

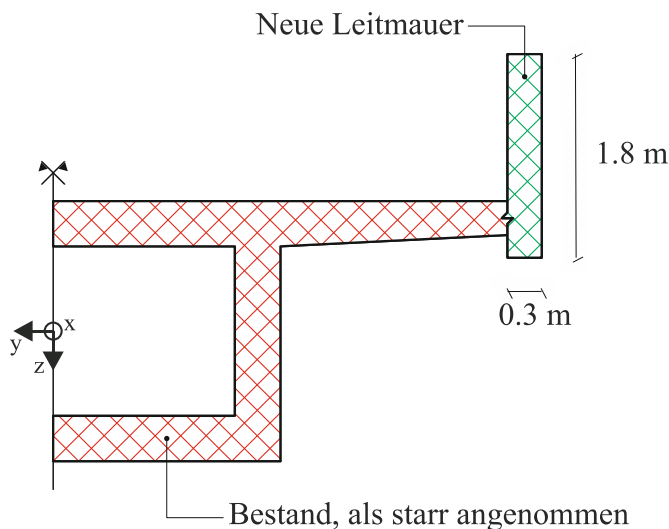
STAHLBETON I – KOLLOQUIUM 1

(101-0125-00)

Thema: Materialverhalten, Normalkraft und Zwängungen

Aufgabenstellung

Gegeben: Die Leitmauern einer 30 Jahre alten Hohlkastenbrücke werden ersetzt. Die Querschnittsgeometrie ist der Abbildung 1 zu entnehmen. Die neue Leitmauer erfährt eine Schwindbeanspruchung (gute Nachbehandlung, kein Frühschwinden) gemäss SIA 262, sowie eine Abkühlung nach dem Erhärten (Abfliessende Hydratationswärme: $\Delta T = 30^\circ\text{C}$). Es ist davon auszugehen, dass der bestehende Teil der Brücke relativ zur neuen Leitmauer unendlich steif ist und die Querschnitte eben bleiben. Eine Verkrümmung der Leitmauer aufgrund exzentrischer Lagerung sowie das Kriechen des Betons sind zu vernachlässigen.



Baustoffe:

Beton: C30/37
Betonstahl: B500B

Standort der Brücke

Zürich, durchschnittliche relative Feuchte: 80%.

Abb. 1: Querschnitt Hohlkastenbrücke, 1:50

- Gesucht:
- Massgebendes Schwindmass nach SIA 262 (Trockenschwindmass und autogenes Schwindmass, Annahme: Schwinden des Bestandes ist abgeschlossen) und Temperaturdehnung aus abfliessender Hydratationswärme für die Leitmauer.
 - Skizze eines typischen Bewehrungslayouts
 - Gleichgewicht am ungerissenen und gerissenen Querschnitt, Herleitung von σ_{sr0}
 - Mindestbewehrung für erhöhte Anforderungen gemäss SIA 262, Korrigendum C1
 - Bestimmen Sie die Rissbreite für $\lambda = 1$ mit der in d) gewählten Bewehrung und skizzieren Sie das zugehörige $N - \epsilon_{sm}$ - Diagramm
 - Anwendung in Zuggurtmodell-App: Wie verändern sich σ_{sr0} , $\Delta\epsilon$, w_r bei $\lambda = 0.5$ und $\rho = 2.0\%$?

Hinweise: Vereinfachend kann die gesamte Zwängung ϵ_{tot} als äusserer Zwang behandelt werden.

