FALLSTUDIE

A Simpson Strong-Tie® Company

FRP Systeme

Projekt	Statische Verstärkung der Brücken-Längsträger durch CFK-Lamellen
Ort (Land)	Küssnacht - Brunnen/Schweiz EP Küssnacht - Brunnen Abschnitt 2 Süsswinkel - Goldau km 112.300 - km 117.100
Jahr	2017/2018
Dauer	1 Jahr

Material

5000 m S&P C-Laminate 200/2000 120/1.4
9100 m S&P C-Laminate 200/2000 120/2.8
1150 m S&P C-Laminate 150/2000 80/1.2
12800 kg S&P Resin 220
840 kg S&P Resin 230
80 kg S&P Resin 55
80 m^2 S&P C-Sheet 240 400g
1100l S&P Cleaner

Projektbeschrieb

Diese Fallstudie bezieht sich auf die Zwillingsbrücken Mettlen, Linden und Boli, Fahrbahn Altdorf sowie Fahrbahn Zürich. Sie sind Bestandteil des Gesamtprojekts N04/24 EP Küssnacht – Brunnen und liegen im Teilabschnitt 2 Süsswinkel-Goldau.

Die Ziele des Massnahmenprojekts (MP) waren die Validierung, Präzisierung und Detailbearbeitung der im Massnahmenkonzept MK2 respektive dem Ergänzungsdossier zum MK2 mit revidierter Verkehrsführung definierten Instandsetzungs- und Verstärkungsmassnahmen am Bauwerk zur Sicherstellung des Nationalstrassenbetriebs.

Die Bauwerksteile der Brücken Mettlen, Linden sowie Boli FBAL/FBZH sind in "annehmbaren" (ZK 2) bis "schlechtem" (ZK 4), lokal sogar "alarmierendem" (ZK 5) Zustand. Gesamthaft wurde das Bauwerk als **"schlecht" (ZK 4)** bewertet.

Die Brücken weisen vor allem an den Konsolköpfen, Kragplatten und Aussenseiten der Randlängsträger starke Korrosionsschäden und massive Chloridkonzentrationen auf welche lokal weit über dem zulässigen Grenzwert liegen. An der Untersicht dieser Bauteile sind grossflächige Abplatzungen und Bewehrung mit Korrosionsgrad 4 vorhanden. An den aussenliegenden Längsträgern wurde Lochfrasskorrosion an Bewehrung, Hüllrohr und den Drähten der Vorspannung festgestellt.

Bei der Zustandserfassung der Längsträger 2015 wurden gegenüber dem Zustand der vorherigen Untersuchung von 2008 eine massive, überproportionale Schadenszunahme festgestellt. An den Stegen und am Fuss der Längsträger der Brücken Mettlen sowie Boli sind lokale, alarmierende Schadstellen mit massiven Betonabplatzungen und Querschnittsverlusten an den Bügeln bis 20%, an der Längsbewehrung von 50–100% vorhanden. Bei der baugleichen Brücke Linden wurde am Vorspannkabel ein Verlust von bis zu 4% des Kabelquerschnitts sondiert.

Ursache für die massiven Schäden sind zu kurze Belagsentwässerungsröhrchen sowie schadhafte Brückenentwässerungsleitungen, aus denen chloridhaltiges Wasser entlang der Kragplattenuntersicht und Längsträgerstegen herunterläuft.

Die Brücken weisen selbst unter Berücksichtigung von vollständigen, intakten Vorspannungs- und Bewehrungsquerschnitten keine genügende normgemässe Tragsicherheit für die Längsträger (α_{min}=0.77, SIA269), Stützenquerträger (α_{min}=0.63, SIA 269) und Feldquerträger (α_{min}=0.86, Ausnahmetransporte) auf. **Bei Berücksichtigung der lokal vorhandenen massiven Schäden an den Längsträgern sinken die Erfüllungsgrade auf alarmierende Werte von 0.4 bis 0.5 ab (SIA 269).**

FALLSTUDIE

A Simpson Strong-Tie® Company

FRP Systeme

▲ *Detail Schubverstärkung mit Lastverteil-Konstruktion*

▲ *Applikation Spezial-Lamellen S&P C-Laminate 200/2000 120/2.8*

Situation, Problemstellung

Mit der Instandsetzung sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Massgebende Schäden, die die Tragsicherheit oder Gebrauchstauglichkeit gefährden, sollen behoben werden.
- Es sollen allfällig notwendige Massnahmen zur Gewährleistung der Tragsicherheit vorgenommen werden. Dabei sind die gesteigerten Anforderungen aus der Nutzung des Bauwerks oder der Normvorgaben seit der Erstellung zu berücksichtigen.

