

풍하중에 대한 가로등주 구조물의 유체-구조 연성해석 The Fluid-Structure Interaction Analysis of the Street Light Column Structure for the Wind Load

박 대 응†
Dae Woong Park

목적이 있다.

1. 서 론

구조물에 작용하는 외란 중의 하나인 바람은 대표적인 랜덤 데이터로 시간과 고도에 따라 매우 복잡하고 불규칙하게 변화할 뿐만 아니라 특정시간 간격으로 동일한 특성을 나타내는 주기성도 없다. 이러한 변동특성 때문에 바람은 통계학적 방법을 적용하여 그 특수성을 수학적으로 나타내고 있다. 풍속은 시간에 따라 균일한 분포를 나타내는 평균 풍속과 불규칙한 분포를 나타내는 변동 풍속으로 구분된다. 실제 구조물에 대한 해석 시에는 이러한 불규칙성을 포함한 랜덤 분포 풍하중이 포함되어야 하나, 현실적으로는 어려움이 따른다. 한편, 가로등주 구조물은 외부로부터 높은 수준의 하중을 경험하게 되면 구조적 특성상 필연적으로 유연성의 증가를 일으키게 되므로, 구조 안전성 분석이 이루어져야 한다. 또한, 정확한 구조 안전성 분석을 위해서는 입력 하중에 대해 보다 실제 물리현상에 근접하게 모사될 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 가로등주 구조물에 대하여 입력하중인 풍하중에 대하여 보다 실제적 모사를 위해 불규칙 변동 속도성분인 거스트 영향이 고려된 랜덤 분포 풍하중을 적용하였다. 이를 토대로 유동장을 생성하여 압력-변위 사상 기법을 적용하여 구조해석 영역에서의 응력 분포를 도출하였고, 가로등주 구조에 대한 해석을 실시함으로써 제시된 풍압과 같은 외부의 힘에 의하여 상부지주에 설치된 가로등 설치부가 휘거나 뒤틀리는지를 확인하며, 또한 발생한 풍압에 대하여 상부하부 연결구조에 문제가 발생하는지 확인하여 가로등주 구조물의 구조적 안정성을 판단하는데 그

2. 가로등주 구조물의 유동장해석

가로등주 구조물에 대하여 정면에서 풍하중 조건과 측면에서의 동일한 풍하중, 그리고 45도 방향에 대한 유동장 해석을 시행하였다. 해석 결과, 정면에서의 풍하중 조건에 대한 압력분포 및 유속분포는 각각 Fig. 2와 Fig. 3과 같이 나타났다. 또한, 측면 최대 풍하중에 대한 압력 분포 및 유속분포는 각각 Fig. 4와 Fig. 5와 같이 나타났다. 정방향으로 최대 순간 풍속 60m/sec 로 가했을 경우, 최대 발생압력은 등기구의 끝부분과 가로등주의 앞부분에서 발생하며 7677 Pa 이다. 발생하는 최대 속도는 96.86 m/sec 이다. 측방향으로 최대 순간 풍속 60m/sec 로 가했을 경우, 최대 발생압력은 등기구의 옆부분과 가로등주의 옆부분에서 균일하게 발생하며 5367 Pa 이다. 발생하는 최대 속도는 97.89 m/sec 이다. 45도 방향으로 최대 순간 풍속 60m/sec 로 가했을 경우, 최대 발생압력은 등기구의 끝부분과 가로등주의 앞부분에서 발생하며 7540 Pa 이다. 발생하는 최대 속도는 96.8 m/sec 로 나타났다.

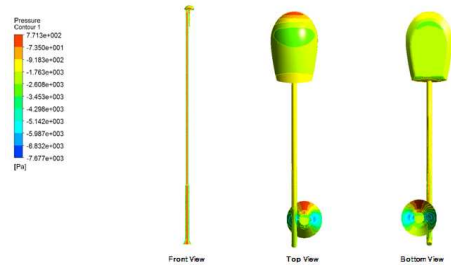


Fig. 1 The pressure distribution for maximum front wind load

† 교신저자: 정희원, KTR 신뢰성본부 기계엔지니어링팀
E-mail : dwpark@ktr.or.kr
Tel : + 82-32-570-9762 , Fax : + 82-32-575-5620

