



Einfluss von Erdbeben auf Brückentragwerke

VERHALTEN VON BRÜCKEN ° MIT ELASTISCHEN AUFLAGERN IM ERDBEBENFALL

Überblick

- Einleitung
- Vergleich RB-Lagern und PTFE-RB-Lagern
- Shaking-Table-Test
- Analytische Simulation
- Vergleich der Ergebnisse

Einleitung

- Chi-Chi-Erdbeben 21.9.1999 – TAIWAN
- 1100 Brücken betroffen
 - 90% beinahe Beschädigungsfrei
 - Im Vergleich zum Kobe-Erdbeben sehr wenig
- Ausführungsfehler...?
 - Elastische Auflager ohne Verankerung verwendet
 - Gleitmöglichkeit hatte signifikante Auswirkung auf Verhalten des Oberbaus

Vergleich RB-Lagern und PTFE-RB-Lagern

- Reibungskoeffizienten von RB/PTFE
 - RB – auf Zement-Mörtel
 - RB – auf Stahl-Platten
 - PTFE-RB – auf Stahl-Platte
- Prüfkonfiguration

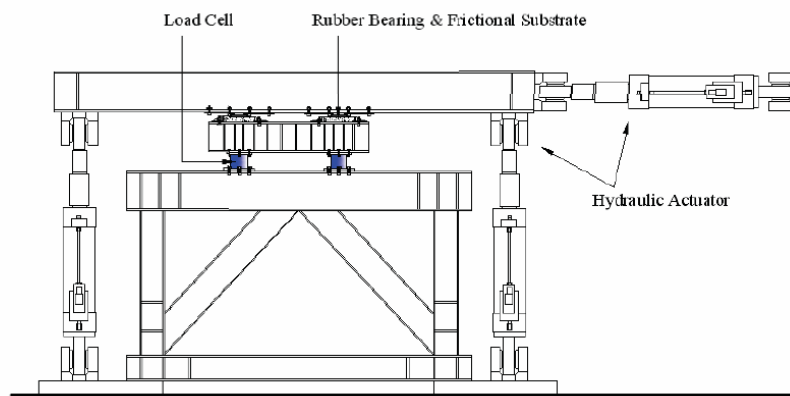


Figure 1 Test setup of the friction coefficient test



Figure 6 Installation of bearing

Vergleich RB-Lagern und PTFE-RB-Lagern

- Die Auflager

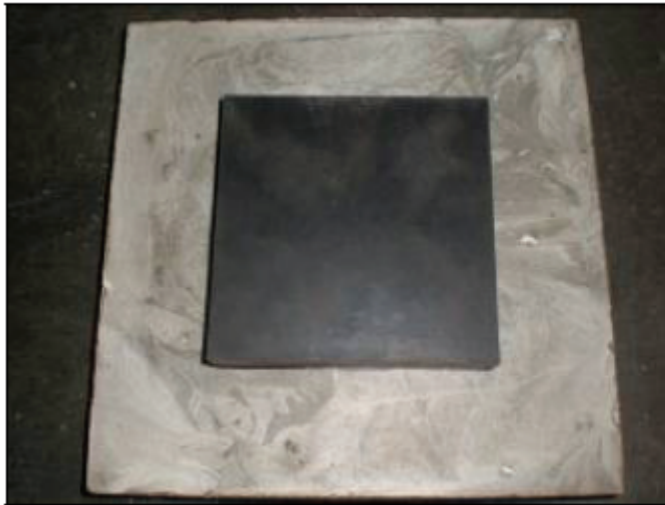


Figure 2 RB bearing

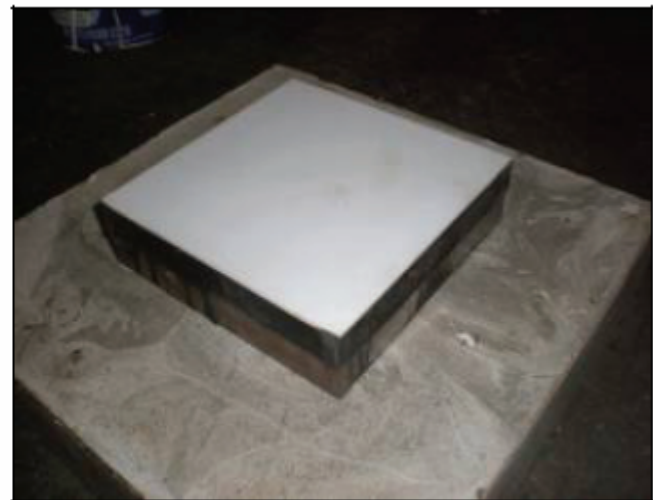


Figure 3 PTFE-RB bearing

Vergleich RB-Lagern und PTFE-RB-Lagern

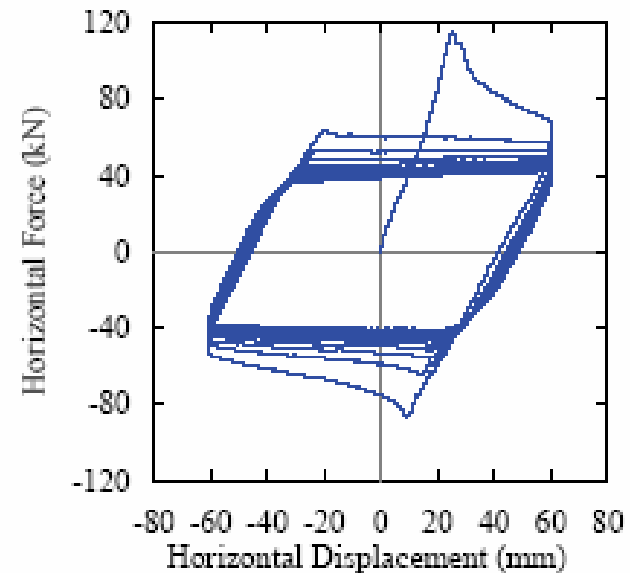
