

Dünnwandiger Tübbing

Dünnwandiger und ressourceneffizienter Tübbing für den Tunnelbau

Programm / Ausschreibung	Bridge, Bridge - ÖFonds, Bridge Ö-Fonds 2020	Status	laufend
Projektstart	01.01.2022	Projektende	30.06.2025
Zeitraum	2022 - 2025	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	ressourceneffiziente Tübbinge, maschineller Tunnelbau, Traglaststeigerung		

Projektbeschreibung

Bei der Errichtung von Tunnelbauwerken mit der immer stärker verbreiteten kontinuierlichen Tunnelvortriebsmethode bilden Tübbingringe die erforderliche Tragstruktur um einwirkenden Beanspruchungen aus Gebirgs- und Wasserdruck entgegenzuwirken. Diese Tübbingringe setzen sich im Regelfall aus sechs bis zehn Tübbingsegmenten zusammen, die im Endzustand als Tunnelschale wirken. Durch eine mögliche Reduktion der Tunnelschalendicke können sowohl enorme Mengen an Betonkubatur als auch Ausbruchsmaterial eingespart werden. Der maßgebende Faktor bei der Bemessung und dem Design der überwiegend normalkraftbeanspruchten Tübbingsegmente, ist oftmals die Ausbildung der Tübbinglängsfuge. Um Abplatzungen im Fugenbereich zu vermeiden und eine wasserdichte Konstruktion herstellen zu können, wird im modernen Segmenttunnelbau die Kontaktfläche im Fugenbereich verkleinert. Die reduzierte Querschnittsfläche muss trotzdem die aus Gebirgs- und Wasserdruck resultierende Normalkraft aus dem Regelquerschnitt übertragen. Um die Tragfähigkeit des Bereiches der Tübbinglängsfuge steigern zu können, wurde am Institut für Tragkonstruktionen an der TU Wien ein neuartiges Bewehrungskonzept entwickelt. Mit Hilfe dieser Konstruktionsmethode stellt die Längsfuge nicht mehr das schwächste Glied im Tübbingring dar und die Gesamtdicke der Tunnelschale kann im Vergleich zu konventionellen Bauweisen signifikant vermindert werden. Aktuell liegt bereits eine österreichische und eine PCT - Patentanmeldung vor. Die nationale Patentphasen werden in Europa, USA, Kanada und China eingeleitet. Das Herzstück der Patentanmeldung des optimierten Bewehrungskonzeptes bilden Bewehrungsstäbe, die bis an die Kontaktfläche der Tübbinglängsfuge gezogen werden.

Auf Grundlage dieser Idee werden im Rahmen dieses Forschungsprojektes die Tragmechanismen unter Berücksichtigung der Herstellungs- und Einbautoleranzen untersucht. Neben dem Vergleich mit konventionell bewehrten Tübbingsegmenten soll im Zuge dieses Forschungsprojektes auch die Leistungsfähigkeit der Tübbinglängsfuge von stahlfaserbewehrten Tübbingsegmenten untersucht werden. Faserbetontübbinge gewinnen international immer mehr an Bedeutung, jedoch sind die normativen Grundlagen für eine vollständige Bemessung in Österreich und Mitteleuropa noch nicht vorhanden. Deshalb sollen grundlegende Erkenntnisse zu stahlfaserbewehrten Lastübertragungszonen gewonnen werden. Eine erstmalige direkte Gegenüberstellung der unterschiedlichen Bewehrungskonzepte inklusive einer Hybridvariante soll Aufschluss über das Leistungsspektrum und die Grenzen der Einsatzbereiche geben. Das Versuchsprogramm zur Bestimmung des Tragverhaltens von Tübbinglängsfugen beinhaltet:

- Prüfkörper mit konventioneller Bewehrung als Referenzversuche,

- Prüfkörper mit Stahlfaserbewehrung,
- Prüfkörper mit dem optimierten Bewehrungskonzept,
- Prüfkörper mit hybrider Bewehrungsausführung (Stahlfasern und Stabbewehrung)

Mit Grundlagenversuchen und Großversuchen in einer Prüfeinrichtung mit einer Maximalkraft von 18 MN wird die Datenbasis zur Überprüfung der bestehenden Bemessungskonzepte für Tübbinglängsfugen geschaffen.

Ein Bemessungsmodell auf mechanischen Grundlagen soll für den durch Leiterbewehrungen umschnürten Diskontinuitätsbereich in der Tübbinglängsfuge aufgestellt werden. Das Bemessungsmodell soll auch für nach dem neuen Bewehrungskonzept der TU Wien ausgebildete Längsfugen anwendbar sein. Es wird erwartet, dass die Quantifizierung des Ressourcenverbrauchs für die unterschiedlichen Bewehrungsarten zeigen wird, dass mit dem Bewehrungskonzept der TU Wien erhebliche Einsparungen möglich sein werden.

Abstract

When building tunnels using the continuous tunneling method, the segmental lining withstands the acting loads caused by the soil and water pressure. The tunnel lining is usually consisting out of six to ten tunnel segments (tubbings), which in the final state act as a tunnel shell. By reducing the thickness of the tunnel shell, enormous amounts of concrete cubature and excavated material can be saved. The decisive factor for designing tunnel segments, which is typically dominated by normal forces, depends on the design of the longitudinal joint. In order to avoid spalling the cross-sectional area in the joint is reduced. The reduced cross-sectional area must still transfer the normal force resulting from the soil and water pressure which is acting in the standard cross-section. In order to be able to increase the load-bearing capacity of the longitudinal joint, a new type of reinforcement concept was developed at the Institute for Structural Engineering at TU Wien. With this construction method, the longitudinal joint is no longer the weakest part of the tunnel lining and the overall thickness of the tunnel structure can be significantly reduced compared to conventional construction methods. An austrian and a PCT - patent application have already been filed. The national patent phases have been entered in Europe, USA, Canada and China. The idea of the patent application for the new reinforcement concept are reinforcing bars, which are located next to the cross-sectional area of the longitudinal joint.

Based on this idea, the structural behaviour of the longitudinal joint of tunnel segments will be investigated considering the manufacturing and installation tolerances. Additionally, a comparison of the conventional reinforced tunnel segments, the TU Wien approach, steel fibre reinforced tunnel segments and a hybrid design will be investigated. For the international market fiber-reinforced tunnel segments are becoming more and more important. In Austria the regulations for designing steel fiber reinforced tunnel segments are not fully available yet. Therefore, basic knowledge about steel fiber reinforced longitudinal joints should be gained. In this research project it is the first time that an experimental comparison of the different reinforcement concepts is done. It is expected to receive the range of application possibilities and the limits of the different reinforcement types. The test program for determining the load-bearing behaviour of the different approaches for the longitudinal joints includes:

- test specimens with conventional reinforcement,
- test specimens with steel fiber reinforcement,
- test specimens with the optimized reinforcement concept,
- test specimens with hybrid reinforcement (steel fibers and optimized reinforcement concept)

With fundamental tests and large-scale tests in a test facility with a maximum force of 18 MN, the database for checking the existing design concepts for longitudinal joints is created.

A design approach based on mechanical basics is to be set up for the discontinuity area in the longitudinal joint of the

segment, which is confined by transversal reinforcement. The design model should also be applicable for longitudinal joints designed according to the new reinforcement concept of the TU Wien. It is expected that the quantification of the resource consumption for the different types of reinforcement designs will show that the TU Wien approach will lead to significant savings.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- STRABAG AG