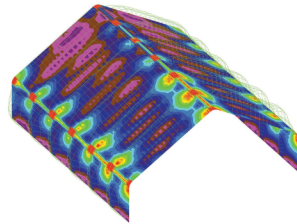




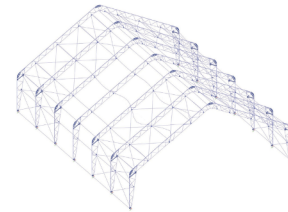
3D NON-LINEAR FEA

3D NON-LINEAR FINITE ELEMENT ANALYSIS (FEA) FOR ENGINEERED FABRIC STRUCTURES

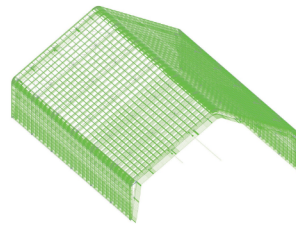
3D Non-linear Finite Element Analysis (FEA) software is a design tool that allows engineers to determine the stresses and displacements of structure in response to defined loads and constraints. FEA has become the preferred method for determining the required size and configuration of structural components based on site-specific conditions. 3D Non-Linear FEA is a more accurate and efficient method versus manual mathematical calculations and data sheets.



FABRIC STRESSES AND SCALED DISPLACEMENT



LOWEST MODE BUCKLED SHAPE FOR USE IN STABILITY CHECKS



ENVELOPE LOADING D+CL+WIND PARALLEL+IP CONDITION

WHAT IS 3D NON-LINEAR FINITE ELEMENT ANALYSIS?

The aerospace industry is credited with advancing the application of 3D Non-Linear FEA to fulfill the crucial need for an accurate stress analysis of lightweight frames exposed to non-consistent aerodynamic loading forces.

For a building system, lateral loads from winds, vertical loads from accumulated snow, other live and dead loads, and seismic loads must all be considered to determine the required structural capacity of each component.

Along with the parallel growth of 3D modeling in the architectural and engineering industry, high-speed processors have become available which enable FEA to be used for site-specific design of structures with fewer materials and greater reliability. This makes 3D Non-Linear FEA applications perfect for tensioned fabric structures.

Some fabric structure manufacturers use computations based on the simplified and idealized properties of each fabricated steel component, and apply traditional industry practices with reference to standardized load tables. 3D Non-Linear FEA ensures fabric structures are engineered to the highest possible standard.

BENEFITS OF 3D FEA

- > Provides insight to design and create better products; improved performance
- > Safety and reliability qualification
- > Reduced manufacturing lead time

BUCKLING ANALYSIS

During the course of each and every site-specific analysis, a buckling analysis is completed at minimum for each of the controlling load combinations. This analysis ensures that the assumptions for the effective length estimates used to identify in the mass checks are suitable for the actual site-specific conditions, and whether second-order effects are a consideration in the design.

Buckling analysis is especially important for large displacement structures with tension-only elements since intermediate values of loads may generate instabilities that could otherwise go unnoticed in a static analysis. This could lead to failures well below the design load if not properly addressed. The systemic 3D buckling analysis goes to ensure that these intermediate instabilities are addressed in the design.

DETAILED WIND AND SEISMIC ANALYSIS

For each and every site-specific analysis, a comprehensive seismic analysis is completed which includes the modal response behavior of the building and the building's actual fundamental period. This analysis is also used in the wind design to ensure that the period of the structure will not substantially affect the behavior of the structure during a wind event.

The inclusion of site-specific variables takes the design process further. Each structure is considered within its intended environment ensure the loads and constraints (also known as boundary conditions) used in FEA, accurately represent the site conditions.

This design phase considers applicable codes and standards, the proposed structural framework, site topography, foundation conditions, and climate conditions. The overall process allows calculation of detailed reaction loads that will in turn allow for an optimized foundation design.

UNDERSTANDING THE TERMS

A conceptual understanding of 3D Non-Linear Finite Element Analysis is found within the term itself.

NON-LINEAR

To accurately predict the behaviour of some structural systems, a nonlinear (or not constant) approach is required. This can occur, in the case of fabric buildings, when the deflection of the structure is large enough that the load paths through the structure under load differ substantially from the un-deformed shape.

FINITE ELEMENT

Components of the structural system are broken down into limited, or finite, elements. A system of equations for each finite element depends on the behaviour of each neighbouring element or boundary condition. In this fashion, a simulation model is built to calculate the behaviour of the entire structure, often involving millions of equations.

ANALYSIS

The system of equations for the simulation model is solved on very fast computer workstations. The solution time is typically several hours for a fabric structure.

POST-PROCESSING

Once the simulation model is solved, a review of the model ensures the model accurately simulated the behaviour of the structure, and that each component has sufficient capacity for the required demand. 3D Non-Linear FEA is a powerful tool for simulating complex structural systems in a fraction of the time with greater accuracy than can be achieved otherwise.

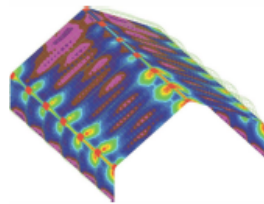
3D Non-Linear FEA is capable of simulating complex loading and the resulting relatively large displacements to validate the strength of a fabric structure. The end result is a process that can accurately determine the required structural capacity to meet site-specific demands and ensure a reliable structure.



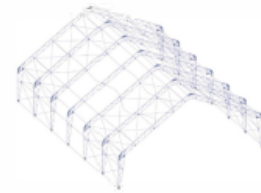
AEF 3D NON LINÉAIRE

ANALYSE 3D NON LINÉAIRE DES ÉLÉMENTS FINIS (AEF) POUR L'INGÉNIERIE DES STRUCTURES EN TOILE

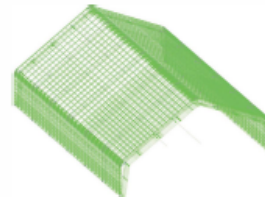
Le logiciel d'analyse 3D non linéaire des éléments finis (AEF) est un outil de conception permettant aux ingénieurs de déterminer les contraintes et les mouvements d'une structure en réponse à des charges et à des conditions définies. L'AEF est devenue la méthode privilégiée pour déterminer la taille et la configuration requises des composants structurels en fonction des conditions spécifiques à un site. L'AEF 3D non linéaire est une méthode plus précise et plus efficace que les calculs mathématiques manuels et les fiches techniques.



LES CONTRAINTES
SUR LE TISSU ET
LES MOUVEMENTS
À L'ÉCHELLE



FORME EN
FLAMBEMENT
AU MODE LE
PLUS BAS POUR
UNE UTILISATION
LORS DES
CONTRÔLES DE
STABILITÉ



CHARGEMENT DE
L'ENVELOPPE D+CL+VENT
CONDITION PARALLÈLE+IP

QU'EST-CE QUE L'ANALYSE 3D NON LINÉAIRE DES ÉLÉMENTS FINIS ?

C'est à l'industrie aérospatiale que l'on doit l'avancée de l'application de l'AEF 3D non linéaire visant à répondre au besoin crucial d'une analyse précise des contraintes des cadres légers exposés à des forces de chargement aérodynamiques non constantes.

Pour un système de structure, les charges latérales dues aux vents, les charges verticales dues à l'accumulation de neige, les autres charges vives et mortes et les charges sismiques doivent toutes être prises en compte afin de déterminer la capacité structurelle requise de chaque élément.

Parallèlement à la croissance de la modélisation 3D dans l'industrie de l'architecture et de l'ingénierie, des processeurs à grande vitesse sont devenus disponibles, ce qui permet d'utiliser l'AEF pour la conception de structures spécifiques à un site, avec moins de matériaux et une plus grande fiabilité. Les applications de l'AEF 3D non linéaire sont donc parfaites pour les structures en toile tendu.

Certains fabricants de structures en toile utilisent des calculs basés sur les propriétés simplifiées et idéalisées de chaque composant en acier fabriqué, et appliquent des pratiques industrielles traditionnelles en se référant à des tableaux de charge normalisés. L'AEF 3D non linéaire garantit que les structures en toile sont conçues selon les normes les plus strictes possibles.

AVANTAGES DE L'AEF 3D

- > Fournit des informations permettant de concevoir et de créer de meilleurs produits et d'améliorer les performances
- > Qualification en matière de sécurité et de fiabilité
- > Réduction des délais de fabrication

ANALYSE DU FLAMBEMENT

Au cours de chaque analyse spécifique au site, une analyse de flambement est réalisée au minimum pour chacune des combinaisons de charges de contrôle. Cette analyse permet de s'assurer que les hypothèses relatives aux estimations de la longueur effective utilisées pour identifier les vérifications de masse sont adaptées aux conditions réelles du site et que les effets de second ordre sont pris en compte dans la conception.

L'analyse du flambement est particulièrement importante pour les structures à grands déplacements comportant des éléments en tension uniquement, car les valeurs intermédiaires des charges peuvent générer des instabilités qui pourraient autrement passer inaperçues lors d'une analyse statique. Ces instabilités peuvent conduire à des défaillances bien en deçà de la charge de conception si elles ne sont pas correctement prises en compte. L'analyse systémique du flambement en 3D permet de s'assurer que ces instabilités intermédiaires sont prises en compte lors de la conception.

ANALYSE DÉTAILLÉE DU VENT ET DES SÉISMES

Pour chaque analyse spécifique à un site, une analyse sismique complète est réalisée, incluant le comportement de réponse modale du bâtiment et la période fondamentale réelle du bâtiment. Cette analyse est également utilisée dans la conception de la résistance au vent afin de s'assurer que la période de la structure n'affectera pas de manière substantielle le comportement de la structure lors d'un événement lié au vent.

L'inclusion de variables spécifiques au site permet d'aller plus loin dans le processus de conception. Chaque structure est considérée dans l'environnement auquel elle est destinée, ce qui permet de s'assurer que les charges et les contraintes (également connues sous le nom de conditions limites) utilisées dans l'AEF représentent fidèlement les conditions du site.

Cette phase de conception prend en compte les normes et codes applicables, le cadre structurel proposé, la topographie du site, les conditions de fondation et les conditions climatiques. Le processus global permet de calculer les charges de réaction détaillées qui permettront à leur tour d'optimiser la conception des fondations.

COMPRENDRE LES TERMES

La compréhension conceptuelle de l'analyse 3D non linéaire des éléments finis se trouve dans le terme lui-même.

NON LINÉAIRE

Pour prédire avec précision le comportement de certains systèmes structurels, une approche non linéaire (ou non constante) est nécessaire. Cela peut se produire, dans le cas des bâtiments en toile, lorsque la déflexion de la structure est suffisamment importante pour que les trajectoires de charge à travers la structure sous charge diffèrent considérablement de la forme sans déformation.

ÉLÉMENT FINI

Les composants du système structurel sont décomposés en éléments limités ou finis. Un système d'équations pour chaque élément fini dépend du comportement de chaque élément voisin ou des conditions aux limites. De cette manière, un modèle de simulation est construit pour calculer le comportement de l'ensemble de la structure, ce qui implique souvent des millions d'équations.

ANALYSE

Le système d'équations du modèle de simulation est résolu sur des stations de travail informatiques très rapides. Le temps de résolution est généralement de plusieurs heures pour une structure en toile.

POST-TRAITEMENT

Une fois le modèle de simulation réglé, une révision du modèle permet de s'assurer que le modèle a simulé avec précision le comportement de la structure et que chaque composant a une capacité suffisante pour répondre à la demande requise. L'AEF 3D non linéaire est un outil puissant qui permet de simuler des systèmes structurels complexes en une fraction du temps et avec une plus grande précision que ce que l'on pourrait obtenir autrement.

L'AEF 3D non linéaire est capable de simuler des charges complexes et les déplacements relativement importants qui en résultent pour valider la résistance d'une structure en toile. Le résultat final est un processus qui permet de déterminer avec précision la capacité structurelle requise pour répondre aux exigences spécifiques du site et garantir la fiabilité de la structure.