

23 (2010)

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Neuartiges Wandsystem aus einer bauteilintegrierten Schalung aus Textilbeton und einem selbstverdichtenden porositäten Leichtbeton

Innovative Wall Construction Made of Foam SCC and Textile Reinforced Concrete

R. Mott, J. Steinhoff, W. Brameshuber

1 EINLEITUNG

Ziel des Forschungsvorhabens [1] war die Entwicklung einer neuartigen Wandbauweise für den Wohnungsbau. Es handelt sich hierbei um eine Elementwand unter Einsatz einer bauteilintegrierten Schalung (BIS) aus textildbewehrtem Beton sowie eines selbstverdichtenden porositäten Leichtbetons (SVPLB) als Verfüllbeton. Durch diese Kombination sollte ein Wandsystem mit einem geringen Gewicht bei einer gleichzeitig ausreichenden Wärmedämmung und weitgehend freien Gestaltungsmöglichkeit der Oberflächen geschaffen werden. Bei dem angestrebten Wandaufbau sollten keine zusätzlichen Wärmedämmstoffe angewendet werden, um alle verwendeten Baustoffe voll recyclingfähig zu halten.

2 ENTWICKLUNG DER BIS

Für die Herstellung der BIS wurde zunächst ein geeigneter Feinbeton entwickelt. Aus bereits abgeschlossenen Forschungsvorhaben war bekannt, dass eine Stegplatte einen geeigneten Querschnitt für ein BIS-Element darstellt (s. Bild 1). Im Rahmen von Vorversuchen wurde zunächst die Querkrafttragfähigkeit der Stegplatten geprüft. Mit Hilfe von zwei verschiedenen Berechnungsverfahren wurde eine Parameterstudie zu den Abmessungen des Steges sowie des Stegabstands ausgeführt. Zum einen wurden die Plattenbalkentheorie und zum anderen eine FE-Simulation durchgeführt.

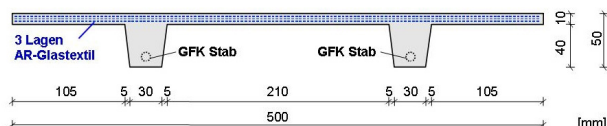


Bild 1: Querschnitt der BIS

Fig. 1: Cross-section of the formwork element

Mit zwei ausgewählten Querschnitten wurden 3-Punkt-Biegezugversuche zum Tragverhalten der Stegplatten ausgeführt und hieraus sowohl das aufnehmbare positive als auch das aufnehmbare negative Moment bestimmt. Die experimentellen Ergebnisse wurden anschließend mit denen aus den statischen Berechnungen verglichen. Hieraus konnte abgeleitet werden, dass die maßgebende Bemessungsgröße die Querkraft ist.

Für die Herstellung der Elementwände wurden BIS-Platten im Fertigteilwerk produziert. Hier stellte sich heraus, dass das Spritzverfahren eine geeignete Methode für das Einbringen des Feinbetons in die Schalung darstellt. Durch dieses Verfahren konnten Oberflächen in sehr guter Sichtbetonqualität hergestellt werden.

3 ENTWICKLUNG DES SVPLB

Bei der Entwicklung des SVPLB stand eine geringe Rohdichte bei einer ausreichenden Festigkeit im Vordergrund, um die Anforderungen an den Wärmeschutz mit einer praktikablen Bauteildicke erfüllen zu können. Der SVPLB wurde unter Zugabe von leichter Gesteinskörnung und vorgefertigtem Schaum (Bild 2, links) auf eine Frischbetonrohndichte von rd. 500 kg/m³ eingestellt. Die optimierte Mischung wies ein Setzfließmaß von 680 mm auf (Bild 2, rechts).



Bild 2: Zugabe des Schaums (links) und Setzfließmaß (rechts)

Fig. 2: Addition of the foam (left) and slump flow (right)

Die Druckfestigkeit betrug nach 28 Tagen 2,2 N/mm² bei einem E-Modul von 1300 N/mm². Die Trockenrohndichte ergab sich zu 380 kg/m³ und mit dieser für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,101 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, die nach [2] ermittelt wurde.

4 WANDHERSTELLUNG

Es wurden vier Wände mit einer Höhe von 2,75 m und einer Breite von 1,00 m hergestellt. Die Dicke der Wände wurde nach bauphysikalischen Berechnungen (Glaser-Verfahren [3]) zu 0,35 m berechnet. Bei den Betonagen der ersten beiden Wände wurde eine mangelhafte Sta-

bilität des SVPLB festgestellt. Das Eigengewicht war zu groß, so dass eine Entlüftung des SVPLB auftrat. Es wurden zwei weitere Wände unter Verwendung von Schnellzement (SZ) anstelle von normal erhärtendem Zement (NZ) hergestellt, da so die einzelnen Schichten beim chargenweisen Einbau von etwa 100 l vor dem Einbringen der Folgechargen bereits erstarrt waren und ein Absacken des SVPLB vermieden wurde (s. Bild 3, links).



Bild 3: Aufbau der Schalung (links) und Wandprüfung (rechts)

Fig. 3: Construction of the wall formwork (left) and testing (right)

5 WANDPRÜFUNG

Alle vier Wände wurden in einer 5-MN-Prüfmaschine hinsichtlich ihrer zentrischen Druckfestigkeit geprüft (Bild 3, rechts). Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Prüfergebnisse der Wandversuche

Table 1: Results of the wall tests

Wand Nr.	Zement	Höchstlast	Druckfestigkeit
-	-	kN	N/mm ²
1	2	3	4
1	NZ	1180	3,4
2		846	2,4
3		733	2,1
4	SZ	1108	3,2

Bei einem Vergleich der Verformungen der Wände 1 und 2 konnte eine gute Übereinstimmung der Werte festgestellt werden. Allerdings konnte aufgrund des schlechteren Verbunds zwischen BIS und SVPLB bei Wand 2 nur eine geringere Höchstlast im Vergleich zu Wand 1 erreicht werden. Beim Vergleich der Wände 3 und 4 konnte auch bei Wand 3 aufgrund eines schlechten Haftverbunds nur eine verringerte Höchstlast erreicht werden.

Die Betrachtungen der Querverformungen im Lasteinleitungsbereich zeigten, dass sich die BIS und der SVPLB bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt voneinander lösen. Nimmt man an, dass dieser Zeitpunkt bereits einem Versagen des Systems entspricht, so können für das neuartige Wandsystem nur sehr geringe Festigkeiten angesetzt werden. Dies spricht dafür, dass die BIS-Elemente innen miteinander verbunden werden müssen, um höhere Traglasten zu erzielen. Im Rahmen einer Berechnung der theoretischen Verteilung der Gesamtlast auf die BIS-Elemente und den SVPLB konnten der Traganteil der BIS zu 69,3 % und der des SVPLB zu 30,7 % bestimmt werden. Ein Abgleich mit den tatsächlich gemessenen Kräften und Verformungen zeigte, dass der Traganteil der BIS wahrscheinlich noch höher ausfällt. Ziel muss es daher sein, die Traganteile der BIS zu verringern und des SVPLB zu erhöhen.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Es konnte eine neuartige Wandbauweise entwickelt werden, die aus einer bauteilintegrierten Schalung aus Textilbeton sowie einem SVPLB als Verfüllbeton besteht. Für eine industrielle Fertigung dieser Wandkonstruktion sind allerdings noch erhebliche Anstrengungen erforderlich. Die Praktikabilität von sehr leichten Leichtbetonen mit geschäumter Matrix ist derzeit nicht vorhanden und muss über die Auswahl von Ausgangsstoffen und die Herstellprozedur weiterentwickelt werden. Vor allem im Hinblick auf eine novellierte Energieeinsparverordnung ist eine weitere Reduktion der Rohdichte erforderlich.

7 LITERATUR

- /1/ Brameshuber, W. ; Steinhoff, J. ; Mott, R.: Entwicklung eines Wandsystems mit hoher Wärmedämmung aus selbstverdichtendem porositätem Leichtbeton in Kombination mit einer bauteilintegrierten Wandschalung aus textildbewehrtem Beton, Aachen: Institut für Bauforschung, RWTH Aachen University, 2010. - Forschungsbericht Nr. F 958
- /2/ DIN 52612-1:1979-09 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Plattengerät; Teil 1: Durchführung und Auswertung
- /3/ DIN 4108-3:2001-07 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

Forschungsförderer:

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ – F 958

Wir danken den Drittmittelgebern MC-Bauchemie MÜLLER GmbH & Co. KG, SAFA Saafilterasche-Vertriebs-GmbH & Co. KG, Forschungs-, Entwicklungs- und Marketing-Gesellschaft der Leichtbetonindustrie mbH sowie OTTO QUAST Fertigbau Lindenberg für die finanzielle, materielle und fachliche Unterstützung des Projekts.