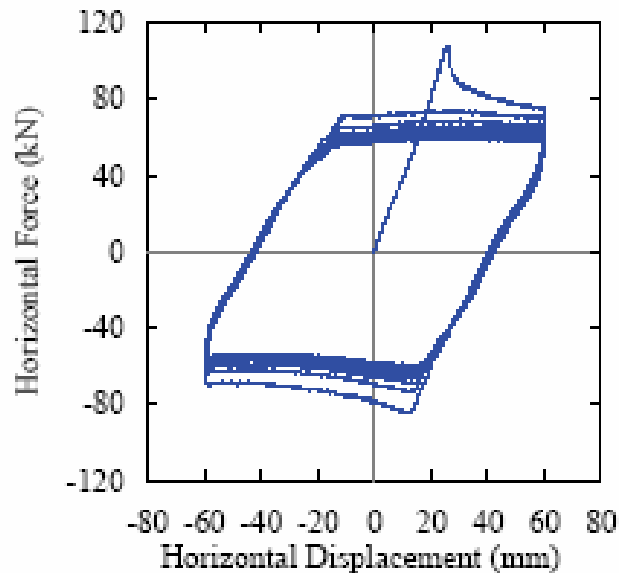
- Versuche mit 14 Lastwechseln
- Ergebnisse:
 - Rapider Abfall von Reibungskraft nach 1. Lastwechsel
 - Weiter Abfall bei folgenden Lastwechseln
 - Reibbeiwerte
 - RB/Zement und RB/Stahl → 0,2-0,4
 - PTFE/Stahl → 0,1-0,2

Vergleich RB-Lagern und PTFE-RB-Lagern

Table 1 Summary of the friction coefficient test results

Group	Friction surface	Case	Velocity (mm/sec)	Friction coefficient		
				Maximum	Minimum	Average
RB	cement mortar	1	1.06	0.378	0.346	0.358
		2	50	0.299	0.248	0.267
		3	150	0.229	0.169	0.192
		4	300	0.231	0.168	0.193
	steel plate	5	1.06	0.417	0.371	0.388
		6	50	0.536	0.422	0.467
		7	150	0.477	0.359	0.409
		8	300	0.498	0.386	0.434
PTFE-RB	steel plate	9	1.06	0.130	0.101	0.112
		10	50	0.175	0.138	0.152
		11	150	0.193	0.158	0.171
		12	300	0.213	0.172	0.188

Vergleich RB-Lagern und PTFE-RB-Lagern



Shaking-Table-Test

- 2 Modelle im Maßstab 1:7,5
 - Schiefgelagerte Brücke
 - Gerade Brücke
- Gleiche Lager wie bei Reibungstests
- Belastung wie bei El Centro – Erdbeben
 - 0,1 – 0,7g
- „Nordauflager“ – RB und PTFE
- „Südaflager“ – nur RB

