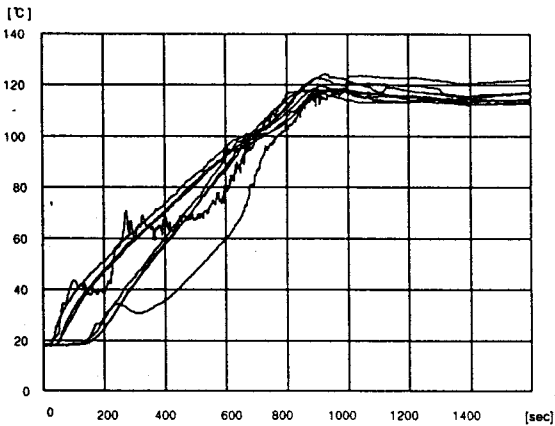


그림6. 최적배치

1차실험의 최적위치를 기준으로 모서리 코일 위치를 3씩 가감한다. 아래코일의 위치는 가운데로 집



(가)6인분 취사



(나)10인분 취사

그림7. 최적배치시의 취사 중의 온도변화 그래프

### 3. 결 론

본 논문에서는 IH압력밥솥의 균일가열 성능 향상을 위해 W/C의 최적위치를 찾아내었다. 이를 위해 다구찌 기법을 활용하였으며 취사 중의 용기의 위치별 내부의 온도분포를 근거로 S/N비를 구하여 평가하였다. 이러한 방법을 통해 출력 및 턴수가 다른 W/C에 대해서도 최적위치를 찾아낼 수 있다. 향후 과제로는 용기와 코일간의 거리, 출력, 취사 방법 등 여러 요인을 고려하여 균일가열 성능을 향상시키는 것이다.

### (참 고 문 헌)

- [1]Taguchi. G., "Introduction to Quality Engineering", American Supplier Institute Inc., Michigan, 1987.