

Innovative Hybridträger mit großen Aussparungen und Lochblechbewehrung

Empelmann, Martin; Sender, Christoph

Abstract

This report deals with innovative prestressed girders with large open areas made from steel-fiber-reinforced-concrete and using perforated plate reinforcement. Experimental and numerical investigations are presented. Previous results show that this kind of new girders using steel-fiber-reinforced-concrete (SFRC) and perforated plates as reinforcement without conventional reinforcement is an innovative alternative for the up to now used prestressed girders.

1. Einführung

Moderne Tragkonstruktionen im Hochbau erfordern in immer stärkerem Maße die Unterbringung von technischen Installationen im verfügbaren Deckenzwischenraum. Eine Alternative zu den vorgefertigten und mit großen Aussparungen versehenen Stahl- bzw. Stahlverbundträgern (Bild 1) können Fertigteilträger aus Spannbeton darstellen.



BILD 1: Steglochträger aus dem Stahlbau

Bei deren Herstellung in konventioneller Bauweise erfordert jedoch der arbeitsintensive Einbau der umfangreichen Betonstahlbewehrung im Bereich der Aussparungen einen erheblichen Anteil am Arbeits- und Kostenaufwand (Bild 2).



BILD 2: Konventionelle Bewehrung im Bereich von Aussparungen

Am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Fachgebiet Massivbau, der TU Braunschweig wurden in den letzten Jahren in Zusammenarbeit mit der Industrie vorgespannte Fertigteilträger entwickelt, bei denen durch den Einsatz von Stahlfaserbeton weitgehend auf die konventionelle Betonstahlbewehrung verzichtet werden kann. Die hervorragenden Gebrauchseigenschaften der vorgespannten Stahlfaserbetonträger werden lediglich durch die in engen Grenzen mögliche Anordnung von Aussparungen für die Unterbringung von technischen Installationen im Deckenzwischenraum eingegrenzt.

Durch den Einsatz von flächigen Bewehrungselementen in Form von Lochblechen wurde ein hybrider Querschnitt aus Stahl und Beton (Hybridträger) entwickelt, um praxisorientierte Aussparungsgeometrien zu realisieren. Im Gegensatz zu den Stahl- und Stahlverbundträgern wurden hier, basierend auf den Anforderungen der Praxis, rechteckige Aussparungen angestrebt. Mit dem innovativen Hybridträger wird die Trag- und Gebrauchsfähigkeit von Stahlfaserbetonbinder im Bereich der Aussparungen deutlich vergrößert und der Einsatzbereich von Stahlfaserbindern wesentlich vergrößert.

2. Experimentelle Untersuchungen

Das Tragverhalten der innovativen Hybridträger wird im Wesentlichen durch die Verbundwirkung und die Steifigkeitsverhältnisse zwischen dem Beton und der Lochblechbewehrung bestimmt. Ein optimales Zusammenspiel der beiden Verbundpartner wird erreicht, wenn bis zum Versagen des Stahls keine Separierung des Betons vom Blech stattfindet. Dabei wirken die geometrischen Randparameter der Lochbleche gegensätzlich. Denn durch einen größeren Durchmesser und geringere Abstände der Lochung sinkt zwar die Tragfähigkeit des perforierten Bleches, es ist aber ein besseres Verbundverhalten durch größere „Verbunddübel“ zu erwarten.

In den durchgeführten Zugkörperversuchen waren Lochbleche zentrisch in Betonzugkörper eingebaut (Bild 3), um das Verbundverhalten und die Dehnsteifigkeit eingebauter Lochbleche in Zusammenarbeit mit dem Beton untersuchen zu können. Aus den Ergebnissen basiert die Wahl eines Lochbleches, welches in den darauffolgenden Großbauteilversuchen an realitätsnahen Spannbeton-Hybridträgern eingesetzt wurde.



BILD 3: Zugkörper mit eingebautem Lochblech

An Bauteilversuchen im praxisnahen Maßstab wurde das Biege- und Schubtragverhalten der Hybridträger experimentell untersucht. Die Versuche wurden an mit sofortigem Verbund vorgespannten Bindern mit Lochblechbewehrung auf der einen und konventioneller Bewehrung auf der gegenüberliegenden Seite durchgeführt. Neben dem Tragverhalten von Spannbetonträgern mit großen Öffnungen konnte im speziellen das Trag-, Gebrauchs- und Verbundverhalten der Lochblechbewehrung im eingebauten Zustand untersucht werden.



BILD 4: Binderversuch

Insgesamt wurden 5 Großversuche durchgeführt, die sich hinsichtlich ihrer Aussparungsgeometrie und Anordnung unterscheiden. Ein Träger wurde zudem im Gebrauchslastbereich einer Schwelllast mit 100.000 Lastwechseln unterzogen, um so das Dauerstandsverhalten zu simulieren. Entsprechend den Anforderungen an einen ausreichenden Feuerwiderstand wurde abschließend auch ein Brandversuch durchgeführt.

3. Numerische Untersuchungen

Zusätzlich zu den experimentellen Versuchen, wurden am IBMB zu allen Teilaspekten des Forschungsvorhabens numerische Untersuchungen durchgeführt, deren Ziele zusätzliche Erkenntnisse über das Schubtragverhalten der Hybridträger und den Einfluss der Aussparungen auf die Schubtragfähigkeit waren. Bild 5 zeigt exemplarisch den Verlauf der Hauptzugdehnungen in einem Hybridträger bei ca. 30% der rechnerischen Bruchlast. Nach der Kalibrierung des FE-Modells anhand der Großversuche konnten im Rahmen von Parameterstudien weitere numerische Erkenntnisse für die

verschiedenen Versuchsparameter, wie z. B. Aussparungsform, Aussparungsanordnung, Vorspannung, Betonfestigkeiten gewonnen werden.

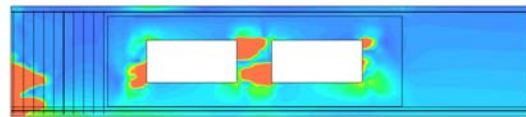


BILD 5: Numerische Berechnung der Hauptzugdehnungen im Bereich der Aussparungen (halbiertes Modell)

4. Ergebnisse

Zusammenfassend lässt sich aus den Ergebnissen der Untersuchungen im Rahmen des Forschungsvorhabens festhalten, dass der entwickelte und experimentell sowie numerisch untersuchte Spannbeton-Hybridträger grundsätzlich eine innovative Alternative zu herkömmlichen Spannbetonbindern ist. Das Biegetragverhalten, aber insbesondere das Schubtragverhalten ist gleichwertig oder besser als bei herkömmlichen Spannbetonbindern. Aufgrund ihres großen Aussparungsanteils und der erleichterten Bewehrungsarbeiten nur im Bereich der Aussparungen besitzen die Hybridträger im Hinblick auf die Herstellung und die Dauerhaftigkeit eine Konkurrenzfähigkeit zu Stahl- und Stahlverbund sowie konventionellen Spannbetonträgern. Die entwickelte und untersuchte Lochblechbewehrung ist ein interessanter Ersatz für herkömmliche Betonstahlbewehrung bei flächenartigen Bauteilen oder Bauteilbereichen und kann vielfältig variiert und angepasst werden. Im Rahmen der Anwendung in Aussparungsbereichen von Spannbetonbindern hat sie sich in den Versuchen bewährt und könnte einen innovativen und konstruktiven Lösungsansatz für weitere Anwendungsgebiete darstellen.

Das IGF-Vorhaben 16525N „Entwicklung innovativer Spannbeton-Hybridträger mit Lochblechbewehrung für den Fertigteilbau“ der Forschungsvereinigung Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V., dem Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein e.V. sowie den Herren der Beratergruppe sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Der Schlussbericht kann am Fachgebiet Massivbau am IBMB der TU Braunschweig eingesehen werden.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages