

# Over Head Crane용 Hook의 안전성 평가에 근거한 적정 형상 설계

## Proper Design of a Hook for Over Head Crane based on safety evaluation

신상범\*, 김대순  
현대중공업(주), 종합연구소

### 1. 서론

해양구조물이나 철 구조물의 제작시 강재의 운반작업은 필수적인 선행공정 중의 하나이다. 이러한 강재의 운반작업을 위해 제작 사용하고 있는 Over Head Crane 용 hook는 강도해석이나 실험을 통해 설정된 설계조건에 의해 제작된 것이 아니고, 경험에 의해 제작되어 사용하고 있는 실정이다. 그리고, 제작된 hook는 동일형상을 가지고 두께가 각각 25mm와 30mm의 두가지가 있으나, 이에 대한 선택기준 예컨데, 이동하는 판재의 무게등에 따른 정확한 사용기준이 정해져 있지 않다.

따라서, 본 연구에서는 현재 사용하고 있는 O. H. Crane용 hook에 대해 설계기준을 조사하고, 유한요소법(Finite Element Method, FEM)을 이용하여 현재 사용하고 있는 hook에 대해 응력해석을 수행하여 국부적인 응력집중(stress concentration)과 응력분포(stress distribution)측면에서 hook의 안전성을 평가하고자 하였다. 그리고, 이 FEM안전성 평가의 결과를 바탕으로 하여 운반될 판재의 무게에 따라 보다 가볍고, 제작이 간편한 형상의 hook를 제안하고자 한다.

### 2. 유한요소해석

#### 2.1 해석방법

O. H. crane용 hook에 대해 유한요소해석을 통해 안전성을 평가하기 위해서, 먼저, 해석모델이 symmetric이기 때문에 전체의 1/2에 대해서만 4-node shell element를 사용하여 요소망(mesh design)을 구성하였다. 해석시 적용된 하중조건은 판재의 이동을 위해 hook의 hole에서 각 판재의 무게와 동일한 크기의 하중이 식(1)과 같이 cosine-load distribution으로 작용하며, 25t와 30t의 hook에 대해 이동하는 판재의 무게에 따라 각각 해석을 수행하였다.

## 2.2 안전성 평가 결과

판재 운반용 O. H. crane용 hook에 대해 응력해석을 수행한 결과, 판재의 무게에 따라 25t와 30t의 hook에서 각각 두께 방향, 즉 Top, Middle 그리고 Bottom부에서 hook의 hole 주변과 판재의 무게를 지탱하는 leg의 주위에서 응력 집중 현상이 나타났으며, 이때, 최대 국부 등가 응력들은 각각 Table 1과 2와 같다. Table 1과 2에 나타나듯이 25t의 hook에서는 25ton이상의 판재를, 30t의 hook에서는 30ton 이상의 판재의 운반용으로 사용할 경우 hook의 leg부위에서 band 형상으로 발생하는 응력수준이 항복강도를 초과함으로써, 국부적으로 소성영역이 발생하고 있음을 알 수 있다.

따라서, 현재 사용하고 있는 hook는 안전성의 확보를 위해 응력이 집중되는 부위 즉, 판재의 무게를 지탱하는 부위와 hook hole주위의 최소단면적의 dimension을 설계 변경하여 국부적인 응력을 감소시키고, 실제 작용 하중보다 지나치게 크게 설계되어 있는 점을 감안하여 보다 가볍고, 제작이 간편한 형상으로 설계 변경이 필요하다.

Table 1 Maximum local equivalent stresses at the hook of 25mm thickness

(Unit : kg/mm<sup>2</sup>)

Weght	5 ton	10 ton	15 ton	20 ton	25 ton	30 ton	35 ton	40 ton
Top part	3.25	6.50	11.68	17.38	21.72	29.51	41.94	57.78
Middle part	3.26	6.51	9.77	13.03	16.28	19.54	22.80	26.06
Bottom part	3.75	7.50	13.93	20.35	25.43	34.17	47.33	62.76

Table 2 Maximum local equivalent stresses at the hook of 30mm thickness

(Unit : kg/mm<sup>2</sup>)

Weght	5 ton	10 ton	15 ton	20 ton	25 ton	30 ton	35 ton	40 ton
Top part	2.71	5.42	8.13	12.04	15.05	20.44	29.12	40.18
Middle part	2.71	5.43	8.14	10.85	13.57	16.28	19.00	21.71
Bottom part	2.72	5.43	9.98	14.55	18.18	30.24	33.65	44.47

## 2.3 적정 형상 설계

전술한 바와 같이, 현재 판재의 운반용으로 사용하고 있는 hook는 1) 이동하는 판재의 무게에 따라 hook에서 발생하는 응력집중과 응력분포 2) 간편한 형상등을 고려하여 새로운 형상으로 변경하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 기존의 hook에 대해서 위의 사항을 고려하여 hook의 dimension을 변경하면서, 유한요소해석을 통한 반복적인 응력해석을 바탕으로 하여 새로운 형상의 hook를 제안하였다.

설계 변경을 통해 제안된 hook에 대한 유한 요소 해석결과 응력 집중 현상으로 야기된 국부적인 응력들은 Table. 3과 같다. 개선된 hook는 현재 사용하고 있는 hook에 비해서 크기와 무게가 훨씬 감소되었음에도 불구하고, 대체로 항복강도 이하의 응력수준에 머물고 있으며, 전체의 하중 분담율의 증가로 인해 훨씬 더 효율적으로 설계되었다.

Table 3 Maximum local equivalent stresses at the modified hook

(Unit : kg/mm<sup>2</sup>)

Weght	5 ton	10 ton	15 ton	20 ton	25 ton	30 ton	35 ton	40 ton
Top part	19.81	17.87	18.89	18.93	18.17	18.69	18.56	21.80
Middle part	9.21	12.27	13.82	14.74	16.02	18.65	18.26	19.82
Bottom part	22.23	20.76	21.92	18.01	20.97	20.31	20.05	22.80

그리고, 본 연구에서 제안한 hook에 대한 응력과 수명은 제작된 hook의 hole과 leg부위에 notch가 존재하지 않는 경우이므로, hook의 제작을 위해 판재의 cutting 작업시 생길 수 있는 notch는 grinding 작업을 통해 반드시 제거하여야 한다. 또한, 사용중 주기적인 NDT(Non-Destructive Test)를 실시하여 응력의 집중부에서의 균열의 발생 유무를 조사함으로써 돌발적인 사고를 미연에 방지 하여야 한다.

## 3. 결론

판재의 운반용으로 제작되는 Over Head Crane용 hook에 대해 유한요소해석을 이용하여 안전성을 평가하고, shackle의 pin에 의한 하중을 분담하는 hook의 hole에서의 최소단면적과 판재의 무게를 지탱하는 leg의 적정 크기를 제안함으로써 보다 안전하고 경제적인 hook의 형상을 제안하였다.