

Egli, Fischer & Co. AG Zürich
CH-8022 Zürich

Prüfbericht Nr. 438'171

Prüfauftrag: Ermüdungstests an CLIC- Kunststoffschellen
Prüfobjekt: CLIC- Kunststoffschelle

Kundenreferenz: Herr Beat Aebi, Gotthardstrasse 6, CH-8022 Zürich
Ihr Auftrag vom: 24. März 05
Eingang des Prüfobjektes: 1.5.05
Ausführung der Prüfung: 31. Mai – 3. Juli 2005
Anzahl Seiten: 5
Anlagen: keine

INHALTSVERZEICHNIS

1	Auftrag und Problemstellung	2
2	Versuchsdurchführung	2
3	Versuchsergebnisse	3
	Literatur	

	Bitte beachten: Die rechtgültige Fassung dieses Prüfberichtes ist die unterzeichnete Papierversion!	
--	---	--

1 Auftrag und Problemstellung

Im Auftrag der Firma Egli, Fischer & Co. AG in Zürich untersuchte die Abteilung Ingenieur-Strukturen der EMPA Dübendorf das Ermüdungsverhalten des Produktes einer CLIC- Rohrschelle aus Polyamid-Kunststoff unter dynamischer Wechselbeanspruchung mit abschliessendem Test des Resttragverhaltens. Nach den Angaben des Auftraggebers werden die CLIC – Rohrschellen als Befestigung für Telekommunikationskabel in Tunneln eingesetzt.

2 Versuchsdurchführung

2.1 Ermüdungstests

Das Belastungsregime für die Prüfung hinsichtlich Ermüdung der Rohrschelle wurde von der Studie der DB AG, FTZ München „Aerodynamik“, die im Auftrag der ANDREW Kommunikationssysteme AG erstellt wurde [1], abgeleitet. In dieser Studie wurde die Last für einen Aufhängepunkt für ein Kommunikationskabel, wie ihn die CLIC – Rohrschelle darstellt und sich aus der Luftströmung bei der Durchfahrt eines Zuges ergibt, wie folgt berechnet.

P: $\text{kg}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$	= 0.1269	Luftdichte bei einem Druck von 1470 Pa
S: $\text{m}^2 = L\cdot D$	= 0.041	Kabelstrecke (frei hängend)
L: m	= 1	Distanz der Kabelaufhänger
D: m	= 0.041	Durchmesser des Kabels
V: m/s	= 49	Luftgeschwindigkeit
Cd	= 0.33	Aerodynamischer Gleichungs-Koeffizient

Mit einem dynamischen Sicherheitsfaktor von 6 [1] versehen, ergibt sich eine dynamische Last von

$$F_{dyn} = 0.5 * p * S * V^2 * Cd * 6 * 9.8 = 121.2N. [1] \quad (1)$$

Diese Kraft wurde als Ober- und Unterlast angenommen. Reibungseffekte, die zu einer Verminderung der dynamischen Last führen, blieben unberücksichtigt. Ein Meter Kommunikationskabel wog 1033 g. Daraus ergab sich eine zusätzliche statische Last von

$$F_{stat} = 1.033 * 9.81 = 10.13N. \quad (2)$$

Um diesen Betrag wurde die Lastamplitude der dynamischen Last um den Nullpunkt verschoben (Abb. 1). Die Frequenz der Sinuslast betrug 4 Hz. Die minimale Anzahl der Lastwechsel betrug 2 Mio. Eine Probe (Probe 1) wurde in Einbaurichtung (Abb. 2), eine zweite (Probe 2) senkrecht dazu belastet (Abb. 3). Der zweite Test diente zum Nachweis der Festigkeit des Verschlusses der Rohrschelle.

