

INHALT

1 EINLEITUNG

1.1 Problemstellung und Ziel

1.2 Inhalt und Gliederung

2 BEWEHRUNGSVERBUND IM BETONBAUTEIL

2.1 Verbund einbetonierter Betonstahlbewehrung

2.1.1 Bedeutung

2.1.2 Verbundwirkung einbetonierten Betonstahls

2.2 Verbund äußerer Klebebewehrung

2.2.1 Grundsätzliche Unterschiede zum Innenbewehrungsverbund

2.2.1.1 Vorbemerkungen

2.2.1.2 Verbundwirkung äußerer Klebebewehrung

2.2.2 Stand der Forschung zum Verbund äußerer Klebebewehrung aus Faserverbundwerkstoffen (FVW)

2.2.2.1 Vorbemerkungen

2.2.2.2 Modellierung der Verbundzone

2.2.2.3 Lamellenentkoppelung am Stahlbetonbauteil

2.2.2.4 Zusammenfassung

3 WERKSTOFFE

3.1 Beton und Betonstahl

3.2 Fasern und Matrixharze

3.2 CF-Produkte für die Verstärkung mit Klebebewehrung

3.3 Werkstoffeigenschaften von CFK-Lamellen

3.3.1 Mechanische Kurzzeiteigenschaften

3.3.2 Mechanische Langzeiteigenschaften

3.3.3 Physikalische und chemische Stoffeigenschaften

3.3.3.1 Dauerhaftigkeit

3.3.3.2 Einfluß einer zusätzlichen Temperaturbeanspruchung

3.3.3.3 Brandverhalten

3.4 Kleber und Ausgleichsmörtel

4 GRUNDBEZIEHUNGEN DES LAMELLENVERBUNDES AM ALLGEMEINEN ZWISCHENRISSSELEMENT

4.1 Ziel und Vorgehen

4.2 Die Differentialgleichung des Lamellenverbundes

4.2.1 Voraussetzungen

4.2.2 Herleitung der Differentialgleichung

4.3 Verbundansatz für den Klebverbund von CFK-Lamellen und Beton

4.3.1 Vorbemerkung

4.3.2 Verbundansatz von Holzenkämpfer

4.3.2.1 Bilinearer Ansatz

4.3.2.2 Linearer Ansatz

4.3.3 Verbundversuche

4.3.3.1 Programm und Aufbau der Versuche

4.3.3.2 Versagensarten

4.3.3.3 Verbundbruchkräfte und Bruchenergie

4.3.3.4 Vergleich mit bilinearem Verbundansatz

4.4 Lösung der DGL für die Randbedingungen des allgemeinen Zwischenrißelementes

4.5 Rechnerische Verläufe von Verbundspannung und Normalkraft der Lamelle

4.6 Vergleich von Zug-Druck-Verbundkörper und lamellenverstärktem Biegeträger

4.6.1 Grundsätzliches zum Unterschied im Verbundtragverhalten von Zug-Druck-Verbundkörper und Biegeträger

4.6.2 Zusammenhang zwischen den Verbundbruchkräften am Verbundkörper und der Lamellenkraft bei Entkoppelungsbeginn am Zwischenrißelement

4.7 Entkoppelungsfortschritt am Zwischenrißelement

4.8 Zusammenfassung

5 KRAFTAUFTEILUNG UND LAMELLENENTKOPPELUNG AM ALLGEMEINEN ZWISCHENRISSSELEMENT

5.1 Ziel und Vorgehen

- 5.2 Lamellen- und Betonstahzugkräfte vor Beginn der Lamellenentkoppelung**
 - 5.2.1 Voraussetzungen und Annahmen
 - 5.2.2 Kraftaufteilung vor Fließen der Innenbewehrung
 - 5.2.3 Kraftaufteilung bei fließender Innenbewehrung
- 5.3 Lamellen- und Betonstahzugkräfte nach Beginn der Lamellenentkoppelung**
 - 5.3.1 Vorbemerkungen zur Lamellenentkoppelung beim Stahlbetonbauteil
 - 5.3.2 Lamellenkraft bei Entkoppelungsbeginn am Stahlbetonbauteil
- 5.4 Entkoppelungsfälle**
 - 5.4.1 Grundsätzliche Einteilung der Entkoppelungsfälle
 - 5.4.2 Entkoppelung für $s_r \geq s_{r,max}$ (Entkoppelungsfall 1)
 - 5.4.2.1 Entkoppelungsfortschritt nach Entkoppelungsbeginn bei elastischer Innenbewehrung (Entkoppelungsfall 1.1)
 - 5.4.2.2 Entkoppelungsfortschritt nach Entkoppelungsbeginn bei fließender Innenbewehrung (Entkoppelungsfall 1.2)
 - 5.4.3 Entkoppelung für $s_r < s_{r,max}$ (Entkoppelungsfall 2)
 - 5.4.3.1 Entkoppelungsfortschritt nach Entkoppelungsbeginn bei elastischer Innenbewehrung (Entkoppelungsfall 2.1)
 - 5.4.3.2 Entkoppelungsfortschritt nach Entkoppelungsbeginn bei fließender Innenbewehrung (Entkoppelungsfall 2.2)
- 5.5 Eingrenzung der Entkoppelungsfälle für die Praxis**
 - 5.5.1 Vorbemerkung
 - 5.5.2 Einteilung in Entkoppelungsfall 1 oder 2
 - 5.5.3 Einteilung in Entkoppelungsfall 1.1 oder 1.2
 - 5.5.4 Schlußfolgerung
- 5.6 Zusammenfassung**
- 6 ERMITTLUNG DES RISSABSTANDES**
 - 6.1 Allgemeines**
 - 6.2 Grundlagen der Rißtheorie**
 - 6.3 Endrißzustand**
 - 6.4 Versuchsergebnisse**
 - 6.5 Zusammenfassung**

7 LAMELLENENTKOPPELUNG AM GESAMTBAUTEIL

7.1 Zielsetzung

7.2 Untersuchung von Stellen erhöhter Entkoppelungsgefährdung

7.2.1 Allgemeines

7.2.2 Endverankerung der Lamelle (E)

7.2.3 Entkoppelungsnachweis an der Stelle des Übergangs von elastischer zu fließender Innenbewehrung (Y)

7.2.4 Entkoppelungsnachweis in der Umgebung von Einzelkräften (F)

7.3 Bauteilversuche

7.3.1 Vorbemerkungen

7.3.2 Versuchsergebnisse

7.3.2.1 Plattenversuche

7.3.2.2 Balkenversuche

7.4 Zusammenfassung

8 EINFLUSS DER BRUCHART ZWISCHENFASERBRUCH

8.1 Vorbemerkungen

8.2 Stand der Forschung

8.3 Eigene Untersuchungen

8.3.1 Vorbemerkungen

8.3.2 Die ESPI - Meßtechnik

8.3.3 Modellansatz für den Zwischenfaserbruch am Verbundsystem Lamelle - Kleber - Beton

8.4 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

9 EINFLUSS DER RISSUFERVERSCHIEBUNGEN VON SCHRÄGRISSEN AUF DIE LAMELLENENTKOPPELUNG

9.1 Ziel und Vorgehen

9.2 Rißuferverschiebungen

9.2.1 Fachwerkmodell mit Rißreibung

9.2.2 Dehnungsanteile

9.2.3 Versuchsergebnisse

9.3 Einfluß der Rißuferverschiebungen auf die Lamellenentkoppelung

9.4 Zusammenfassung und Schlußfolgerung

10 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

11 LITERATUR

ANLAGEN