SIA 262-C1:2017

Seite	Ziffer/ Figur	bisher (Die Fehler sind fett und durchgestrichen markiert)	Korrektur (Die Korrekturen sind fett und kursiv markiert)
70	4.3.10.5.2	Durch dieses Nachweisverfahren nicht abgedeckte Versagensarten, wie Abplatzen des Überdeckungsbetons, Verbundversagen oder Ausknicken der Druckbewehrung, sind mit konstruktiven Massnahmen zu verhindern.	<i>In folgenden Fällen sind keine Abplatznachweise notwendig</i> - Feuerwiderstandsklassen $\leq R 30$ bei Betondruckfestigkeitsklassen $< C 50/60$ - gemäss Ziffer 4.3.10.1.2 konstruierte Flächentragwerke. <i>Für alle anderen Fälle ist das Verhindern von Abplatzen nachzuweisen oder Massnahmen sind vorzusehen, sofern</i> - für Konsistenzklassen $\geq F5$ (Ausbreitmass) resp. für selbstverdichtenden Beton SF1 bis SF3 (Setzflussmass nach SN EN 206) die mittlere Zylinderdruckfestigkeit $f_{cm,28} \geq 45 \text{ N/mm}^2$ ist oder - für alle anderen Konsistenzklassen die Betondruckfestigkeitsklasse $\geq C 50/60$ ist. <i>Das Abplatzverhalten des Betons oder die Eignung der Massnahmen ist durch Prüfungen nachzuweisen.</i>
70	4.3.10.5.3	Für Spannbetonbauteile sind die in Tabelle 16 aufgeführten Werte um 25% bis 50% zu erhöhen. Bei der Ermittlung des Tragwiderstands ist zudem zu beachten, dass die Vorespannung durch die thermische Einwirkung abgebaut werden kann.	<i>Für Spannglieder sind die in Tabelle 16 aufgeführten Werte der minimalen Bewehrungsüberdeckung für schlaife Bewehrung um 15 mm zu erhöhen.</i>
70	4.3.10.6.1	In gewissen Fällen kann die Zugabe von Polypropylenfasern sinnvoll sein; das Freischmelzen von Dampflastungskanälen reduziert die Gefahr eines explosionsartigen Abplatzens.	<i>Die Zugabe von Polypropylenfasern kann die Gefahr eines explosiven Abplatzens verhindern. Die Wirksamkeit der eingesetzten Fasern muss über Prüfungen nachgewiesen werden.</i>
70	4.3.10.6.2	Falls der Tragwiderstand von Klebebewehrungen für den Nachweis der Bemessungssituation «Brand» von Bedeutung ist, sind die Klebebewehrungen thermisch so zu isolieren, dass ein Versagen der Verklebung ausgeschlossen werden kann.	<i>Falls der Tragwiderstand von Klebebewehrungen für den Nachweis der Bemessungssituation «Brand» von Bedeutung ist, sind die Klebebewehrungen thermisch so zu isolieren, dass sowohl ein Versagen des Verbundes als auch der Bewehrung ausgeschlossen werden kann.</i>
72	4.4.2.3.3	Die Bemessung der Mindestbewehrung erfolgt für die gemäss Ziffer 4.4.2.2.3 gewählten Anforderungen durch die Begrenzung der Stahlspannungen auf zulässige Werte.	<i>Die Bemessung der Mindestbewehrung erfolgt für die gemäss Ziffer 4.4.2.2.3 gewählten Anforderungen und für vorwiegend statische Einwirkungen durch Begrenzung der Stahlspannungen auf zulässige Werte. Für vorwiegend dynamische Einwirkungen sind grössere Rissbreiten zu erwarten; eine entsprechend grössere Mindestbewehrung ist anhand von erweiterten Berechnungsmodellen zu bemessen.</i>

SIA 262- C1, Copyright © 2017 by SIA Zurich

7

SIA 262-C1:2017

Seite	Ziffer/ Figur	bisher (Die Fehler sind fett und durchgestrichen markiert)	Korrektur (Die Korrekturen sind fett und kursiv markiert)
72	4.4.2.3.4	In Tabelle 17 sind Ziele, Einwirkungen und Anforderungen aufgeführt. Die zulässigen Spannungen können Figur 31 entnommen werden.	<i>In Tabelle 17 sind Ziele, Einwirkungen und Anforderungen aufgeführt. Die zulässige Stahlspannung zur Begrenzung der nominellen Rissbreite zum Zeitpunkt der Rissbildung beträgt:</i> $\sigma_{s,adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot w_{nom}}{\varnothing_s}} \leq f_{stl} \quad (100a)$ <i>Die nominelle Rissbreite w_{nom} ist eine auf der Höhe des Bewehrungsschwerpunkts definierte, theoretische Hilfsgrösse; sie entspricht nicht den auf der Betonoberfläche messbaren Rissbreiten.</i> <i>Figur 31 zeigt die zulässigen Stahlspannungen zur Begrenzung der nominellen Rissbreiten in Funktion des Durchmessers der Bewehrungsstäbe, exemplarisch für $f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$ (Betonart C 30/37).</i>
73	Tabelle 17	Ziele, Einwirkungen und Anforderungen zur Risskontrolle	Ziele, Einwirkungen und Anforderungen zur Rissbreitenbegrenzung

