

Optimized reinforcement for partial area loading

Reinforcement technology

Optimierte Bewehrung bei Teilflächenpressungen

Bewehrungstechnologie

Partial area loading with biaxial or triaxial load propagation occurs, for example, at bearings, anchors, precast element joints and various contact surfaces of concrete structures. The high contact forces require special attention to be paid not only to the design of the reinforcement in terms of position, shape and connection but also to the quality and ductility of the concrete in order to prevent damage and to realise robust structures.

In theoretical and experimental research conducted at the Ruhr University of Bochum, different reinforcement concepts were developed for this purpose and examined on an experimental basis. In addition to conventional engineering approaches [1], the design is based upon combined topology optimization methods using continuum and truss idealisation [2] which take into account the desired material-specific compression-dominant or tension-dominant structural behavior of concrete and steel. Reinforcement concepts are thus created which use conventional stirrups, bars bent in accordance with the principal tensile stress trajectories, and robust hybrid reinforcement layouts combining regular rebar and steel fibers [3].

The experiments have shown that in particular the shape and anchorage of the reinforcement have a substantial influence on the structural capacities achieved. Deformation-resistant concepts with load-path dependent topologies and allowing only minor crack formation lead to high load increases. Especially with biaxial load propagation, such as at the longitudinal joints of tunnel lining segments, wall supports or jacking pipes, a favorable load increase results when using welded ladders in combination with steel fibers (hybrid).

Teilflächenpressungen mit zwei- oder dreiachsiger Lastausbreitung treten beispielsweise an Lagern, Ankern, Fertigteiltugen und verschiedenen Kontaktflächen von Betonkonstruktionen auf. Die hohen Kontaktkräfte erfordern besondere Aufmerksamkeit für die Ausführung der Bewehrung in Lage, Form und Verbindung, aber auch an die Qualität und Duktilität des Betons, um Schäden zu vermeiden und robuste Konstruktionen zu erzielen.

In theoretischen wie experimentellen Untersuchungen an der Ruhr-Universität Bochum wurden dazu verschiedene Bewehrungskonzepte entwickelt und experimentell untersucht. Neben konventionellen ingenieurtechnischen Herangehensweisen [1] werden für den Entwurf kombinierte Topologieoptimierungsverfahren mit Kontinuums- und Stabwerksidealisation [2] genutzt, die das materialspezifische, gewünscht druck- beziehungsweise zugdominante Tragverhalten von Beton und Stahl berücksichtigen. So entstehen Bewehrungskonzepte mit konventionellen Bügeln, den Hauptzugspannungstrajektorien folgend gebogenen Stäben sowie robuste Hybridbewehrungen aus Betonstahl und Stahlfasern [3].

Die Experimente zeigen, dass insbesondere die Bewehrungsform und deren Verankerung die Tragfähigkeiten maßgeblich beeinflussen. Verformungsarme Konzepte, die sich am Kraftfluss orientieren und nur geringe Rissbildungen zulassen, führen zu hohen Laststeigerungen. Gerade bei zweiachsigen Lastausbreitungen, wie etwa an Längsfugen von Tübbings, Wandauflagern oder bei Vorpressrohren, ergeben sich bei geschweißten Leitern kombiniert mit Stahlfasern (Hybrid) günstige Laststeigerungen.



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Mark; Ruhr-Universität Bochum
peter.mark@rub.de



Dipl.-Ing. Mario Smarslik; Ruhr-Universität Bochum
mario.smarslik@rub.de



Dipl.-Ing. Bassem Tabka; Ruhr-Universität Bochum
bassem.tabka@rub.de

REFERENCES/LITERATUR

- [1] Putke, T., Bergmeister, K., Mark, P.: Wirtschaftliches Konstruieren und Bewehren. In: Bergmeister, K., Fingerloos, F., Wörner, J.-D. (Hg.): Beton-Kalender 2016. Beton im Hochbau, Silos und Behälter. Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn, S. 695–739.
- [2] Putke, T., Mark, P.: Fachwerkmodellbildung mit topologischen Optimierungsverfahren. Beton- und Stahlbetonbau 109 (2014), S. 618–627.
- [3] Smarslik, M., Neu, G., Mark, P., Meschke, G.: Robust reinforcement layout for segmental tunnel lining under partial area loading using hybrid topology optimization. In: Hofstetter, G., Bergmeister, K., Eberhardsteiner, J. (Hg.): EURO:TUN 2017, April 18–20, 2017. Innsbruck, S. 321–328.