Aufgrund des Zustands und der ungenügenden Tragsicherheit der Brücken Mettlen, Linden sowie Boli FBAL und FBZH wurde im MK2 entschieden, für diese Objekte eine Gesamtinstandsetzung und Ertüchtigung nach UPlaNS-Philosophie vorzusehen. Die vorfabrizierten Brückenträger mit defizitären Erfüllungsgraden sind mittels CFK-Lamellen zu verstärken.

Eine der grossen Herausforderungen des Verstärkungsvorschlags mittels CFK-Lamellen lag in den hohen Verankerungskräften aus den Lamellen und dessen Krafteinleitung im Verankerungsbereich der vorfabrizierten Brückenträger.

Geometrische Angaben der Brücken

Bezeichnung		Gesamtlänge	Spannweiten	Gesamtbreite
Brücke	**Fahrspur**	**[m]**	**[m]**	**[m]**
Mettlen	Altdorf	122	40 /42 / 40	10
	Zürich	152	4 x 38	10
Linden	Altdorf	526	40 / 7 x 42 / 40 / 4 x 38	10
	Zürich	536	40 / 10 x 42 / 2 x 38	10
Boli	Altdorf	288	40 / 4 x 42 / 2 x 40	10
	Zürich	332	40 / 6 x 42 / 40	10

FALLSTUDIE

A Simpson Strong-Tie® Company

FRP Systeme

▲ *Schutz gegen Delaminieren (C-Sheet Umwicklung)*

Produkte

- S&P C-Laminate
- S&P Resin 220
- S&P Resin 230
- S&P Resin 55
- S&P C-Sheet 240
- S&P Cleaner

Lösung und Kundenvorteil

Der durch den Projektverfasser vorgesehene Verstärkungsvorschlag mit vier übereinander verklebten hochmoduligen CFK Lamellen konnte durch S&P Schweiz mittels einer innovativen und wirtschaftlichen Lösung wesentlich optimiert werden. Durch speziell für dieses Projekt hergestellten hochmoduligen Lamellen mit einem Querschnitt von 336 mm^2 (120 x 2.8 mm) konnten die Applikationsarbeiten halbiert werden.
Durch die Entwicklung eines für die Baustelle zugeschnittenen Kleberaufziehgerätes und Abrollgerätes für die Lamellen durch S&P konnten weitere zeitersparende Vorteile für den Unternehmer generiert werden.
Im Bereich der Endverankerung der CFK-Lamellen an den Trägerenden wurde ebenfalls eine innovative Lösung durch die S&P Schweiz entwickelt. Die Haftzugfestigkeit des Betons der vorhandenen Träger reichte für die Verankerung der Lamellenkräfte und damit der Krafteinleitung aus den Lamellen in den Betonuntergrund nicht aus.
Durch Versuche an der EMPA Schweiz konnte ein System entwickelt werden, welches die Verbundfläche im Verankerungsbereich deutlich erhöht und somit die Verbundkraft beinahe verdoppelt. Zusätzlich zu diesem neu entwickelten System wurden die Verankerungsbereiche der übereinanderliegenden Lamellen gestaffelt und ausserdem durch C-Sheets gegen Delaminieren gesichert. Im Bereich der grössten Schubkräfte wurden die vorfabrizierten Träger durch Stahlkonstruktionen gesichert. Dies erhöht die Sicherheit gegen das Delaminieren, hervorgerufen durch mögliche auftretende Schubrisse und der daraus resultierenden Versatzbildung, ebenfalls.

Kontakt

S&P Clever Reinforcement Company AG
Seewernstrasse 127, CH-6423 Seewen/SZ

Tel: +41 41 825 00 70
www.sp-reinforcement.ch