SIA 262- C1, Copyright © 2017 by SIA Zurich

8

SIA 262-C1:2017

Seite	Ziffer/ Figur	bisher (Die Fehler sind fett und durchgestrichen markiert)	Korrektur (Die Korrekturen sind fett und kursiv markiert)																																										
73	Tabelle 17	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ziel</th> <th colspan="3">Anforderungen</th> </tr> <tr> <th>normal</th> <th>erhöht</th> <th>hoch</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verhindern spröden Versagens beim Erreichen von f_{ctd}</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Begrenzen der Rissbreiten unter aufgezogenen oder behinderten Verformungen (beim Erreichen von f_{ctd})</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Begrenzen der Rissbreiten für quasi-ständige Lastfälle gemäss Norm SIA 260</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Begrenzen der Rissbreiten für häufige Lastfälle gemäss Norm SIA 260</td> <td>-</td> <td>$f_{ctd}-80$</td> <td>$f_{ctd}-80$</td> </tr> </tbody> </table>	Ziel	Anforderungen			normal	erhöht	hoch	Verhindern spröden Versagens beim Erreichen von f_{ctd}	A	A	A	Begrenzen der Rissbreiten unter aufgezogenen oder behinderten Verformungen (beim Erreichen von f_{ctd})	A	B	C	Begrenzen der Rissbreiten für quasi-ständige Lastfälle gemäss Norm SIA 260	-	-	C	Begrenzen der Rissbreiten für häufige Lastfälle gemäss Norm SIA 260	-	$f_{ctd}-80$	$f_{ctd}-80$	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ziel</th> <th colspan="3">Anforderungen</th> </tr> <tr> <th>normal</th> <th>erhöht</th> <th>hoch</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verhindern spröden Versagens beim Erreichen von f_{ctd}</td> <td>$\sigma_s \leq f_{ctd}$</td> <td>$\sigma_s \leq f_{ctd}$</td> <td>$\sigma_s \leq f_{ctd}$</td> </tr> <tr> <td>Verhindern eines Fließens der Bewehrung für häufige Lastfälle gemäss SIA 260</td> <td>-</td> <td>$\sigma_s \leq f_{ctd}-80 \text{ N/mm}^2$</td> <td>$\sigma_s \leq f_{ctd}-80 \text{ N/mm}^2$</td> </tr> <tr> <td>Begrenzen der Rissbreiten (unter Aufgezogenen oder behinderten Verformungen bzw. für quasi-ständige Lastfälle gemäss Norm SIA 260) beim Erreichen vom f_{ctd} ¹⁾</td> <td>$\sigma_s \leq f_{ctd}$</td> <td>$\sigma_s \leq \sigma_{s,adm}$ für $w_{nom} = 0,5 \text{ mm}$</td> <td>$\sigma_s \leq \sigma_{s,adm}$ für $w_{nom} = 0,2 \text{ mm}$</td> </tr> </tbody> </table> <p>¹⁾ Für Beanspruchungsniveaus oberhalb der Rissbildung ist zur Einhaltung der vorgegebenen nominellen Rissbreite eine grössere Mindestbewehrung als gemäss Gl. (100a) erforderlich; gegebenenfalls ist sie anhand von erweiterten Berechnungsmodellen zu bestimmen.</p>	Ziel	Anforderungen			normal	erhöht	hoch	Verhindern spröden Versagens beim Erreichen von f_{ctd}	$\sigma_s \leq f_{ctd}$	$\sigma_s \leq f_{ctd}$	$\sigma_s \leq f_{ctd}$	Verhindern eines Fließens der Bewehrung für häufige Lastfälle gemäss SIA 260	-	$\sigma_s \leq f_{ctd}-80 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_s \leq f_{ctd}-80 \text{ N/mm}^2$	Begrenzen der Rissbreiten (unter Aufgezogenen oder behinderten Verformungen bzw. für quasi-ständige Lastfälle gemäss Norm SIA 260) beim Erreichen vom f_{ctd} ¹⁾	$\sigma_s \leq f_{ctd}$	$\sigma_s \leq \sigma_{s,adm}$ für $w_{nom} = 0,5 \text{ mm}$	$\sigma_s \leq \sigma_{s,adm}$ für $w_{nom} = 0,2 \text{ mm}$
Ziel	Anforderungen																																												
	normal	erhöht	hoch																																										
Verhindern spröden Versagens beim Erreichen von f_{ctd}	A	A	A																																										
Begrenzen der Rissbreiten unter aufgezogenen oder behinderten Verformungen (beim Erreichen von f_{ctd})	A	B	C																																										
Begrenzen der Rissbreiten für quasi-ständige Lastfälle gemäss Norm SIA 260	-	-	C																																										
Begrenzen der Rissbreiten für häufige Lastfälle gemäss Norm SIA 260	-	$f_{ctd}-80$	$f_{ctd}-80$																																										
Ziel	Anforderungen																																												
	normal	erhöht	hoch																																										
Verhindern spröden Versagens beim Erreichen von f_{ctd}	$\sigma_s \leq f_{ctd}$	$\sigma_s \leq f_{ctd}$	$\sigma_s \leq f_{ctd}$																																										
Verhindern eines Fließens der Bewehrung für häufige Lastfälle gemäss SIA 260	-	$\sigma_s \leq f_{ctd}-80 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_s \leq f_{ctd}-80 \text{ N/mm}^2$																																										
Begrenzen der Rissbreiten (unter Aufgezogenen oder behinderten Verformungen bzw. für quasi-ständige Lastfälle gemäss Norm SIA 260) beim Erreichen vom f_{ctd} ¹⁾	$\sigma_s \leq f_{ctd}$	$\sigma_s \leq \sigma_{s,adm}$ für $w_{nom} = 0,5 \text{ mm}$	$\sigma_s \leq \sigma_{s,adm}$ für $w_{nom} = 0,2 \text{ mm}$																																										
73	Figur 31	Spannungsbegrenzungen in Funktion des Stababstands	Zulässige Stahlspannungen in Funktion des Durchmessers der Bewehrungsstäbe für $f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$ (Betonart C 30/37).																																										

SIA 262- C1, Copyright © 2017 by SIA Zurich

9

SIA 262-C1:2017

Seite	Ziffer/ Figur	bisher (Die Fehler sind fett und durchgestrichen markiert)	Korrektur (Die Korrekturen sind fett und kursiv markiert)
73	Figur 31		
76	5.2.4.1	<p>.....</p> <p>Falls eine Querkzugbewehrung gemäss Ziffer 5.2.7.2 eingelegt wird, dürfen die Biegerollendurchmesser in besonderen Fällen (z.B. bei Rahmenecken oder Schlaufenverankerungen) reduziert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – für Endhaken, Winkelhaken und Schlaufen $d_2 = 4 \varnothing$ für Stäbe $\leq 16 \text{ mm}$ $d_2 = 7 \varnothing$ für Stäbe $> 16 \text{ mm}$ und $\leq 30 \text{ mm}$. <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>Falls eine Querkzugbewehrung gemäss Ziffer 5.2.7.2 eingelegt wird, dürfen die Biegerollendurchmesser in besonderen Fällen (z.B. bei Rahmenecken oder Schlaufenverankerungen) reduziert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – für Endhaken, Winkelhaken und Schlaufen $d_2 = 4 \varnothing$ für Stäbe $\leq 16 \text{ mm}$ $d_2 = 6 \varnothing$ für Stäbe $> 16 \text{ mm}$ und $\leq 20 \text{ mm}$ $d_2 = 7 \varnothing$ für Stäbe $> 20 \text{ mm}$ und $\leq 30 \text{ mm}$. <p>.....</p>

SIA 262- C1, Copyright © 2017 by SIA Zurich

10