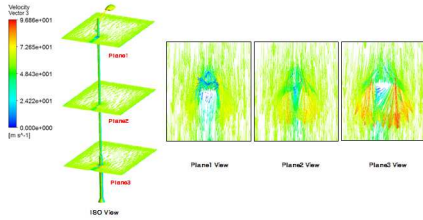


Fig. 2 The flow velocity field for maximum front wind load

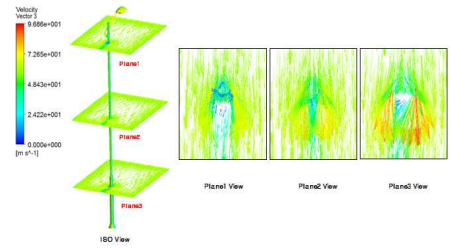


Fig. 6 The flow velocity field for maximum 45 degree direction wind load

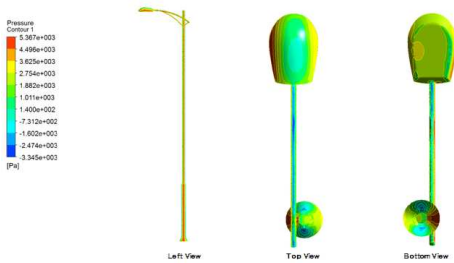


Fig. 3 The pressure distribution for maximum side wind load

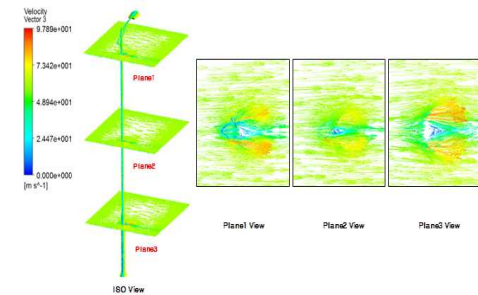


Fig. 4 The flow velocity field for maximum side wind load



Fig. 5 The pressure distribution for maximum 45 degree direction wind load

3. 가로등주 구조물의 유체-구조 연성해석

유동장 해석 결과를 이용하여, 3방향에 대한 가로등주 구조물의 유체-구조 연성해석을 수행한 결과, 다음과 같이 나타났다. 발생하는 최대응력은 가로등주의 연결부분에서 나타나며 Von mises Stress 응력수준은 약 197 Mpa 로 항복응력 215 MPa 못 미치는 수준이다. 암 연결부의 볼트의 발생응력은 약 2.5 Mpa로 작은 수준으로 나타났다. 측방향 풍하중에 대하여 발생하는 최대응력은 가로등주의 연결부분에서 나타나며 Von mises Stress 수준은 약 200 Mpa 로 항복응력 215 MPa 못 미치는 수준이다. 암 연결부의 볼트의 발생응력은 약 33 Mpa로 작은 수준으로 나타났다. 45도 방향 풍하중에 대하여 발생하는 최대응력은 가로등주의 연결부분에서 나타나며 Von mises Stress 응력수준은 약 198 Mpa 로 항복응력 215 MPa 못 미치는 수준이다. 암 연결부의 볼트의 발생응력은 약 2.4 Mpa로 작은 수준으로 나타났다.

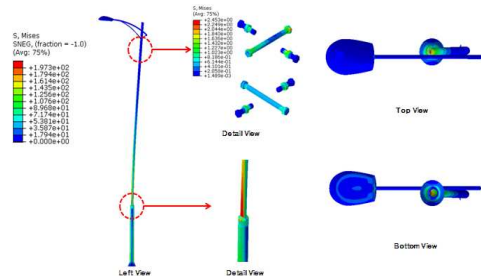


Fig. 7 The von Mises stress distribution for front wind load

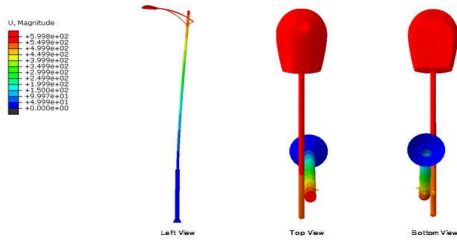


Fig. 8 The displacement distribution for front wind load

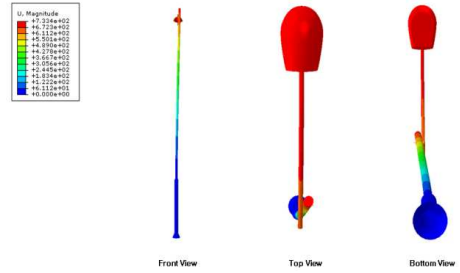


Fig. 12 The displacement distribution for 45 degree direction wind load

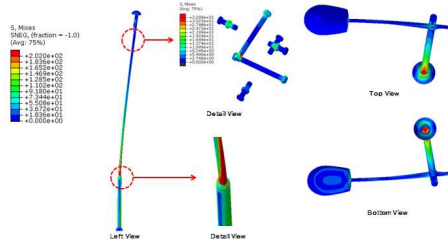


Fig. 9 The von Mises stress distribution for side wind load

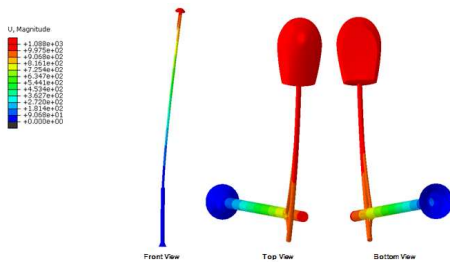


Fig. 10 The displacement distribution for side wind load

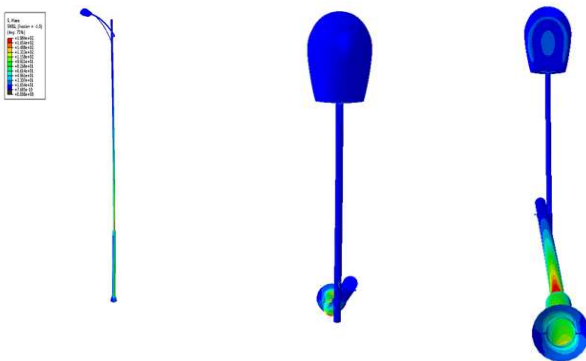


Fig. 11 The von Mises stress distribution for 45 degree direction wind load

4. 결 론

본 연구에서는 유체-구조 연성해석을 이용하여 가로등주 구조물에 대한 구조 안전성 분석이 수행되었다. 설계 풍하중을 도출하는 절차는 KBC 2005와 ASCE 7-05를 바탕으로 하였고, 입력하중인 풍하중에 대하여 보다 실제적 모사를 위해 불규칙 변동 속도성분인 랜덤 분포 풍하중을 적용하였다. 이를 토대로 유동장을 생성하여 압력-변위 사상 기법을 적용하여 구조해석 영역에서 응력 분포를 도출하였다. 본 논문에서 제시된 분석 방법에 의해 유사한 형태의 유연 구조물에 있어서도 풍하중에 대하여 보다 실제적인 구조적 안전성 분석이 이루어질 것으로 사료된다.