Die Ermüdungstests wurden an der Prüfmaschine Instron 1273 mit einer Kraftmessdose

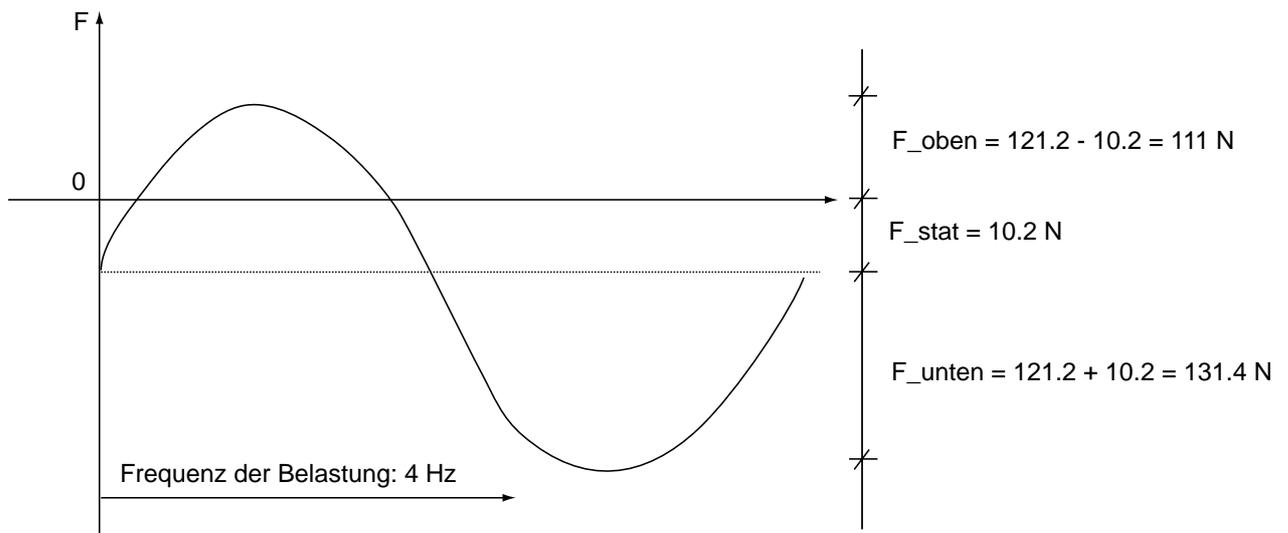


Abb. 1: Prinzipielle Belastung während des Ermüdungsversuchs

1000 N, SOP-Nr. A-5070, durchgeführt. Der Test der Probe 1 wurde am 15.6. 2005, der der Probe 2 am 25.6. 2005 gestartet. Jeder Versuch dauerte ca. 8.5 Tage. Die Lufttemperatur betrug 23°C und die relative Luftfeuchtigkeit 50% .

2.2 Statische Bruchtests

Am 31.05.05 wurden drei bis dahin nicht belastete Rohrschellen bezüglich Tragverhalten getestet. Die Tests wurden an der Prüfmaschine Instron 1273 mit einer Kraftmessdose 25000 N, SOP-Nr. A-4031, durchgeführt (Abb. 4). Nach dem Ermüdungstest wurden die bereits „ermüdeten“ Rohrschellen bis zum Bruch zur Prüfung ihrer Resttragfähigkeit belastet. Die Tests wurden an der Prüfmaschine Zwick / Z010, Kontrollnummer 32782 und einer Kraftmessdose 10000 N, SOP-Nr. A-5050, durchgeführt. Die Belastungsgeschwindigkeit betrug bei allen statischen Tests 5 mm / min .

3 Versuchsergebnisse

Die erste Rohrschelle (Abb. 2) erfuhr 3 Mio. Lastwechsel. Im anschliessenden statischen Test (Abb. 5, 6) wies sie eine Restbruchkraft von 1.57 kN auf. Die zweite Rohrschelle, in ihrer Belastungsrichtung um 90° versetzt (Abb. 3), erfuhr 2.9 Mio Lastwechsel. Im anschliessenden statischen Test (Abb. 7) wies sie eine Restbruchkraft von 1.84 kN auf. Nach den Ermüdungstests konnte keine, für die Ermüdung eines Polyamids übliche, weisse Verfärbung des Kunststoffes festgestellt werden.

Die statischen Bruchtests der drei Rohrschellen, in Einbaurichtung belastet (Abb. 4) und die keine vorherige Ermüdung erfuhren, ergaben maximale Kräfte entsprechend

Probe 3:	1.38 kN
Probe 4:	1.39 kN
Probe 5:	1.56 kN .