Shaking-Table-Test

- Versuchsaufbau

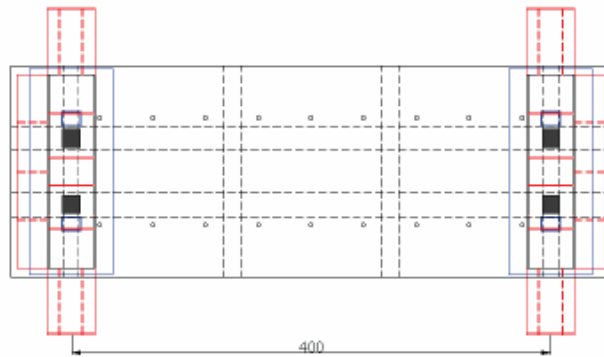


Figure 8 regular bridge model

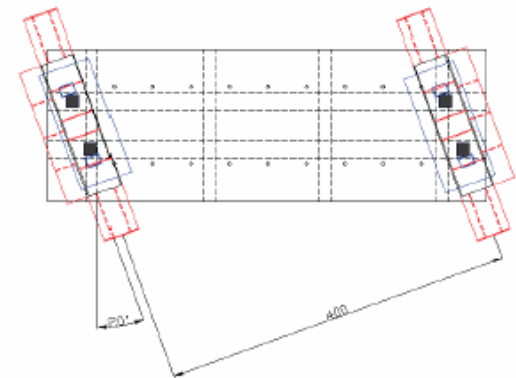
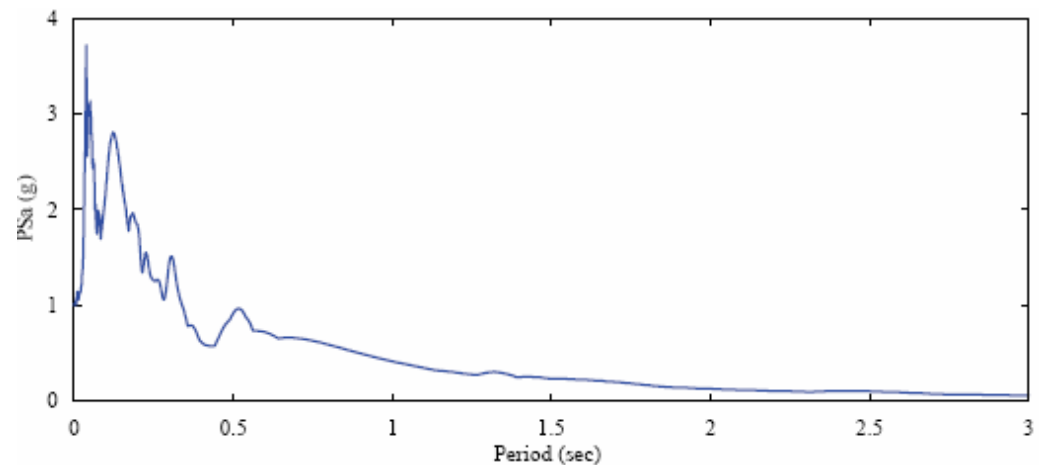
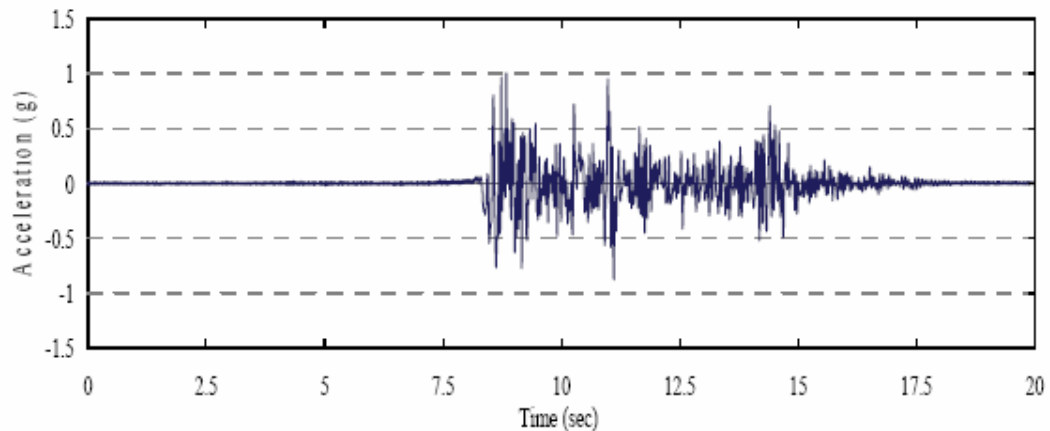


