

PEIKKO
**WHITE
PAPER**



**DELTABEAM® SLIM-FLOOR KONSTRUKTION
MIT ABFANGTRÄGERN**

DELTABEAM® Verbundträger sind eine wirtschaftliche Lösung für Slim-Floor Konstruktionen. Es gibt kleine und grosse Bauprojekte, einfache, kastenförmige Bürogebäude mit zwei Geschossen oder sehr anspruchsvolle Einkaufszentren oder Konzerthallen.

AUTOR.:



→ SIMO PELTONEN
SENIOR R&D MANAGER,
PEIKKO GROUP CORPORATION

Die Anforderungen an diese Bauten sind unterschiedlich; in einigen Bereichen ist eine Slim-Floor Konstruktion die beste Lösung, an anderen Stellen ist ein anderer Ansatz besser – zum Beispiel bei einem Abfangträger mit grosser Spannweite. Für solche Anwendungen sind DELTABEAM® Verbundträger die Wahl, weil sie im Vergleich zu Betonträgern ein geringeres Gewicht aufweisen, wodurch sie einfacher zu installieren und zu handhaben sind, und weil sie keine Brandschutzverkleidung oder -beschichtung benötigen.

Ein Abfangträger wird zum Beispiel in Fällen verwendet, in denen eine Stütze diskontinuierlich ist, d. h. sie reicht nicht bis zum Fundament und ihre Last muss auf die Umgebungsstrukturen übertragen werden. Ein sehr anschauliches Beispiel dafür sind Tiefgaragen über denen Wohn- oder Bürokomplexe erstellt werden. Die Tiefgarage benötigt grosse Stützweiten, um das Befahren zu ermöglichen. Die darüber angeordneten Geschosse werden jedoch mit wesentlich kleineren Stützenrastern entworfen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die oberen Stützen in der Tiefgarage durch einen Abfangträger aufzunehmen.

Dieses Dokument beschreibt kurz die Belastungsversuche für den DELTABEAM® Verbundträger mit der grössten Bauhöhe (Typ – D70-800, H=700mm).

PROBEN UND VERSUCHSAUFBAU

DELTABEAM® Verbundträger wurden in zwei Anordnungen getestet: Kragarm und Einfeldträger, siehe Abbildungen 3 und 4. Die Prüfkörper waren so gestaltet, dass ein Prüfkörper zweimal getestet werden konnte, zuerst als Kragarm und, nach Änderung des statischen Systems des Versuchsaufbaus, als Einfeldträger.

Der Prüfkörper war mit einer Gesamtlänge von ca. 13,4 Metern und einem Gewicht des Stahlanteils von etwa 6 Tonnen recht gross. Das Gesamtgewicht des Verbundträger-Prüfkörpers betrug etwa 30 Tonnen. Aufgrund der Grösse und des Gewichts musste die Anordnung so erfolgen, dass beide Prüfkörper zweimal getestet werden konnten, ohne sie zu bewegen.

Für die Belastung wurden Hauptdruckzylinder und Ersatzzylinder installiert, um sie einsetzen zu können, ohne die Last aus dem System zu entfernen.

Die Auswirkungen in den Kragarmtests wurden mit der FE-Methode analysiert, um das Ausmass der lokalen Spannungen und Verformungen herauszufinden. Dies wiederum half, die Auflagerpunkte in den Kragarm- und Einfeldträgerversuchen zu definieren, um sicherzustellen, dass die Ergebnisse der Tests sich nicht gegenseitig beeinflussen.

Beide Prüfkörper waren so konstruiert, dass an den Belastungspunkten keine lokalen Effekte auftreten. Der Prüfkörper des Verbundträgers war so gestaltet, dass er einen Mittelträger mit Decken an beiden Seiten ohne mitwirkende Betonbreite im GZT (Grenzzustand der Tragfähigkeit) simuliert.

VERSAGENSMODI – EXPERIMENTELLE TESTS

Erster Belastungsversuch: Kragarm – Stahlprofil. Das Verhalten des Prüfkörpers war stabil. Aus den Messdaten ist zu erkennen, dass er obere Flansch nachzugeben begann, das globale Versagen jedoch schliesslich auf das Beulen des unteren Flansches direkt vor der Stütze zurückzuführen war.

Zweiter Belastungsversuch: Einfeldträger – Stahlprofil.

Das Verhalten des Prüfkörpers war bis zum Versagen stabil. Auch bei diesem Versuch wurden Spannungsfelder in den Stegen beobachtet. Das globale Versagen bestand im Beulen des oberen Flansches. Wie in der Abbildung zu sehen ist, beulten sich auch die Stege lokal nach aussen.