Der Mittelwert aller drei Proben beträgt 1.44 kN. Dieser Mittelwert liegt noch unter der Restbruchkraft der Probe 1 von 1.57 kN. Dies weist darauf hin, dass die CLIC-Rohrschelle auch nach einer hohen Anzahl von Lastwechseln (3 Mio.) keine Ermüdungserscheinungen aufwies. Unterstützt wird dies durch eine Beurteilung durch Augenschein, bei der keine Verfärbung des Kunststoffes festgestellt werden konnte.

Literatur

[1] Wormstall-Reitschuster, H.J., Druckbeanspruchung auf Antennenkabel im Tunnel, DB AG, FTZ München Aerodynamik FTZ 82, im Auftrag der ANDREW Kommunikationssysteme AG, 2000

Dübendorf, 12. Juli 2005
Prüfleiter:

Dr. Olaf Huth

Abteilungsleiter:

Prof. Dr. Masoud Motavalli



STS



Abb. 2: Ermüdungstest in der Prüfmachine Instron, Probe 1

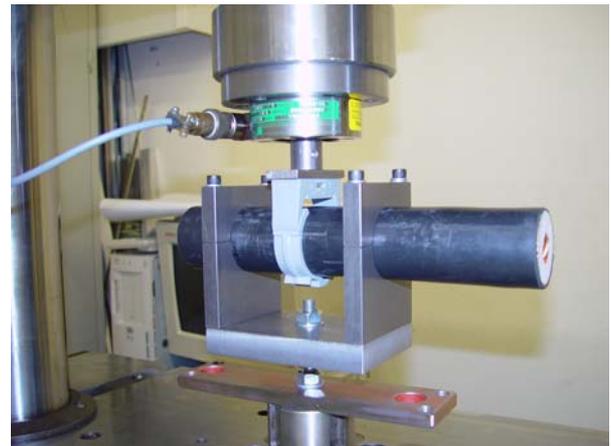


Abb. 3: Ermüdungstest, Rohrschelle um 90° versetzt, in der Prüfmachine Instron, Probe 2



Abb. 4: Statischer Bruchtest, Prüfmachine Instron, ohne vorherige Ermüdung, Probe 3

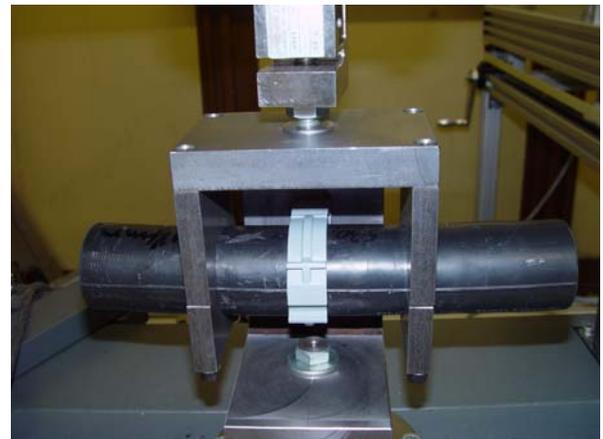


Abb. 5: Statischer Bruchtest, Prüfmachine Zwick, nach vorheriger Ermüdung, Probe 1

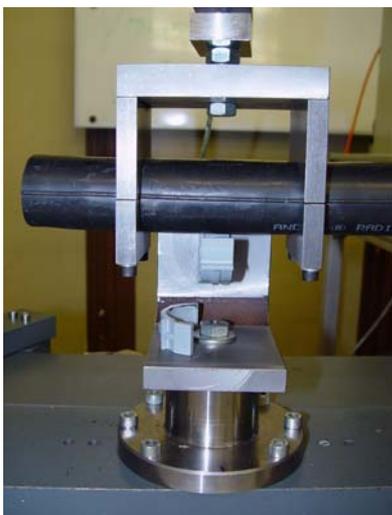


Abb. 6: Bruchbild der Probe 1 nach statischem Bruchtest



Abb. 7: Statischer Bruchtest, Rohrschelle um 90° versetzt, nach vorheriger Ermüdung, Probe 2