Figure 9 skew bridge model

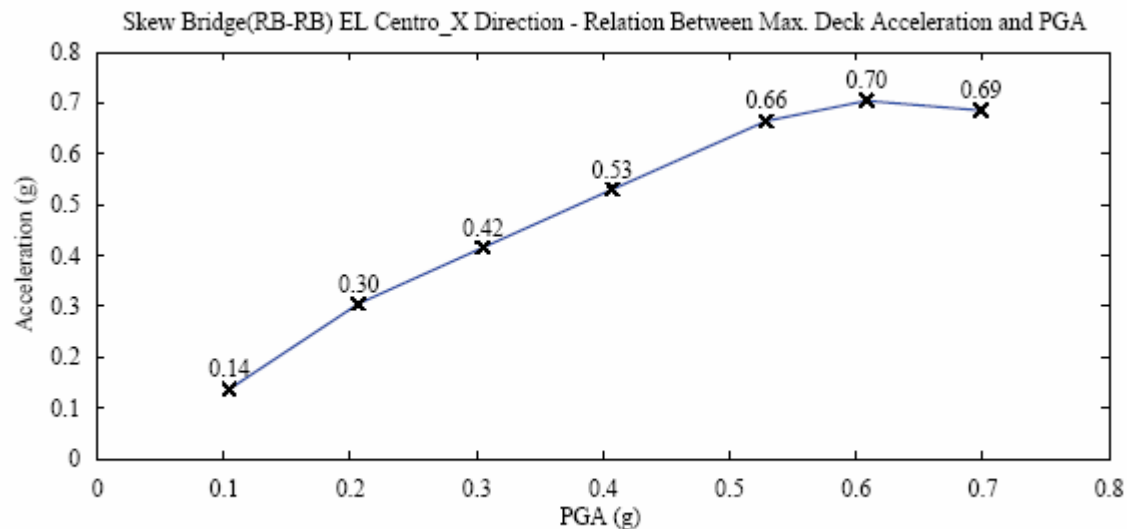
Shaking-Table-Test

- Zeitverlauf- und Antwortspektrum



Shaking-Table-Test

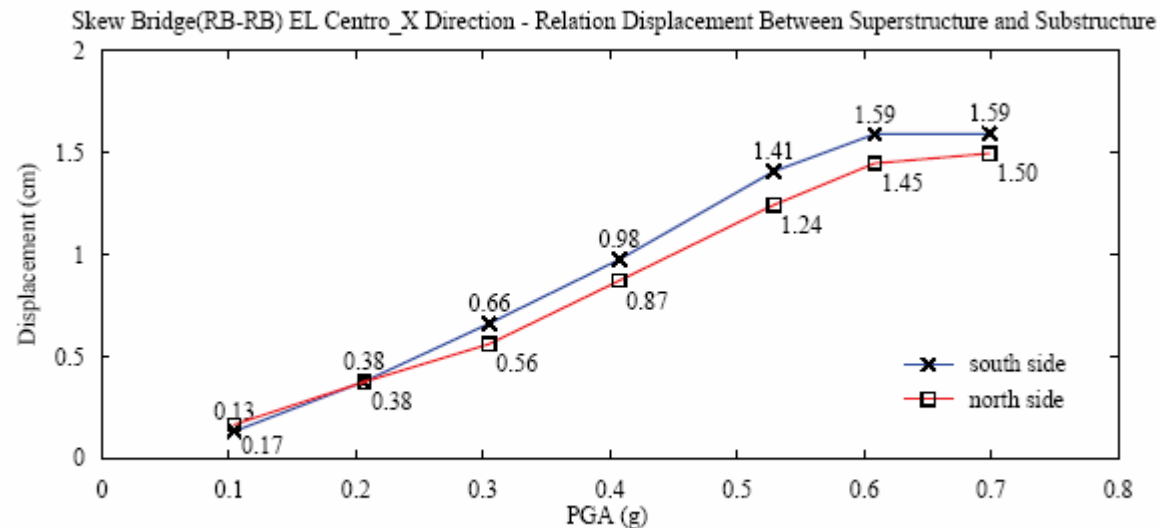
- Verlauf von Oberbaubeschleunigung zur Maximalen Bodenbeschleunigung



