

Master-Thesis

Tragverhalten von vorgespannten Nagelwänden

Durchführung und Auswertung von Zentrifugenmodellversuchen

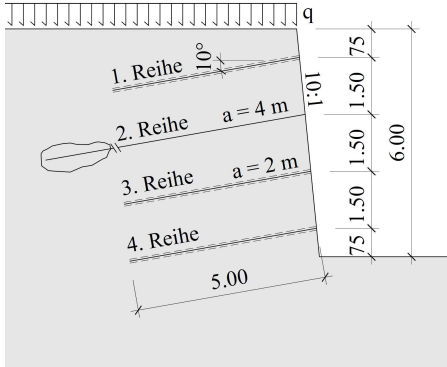


Bild 1: Systemskizze Modellversuch

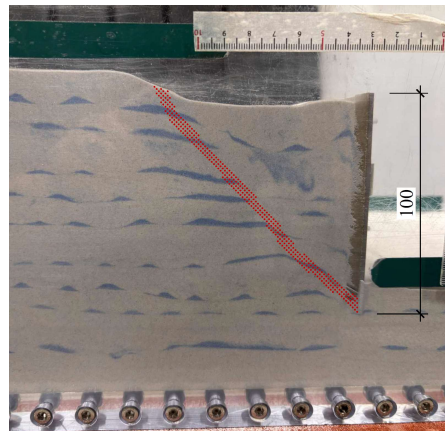


Bild 2: Zentrifugenmodell im Bruchzustand

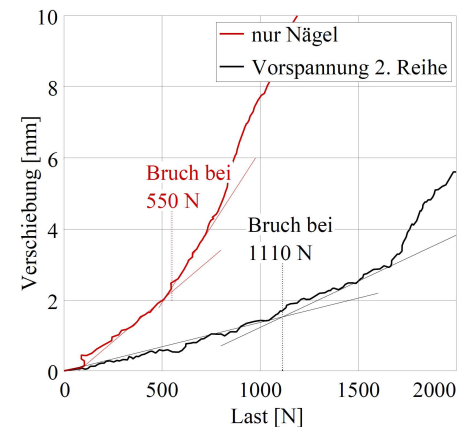


Bild 3: Verschiebungs-Lastdiagramm



Bild 4: Nägel

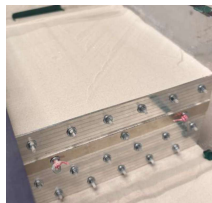


Bild 5: Nagelwand



Bild 6: Vorspannung

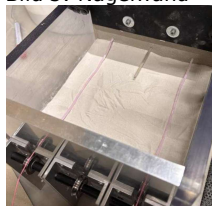


Bild 7: Anker

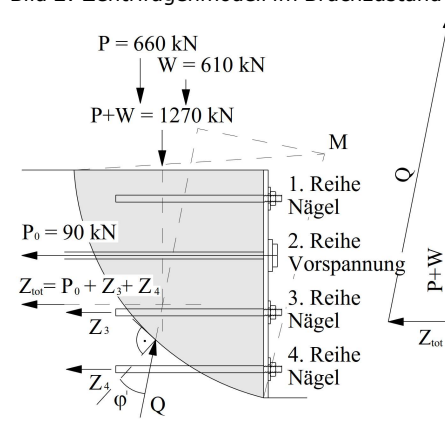


Bild 8: Grafische Nachrechnung Bruchzustand

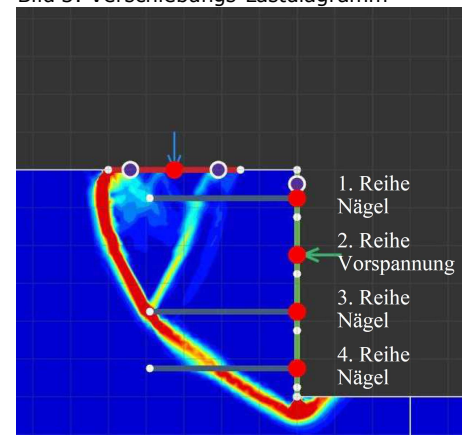


Bild 9: Numerische Analyse; Scherdehnungen

Problemstellung

Nagelwände stellen einen wirtschaftlichen Baugrubenabschluss dar, dessen Tragwirkung auf der Mobilisierung von Zugkräften in Nägeln beruht. Diese Mobilisierung erfordert Verformungen des Gesamtsystems. Um unerwünschte Verformungen zu verhindern, werden zunehmend vorgespannte Anker eingesetzt.

In kombinierten Systemen aus Nägeln und vorgespannten Ankern entsteht ein Zielkonflikt zwischen Verformungsbegrenzung und Kraftmobilisierung. Die zentrale Fragestellung dieser Arbeit lautet, ob Nägel trotz vorhandener Vorspannung die im Tragsicherheitsnachweis angesetzten Zugkräfte mobilisieren können.

Lösungskonzept

Zur Eingrenzung der Fragestellung wurde das Tragverhalten einer vorgespannten Nagelwand experimentell und numerisch untersucht.

Zunächst wurde eine typische Nagelwand bemessen und anschliessend zu einem kombinierten System mit vorgespannten Ankern modifiziert (Bild 1). Die Lage der Vorspannung wurde variiert.

Die vorgespannte Nagelwand wurde nach den Gesetzen der Zentrifugenmodelltechnik skaliert und getestet (Bild 2). Ergänzend wurden Ausziehversuche an Modellnägeln durchgeführt, um die Mantelreibung in Abhängigkeit der Verformungen zu ermitteln. Der verwendete Baugrund wurde für die anschliessenden numerischen Berechnungen parametrisiert.

Abschliessend erfolgten analytische Nachrechnungen des Bruchzustandes (Bild 8) zur Ermittlung der Nagelkräfte. Zusätzlich wurden mittels der Finite-Elemente-Methode die durchgeführten Versuche nachgerechnet (Bild 9) um zu prüfen, ob eine Korrelation zwischen physikalischen Versuchen und numerischen Modellen besteht.

Folgerungen

Die Zentrifugenmodellversuche deuten darauf hin, dass die Nägel ihren äusseren Tragwiderstand im Grenzzustand der Tragsicherheit erreichen. Zudem zeigt das kombinierte System eine höhere Systemsteifigkeit (Bild 3). Die Mobilisierung der Nagelkräfte konnte nicht abschliessend untersucht werden. Die numerischen Modelle zeigen eine gute Übereinstimmung mit den physikalischen Versuchen, insbesondere hinsichtlich der Bruchlast und der horizontalen Wandverformung.

Angelo Botrugno

Advisor

Prof. Dr. André Arnold

Experte

Dr. Andreas Schmid

Kooperationspartner

Ghelma AG Spezialtiefbau



MASTER OF SCIENCE
IN ENGINEERING