Dritter Belastungsversuch: Kragarm – Verbundprofil. Das Verhalten des Prüfkörpers war während des gesamten Tests stabil; die Belastung musste wegen technischer Probleme mit dem Prüfaufbau gestoppt werden. Das Verhalten des Prüfkörpers war wegen des Nachgebens des oberen Flansches duktil. Äusserlich war zu erkennen, dass die Risse, die in der Abbildung rechts mit den Nummern 1 und 2 gekennzeichnet sind, in Breite und Länge weiter zunahmen.



Vierter Belastungsversuch: Einfeldträger – Verbundprofil. Das Verhalten des Prüfkörpers war während des gesamten Tests stabil, die Belastung musste wegen des begrenzten Kolbenhubs der Zylinder gestoppt werden, als die Durchbiegung zu gross wurde. Das Verhalten des Prüfkörpers war duktil; das Versagen des Prüfkörpers war auf Abplatzungen des äusseren Betons zurückzuführen. Äusserlich war zu erkennen, dass horizontale Risse allmählich zunahm und der Beton gegen Ende abzuplatzen begann, was zu einer verminderten Steifigkeit führte.



LAST-VERFORMUNGS-VERHALTEN – EXPERIMENTELLE UND FE-SIMULATIONSERGEBNISSE

Zuerst wurden die DELTABEAM Stahlquerschnitte ohne mittragendem Beton mit GZG-Lastzyklen (Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit) getestet. Sie sind für Stahlträger nicht erforderlich, wurden aber durchgeführt, um sicherzustellen, dass der Prüfkörper ordnungsgemäss auf den Stützen liegt.

Test 1: Das Ergebnis der FE-Analyse stimmt gut mit dem experimentellen Ergebnis überein, siehe rote und blaue Kurven in der Grafik. Die theoretische Berechnung liegt bei 91 % der im Versuch erreichten Werte.

Test 2: Auch das Ergebnis der FE-Analyse von Versuch 2 stimmt gut mit dem experimentellen Ergebnis überein, siehe graue und gelbe Kurven in der Grafik.

Die theoretische Berechnung liegt ebenfalls bei 91 % der im Versuch erreichten Werte.

Auch bei den DELTABEAM® Verbundträgern wurden vor den GZT-Belastungstests Tests mit GZG-Lastzyklen durchgeführt. Bei Strukturen mit Beton sind Lastzyklen erforderlich, um den Verbund zwischen Stahl und Beton vor der eigentlichen Belastung zu lösen.

Test 3: Der Kragarmtest musste wegen technischer Probleme des Versuchsaufbaus vorzeitig abgebrochen werden.

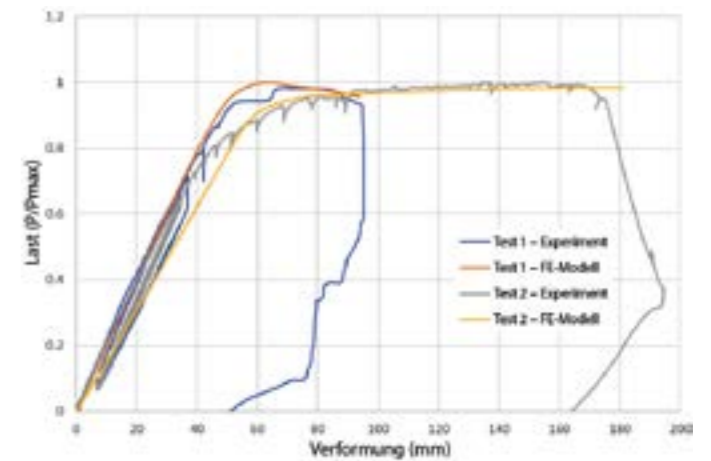
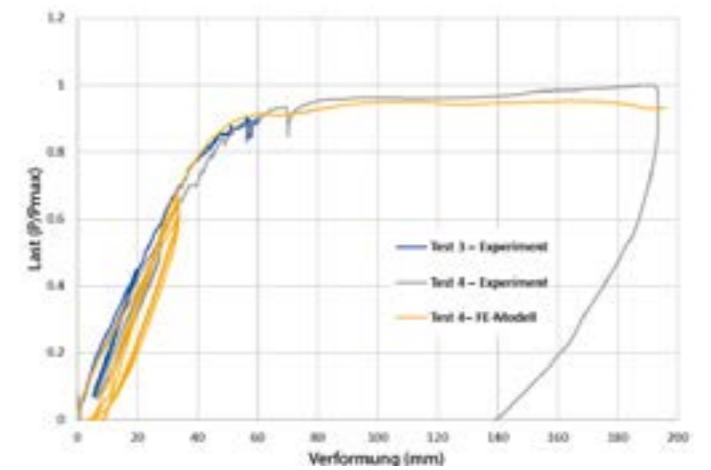
Für diesen Fall wurde auch keine FE-Simulation durchgeführt. Der rechnerisch ermittelte Biegezugwiderstand beträgt jedoch 97 % des maximalen Biegemoments im Test. Auch hier wird ersichtlich, dass die theoretischen Berechnungen auf der sicheren Seite liegen.

Test 4: Sowohl die Steifigkeit als auch der Widerstand der FE-Simulation stimmen gut mit dem experimentellen Ergebnis überein, wie aus der Grafik ersichtlich ist. Die theoretische Berechnung ergibt einen Widerstand von 89 % der maximalen Biegung im Test.

Für die einzelnen Betonflächen, Stahlplattendicken und Bewehrungsdurchmesser, die das statische Verhalten der Prüfkörper beeinflussen, wurden Materialtests durchgeführt.

SCHLUSSFOLGERUNG

Zunächst einmal beweisen diese Tests, dass das Verhalten des DELTABEAM® abgesehen von der Profilgrösse konstant und sicher ist. Zum anderen sind die Verbundträger wegen ihrer hohen Tragfähigkeit und Steifigkeit eine wirtschaftliche Lösung für hoch belastete Decken mit grossen Spannweiten.



Das Verhalten aller Prüfkörper entsprach den Vorhersagen der aktuellen Bemessungsmethoden, die Versagensmodi verliefen wie geplant. Die FE-Simulationen haben das Verhalten gut vorhergesagt; die angewendeten FE-Modellierungstechniken sind zuverlässige Werkzeuge zur Simulation des Verhaltens von DELTABEAM® Verbundträgern.

Die Ergebnisse aus den Tests können auch dazu verwendet werden, die Konstruktionsmethoden von DELTABEAM® weiterzuentwickeln, auszubauen und neue Lösungen für grosse Spannweiten mit DELTABEAM® zu erarbeiten.

Die Tests wurden im Testlabor des FCE SUT in der Slowakischen Technischen Universität von Bratislava durchgeführt. ●

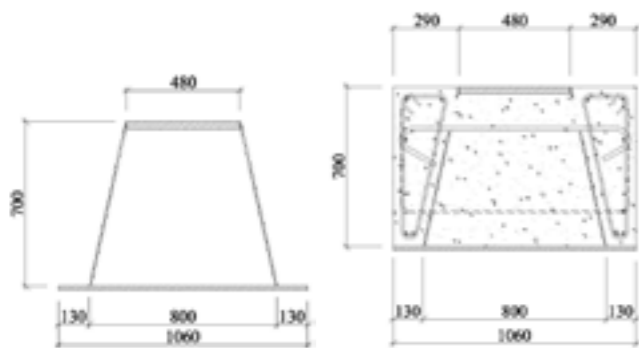


ABB. 1. QUERSCHNITT DES STAHLTRÄGERPROFILS

ABB. 2. QUERSCHNITT DES VERBUNDTRÄGERPROFILS

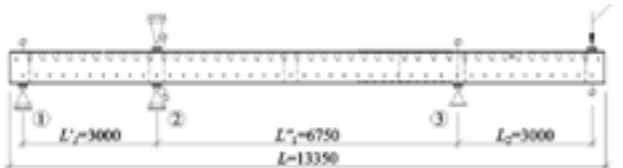


ABB. 3. STATISCHES SYSTEM DES KRAGARM-VERSUCHS

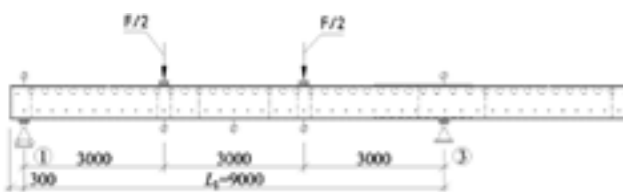


ABB. 4. STATISCHES SYSTEM DES EINFELDTRÄGER-VERSUCHS



Schnell, effizient und sicher planen und bauen

Peikko ist Hersteller von Verbindungstechnik und Verbundkonstruktionen für den Stahlbeton-, Betonfertigteile- und Verbundbau. Die innovativen Produktlösungen von Peikko gestalten Ihren Bauablauf effizienter.

www.peikko.de | www.peikko.at | www.peikko.ch

