

Schubsteifigkeit von Ständerrahmen im Hochregallagerbau

Bestimmung der effektiven Schubsteifigkeit von Ständerrahmen zur Sicherung von Stabilität und Gebrauchstauglichkeit von Regalsystemen

Forschungsvereinigung:	Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V.
Forschungseinrichtung:	Lehrstuhl Stahlbau, TU Dortmund
Projektlaufzeit:	01.10.2014 – 30.09.2018
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Stephan Schneider

Kurzzusammenfassung

Für den Bau von Hochregallagern kommen in aller Regel fachwerkartige Ständerrahmen aus dünnwandigen, kaltgeformten Stahlprofilen zur Ausführung. Konstruktionsbedingt weisen die Ständerrahmen eine im Vergleich zur Schubtheorie von Timoshenko signifikant reduzierte Schubsteifigkeit auf. Bisher sind die Grundlagen zur analytischen Berechnung der Schubsteifigkeit nicht gegeben und es ist gängige Praxis die Schubsteifigkeit der Ständerrahmen auf experimentellem Weg zu bestimmen. Diese Herangehensweise ist sehr kostenintensiv und verhindert eine gezielte Optimierung der hoch beanspruchten Regaltragwerke.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens erfolgte zunächst eine umfassende Literaturrecherche. Dabei wurden die vorhandenen Erkenntnisse zu den maßgeblichen Einflussfaktoren zusammengetragen und die Grundlagen für die Anwendung der Komponentenmethode aufbereitet. Mit Hilfe von insgesamt 73 Großbauteilversuchen ist das Trag- und Verformungsverhalten der Ständerrahmen in „liegenden“ und „stehenden“ Rahmenschubversuch detailliert analysiert worden. Auf Basis der Versuchsergebnisse und weiterführender Vergleichsrechnungen konnte gezeigt werden, dass die reine Schubsteifigkeit unabhängig von der Versuchsdurchführung ist und die differierenden Ergebnisse allein auf die unterschiedlich großen Anteile der globalen Biegeverformungen zurückzuführen sind. Die in den Großbauteilversuchen vertieften Kenntnisse über das Trag- und Verformungsverhalten der Ständerrahmen haben dazu beigetragen, die wesentlichen Einflussfaktoren zu identifizieren und eine Aufteilung der Ständerrahmen in acht Komponenten zu entwickeln. Für jede dieser Komponente sind Steifigkeitskoeffizienten auf analytischem oder numerischem Weg hergeleitet worden. Aufbauend auf den Arbeiten von Timoshenko ist ein Gesamtmodell entwickelt worden, das es erlaubt die anteiligen Schubsteifigkeiten der Ständerrahmen – analog zu einer Reihenschaltung von Federn – zu einer äquivalenten Federsteifigkeit zusammenzufassen.

Mit Hilfe des Gesamtmodells und der Zerlegung der Ständerrahmen in acht Komponenten, können Schlüsselkomponenten identifiziert und die Ständerrahmen im Hinblick auf die Schubsteifigkeit gezielt optimiert werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes sind mögliche Optimierungspotentiale aufgezeigt und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen durchgeführt worden. Für eine einfachere Anwendung in der Praxis ist für das Gesamtmodell zudem eine baupraktische Aufbereitung erfolgt, deren Anwendung in Musterberechnungen vorgestellt wird.

Bezugsquellen des Forschungsberichtes

Der ausführliche Forschungsbericht kann über die FOSTA Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. sowohl als Buch als auch in elektronischer Form bezogen werden.

Als gedruckte Version bestellbar bei:

Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH

Postfach 10 51 27 D-40042 Düsseldorf

Fax: +49 211 6707-129

E-Mail: verlagvertrieb@stahl-zentrum.de

Als PDF-Version über: shop.stahldaten.de

Nähere Informationen sind auch auf der Homepage der FOSTA www.stahlforschung.de zu finden.

Förderhinweis

Das IGF-Vorhaben 18393N / P1078 "Schubsteifigkeit von Ständerrahmen im Hochregallagerbau" der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Das Vorhaben wurde am Lehrstuhl Stahlbau der TU Dortmund durchgeführt.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsvereinigung
Stahlanwendung e. V.



Shear stiffness of upright frames for high bay warehouses

Determining of the effective shear stiffness of upright frames to ensure the stability and serviceability of rack structures

Research Association:	Research Association for Steel Application
Research Institute:	Chair of Steel Construction, TU Dortmund
Project duration:	01.10.2014 – 30.09.2018
Contact person:	Dipl.-Ing. Stephan Schneider

Abstract

For the construction of high bay warehouses upright frames build of thin – walled and cold – formed steel members are used. Due to the nature of the thin – walled steel members, the shear stiffness of the upright frames is significant reduced in comparison to the shear theory of Timoshenko. Until now, the fundamentals for the analytical calculation of the shear stiffness are not given. Therefore, it is common practice to determine the shear stiffness of upright frames experimentally. This approach is very costly and impedes the further optimisation of the highly stressed rack structures.

As a first part of the research project, a comprehensive literature search was carried out. The existing findings on the relevant influencing factors were gathered and the fundamentals for the application of the component method were prepared. By means of 73 full scale test, the load – bearing and deformation behaviour of the upright frames has been analysed in “lying” and “standing” shear stiffness tests. Based on the test results and further comparative calculations, it could be shown that the pure shear stiffness is not related to the “lying” or “standing” test procedure. The deviation in the test results are solely due to the different ratio of global bending deformations. The in-depth knowledge of the load-bearing and deformation behavior of the upright frames has helped to identify the main influencing factors for the lack of stiffness and to develop an analytical approach which contains eight different components. For each component, stiffness coefficients have been derived by analytical or numerical methods. Based on Timoshenko’s work, a comprehensive model was developed, which combines the shear stiffness attributed to each component to the equivalent shear stiffness of the upright frame.

By means of the comprehensive model and the separation of the upright frames in eight different components which effects the shear stiffness, it was possible to identify the key components and enables a targeted optimisation of the shear stiffness. In the course of the research project optimisation potentials were pointed out and economic considerations have been carried out. To enable a simple application of the comprehensive model in practice, a guideline was developed and furthermore presented in examples of use.

Source of the research report:

The detailed research report can be obtained both as a book and in electronic form via the FOSTA Research Association for Steel Applications e.V.

Available as a printed version at:

Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH

Postfach 10 51 27 D-40042 Düsseldorf

Fax: +49 211 6707-129

E-Mail: verlagvertrieb@stahl-zentrum.de

As PDF version via: shop.stahldaten.de

Further information can also be found on the homepage of FOSTA Research Association for Steel Applications e.V. www.stahlforschung.de.

Acknowledgement

The research project IFG 18393N / P1078 "Shear stiffness of upright frames" from the Research Association for steel Application (FOSTA), Düsseldorf, was supported by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy through the German Federation of Industrial Research Associations (AiF) as part of the programme for promoting industrial cooperative research (IGF) on the basis of a decision by the German Bundestag. The project was carried out at Chair of Steel Construction, TU Dortmund.

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Research Association for
Steel Application