(a) RB-RB case

Shaking-Table-Test

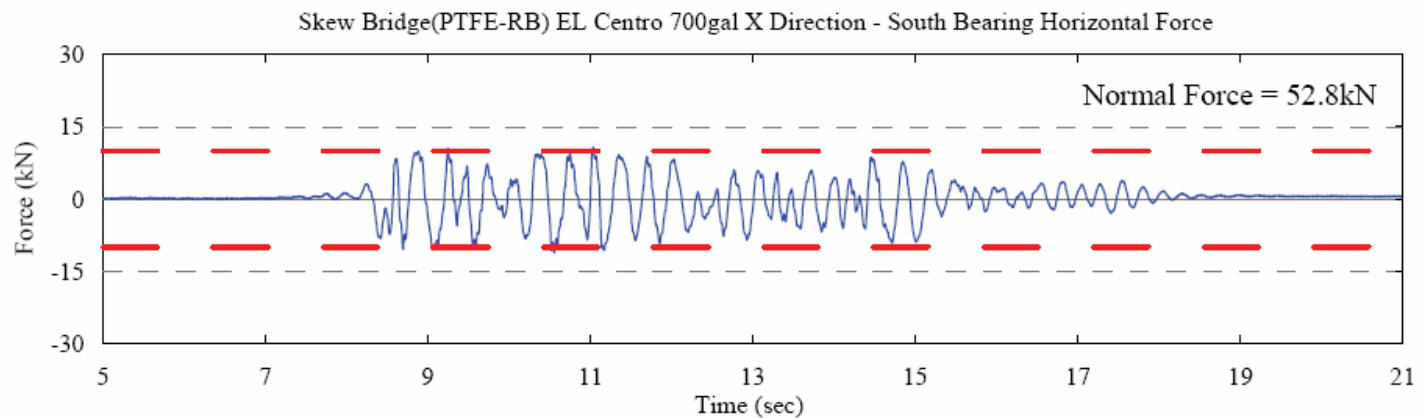
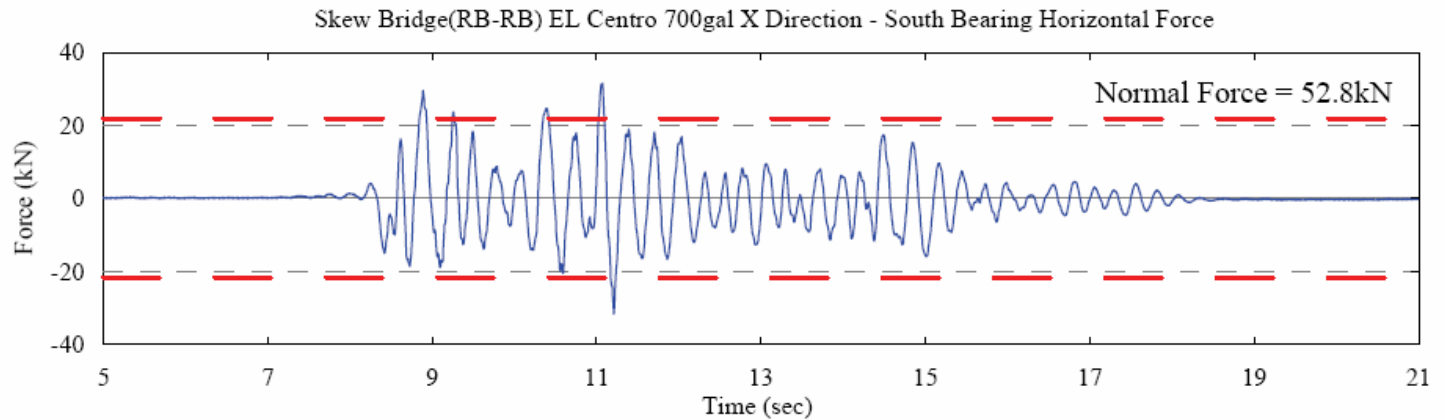
- Verlauf von Verschiebung zur Maximalen Bodenbeschleunigung



(a) RB-RB case

Shaking-Table-Test

- Querkraftentwicklung in der Stütze




Analytische Simulation

- Mit Programm SAP200N
- Annahme:
 - Reibungskoeffizient RB → 0,4
 - Reibungskoeffizient PTFE → 0,2

Vergleich der Ergebnisse

- Gute Übereinstimmung bei Einwirkung
- Schlechte Übereinstimmung bei Verschiebung (aber auf sicherer Seite)



VERHALTEN VON BRÜCKEN
BEI BODENVERFLÜSSIGUNG
AM BEISPIEL DER LEUW-MEI-
BRÜCKE

LUEW – MEI – Brücke (1998)

- Technische Fakten:
 - 7 Felder: von 21-28m
 - Mittleres Feld 140m mittels Stahlbogen überspannt

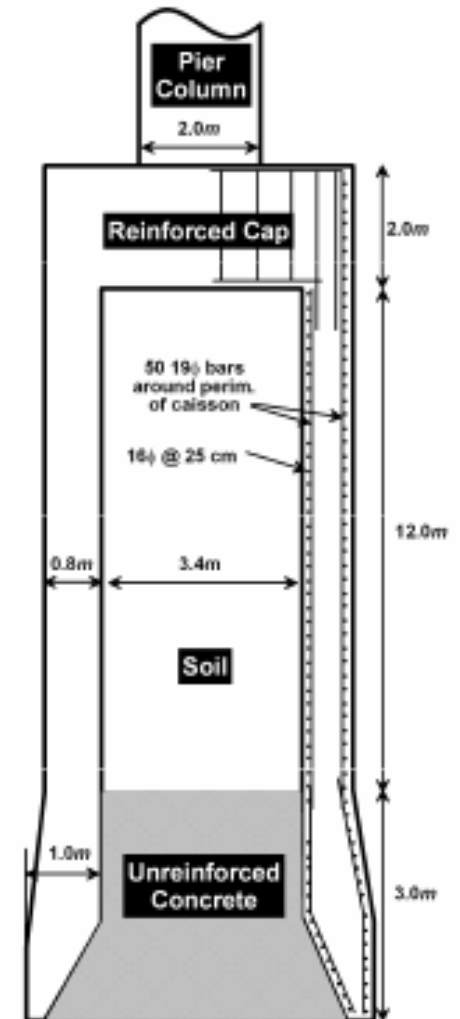


Statisches Konzept

- Hauptträger
 - aus Stahl
- Querträger
 - aus Betonquerschnitt
- Brückenpfeiler
 - Betonquerschnitt
 - Durchmesser 2m

Gründungen

- Plattenfundament
- Senkkasten aus Stahlbeton:
 - Durchmesser 5m
 - Außen: 80cm STB-Ring
 - Innen: Erde
 - Unten: 3m unbewehrter Beton
 - Oben: STB- Kappe



Schäden an der Brücke

- Horizontale Verschiebung
 - von 1m
 - Gemessen nach dem Erdbeben
- Vertikale Verschiebung
 - 20 cm
- Querträger
 - zerstört durch die starke Bodenbewegung
- Keine Verschiebung und Beschädigung der Fundamente

Bodenverhalten

- Bodenverflüssigung bereichsweise zu erkennen
 - Auf Grund von jungen Flussbankablagerungen auf beiden Seiten des Flusses
- Bodenverformung 25cm gemessen nach Beben

Besonderheiten

- In der Brückenachse keine Verformung des Bodens, NUR stromauf- und – abwärts
- 2 Gründe:
 - Boden in Brückenachse stabiler
 - Brücke „zwingt“ dem Boden eine Druckkraft auf → Zusammenhalt der Körner

Bodenuntersuchungen

- Sandablagerungen stromauf- und abwärts gefunden
 - Sollten die Verformung von 25cm verursacht haben
- Entlang der Brückenachse
 - geringer Gehalt an Feinanteilen
- Untersuchung mittels Schlagtest

Schlussfolgerungen dieser Tests (1)

- Verschiedene Bodendeformationen können nicht allein den Unterschiedlichen Bodeneigenschaften zugeschrieben werden
 - Beide Bodenarten hätten sich verflüssigt
- Brücke hat Einfluss auf den Boden
 - Klemmwirkung durch Brückengewicht
 - Brücke widerstand den seitlichen Verformungen des Bodens

Schlussfolgerungen dieser Tests (2)

- Bei Bodenverflüssigung
 - Brücke kann dadurch vertikal verschoben werden
- Wie behebt man diesen Schaden?
- Wie schnell kann man ihn beheben?
- Benützung durch Einsatzfahrzeuge?

Forschungsergebnisse / -bedarf

- Tiefe Fundamente reduzieren die seitliche Verschiebung
- Klemmwirkung der Brücke auf den Boden
- Rechenmethoden sind in Entwicklung



DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT