Bautechnische Forschung mit Erdbebensimulatoren

Autor(en): **Garratt, John**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 21

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85468

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

rect), man power and materials is necessary to realize a given energy supply policy and when are they demanded?

This module which will run in the beginning as a satellite module is planned to endogenously dynamize the I-O coefficients of the macroeconomic module if fully integrated in the model system.

The optimization module

This module is used for *transforming the simulation model* (with variable participation of modules) which so far could only answer the question "What will happen, if..." into a model which can give answers to the question "What has to be done in order to reach a specific goal or development". The mathematical algorithm for transforming the descriptive model into a goal oriented one belongs to the family of the so-called "Direct Search Methods". In the optimization module, which is only very loosly linked to the module sequence which is to perform the model run, the kind of optimization algorithm can be chosen - there are seven different ones in the model library - ,the boundary conditions have to be set, the parameters to be involved in that specific optimization procedure are determined and the utility function is defined. In most cases the utility function is defined as an integral over time of the deviations of the calculated values from the preset values.

This optimization procedure has the unquestionable advantage that the entire model with all its non-linearities, differential- and integral equations remains as it is without any simplification for calculatory reasons.

The data model interface (DMI)

For operationality and comfortability reasons this interface was developed which enables the model user to handle the model in a - compared with its complexity - very simple way. The DMI, being a kind of master program in which all modules, data bases and method bases are embedded, serves for the selection of the modules which shall perform the model run, it then decides which data must be read in from the data base, characterizes which variables are exogenous or endogenous or both, gives a warning if a variable is evaluated in two or more modules and thus determines the feed back loops occuring between the various modules. Since most of these feedbacks lead to simultaneous equations, the DMI also serves for solving these equations by a perturbations theoretical approach.

With the help of DMI the start and the end of the simulation period is fixed, the integration intervals are determined and the time steps of in- and output are chosen. This output can then be displayed in a conversational mode either in form of numerical tables or plots in various formats.

References:

[1] *Drepper, F., Egberts, G., Heckler, R., Patzak, R., Rath-Nagel, St., Reents, H., Schmitz, K., Schöler, U., Schwefel, H. P., Voss, A., and Wagner, J. J.:* "A Model System for Analyzing the Development of the Energy System in the Federal Republic of Germany". IIASA Workshop on Energy Strategies Conception and Embedding, International Institute for Applied Systems Research, Schloss Laxenburg, Austria, 17/18 May 1977

[2] *Heckler, R., Patzak, R., Reents, H., Schmitz, K., Schöler, U., Schwefel, H. P.:* "A Dynamic Model for the Countries of the European Communities". Report for the European Communities, Brussels, June 1977

[3] *Heckler, R., Patzak, R., Reents, H.:* "Effects of Alternative Technologies on the Final Energy Demand Sector". Proceedings of the International Conference on Energy Use Management; Tucson, Arizona, October 1977

[4] *Patzak, R.:* "Incentive Tax Policy" im Umweltschutz - Sozialkosten der Energie. Die Industrie, vol. 75, no. 30, July 1975

[5] *Drepper, F.:* "A Data - Model Interface for Modular Dynamic Simulation", in preparation

[6] *Schwefel, H. P.:* "Numerische Optimierung von Computer-Modellen mittels der Evolutionsstrategie". Birkhäuser Verlag, Basel 1977

Adresse des Verfassers: *Dr. R. Patzak,* Kernforschungsanlage Jülich, Systemforschung und Technologische Entwicklung, D-5170 Jülich.

Bautechnische Forschung mit Erdbebensimulatoren

Von John Garratt

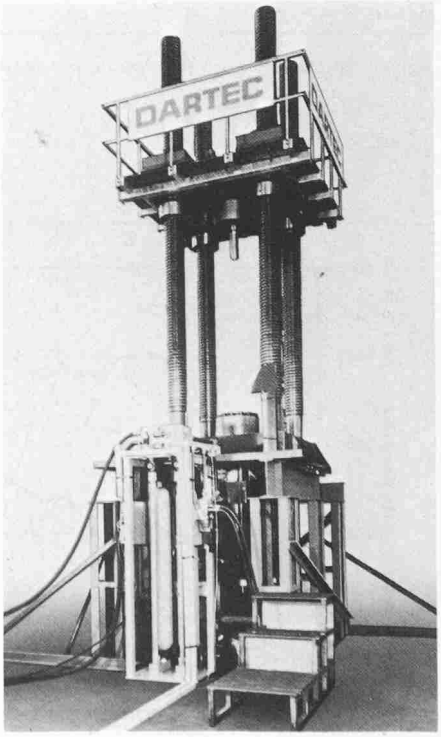
Erdbeben richten immer wieder verheerende Verwüstungen an und fordern ungezählte Menschenleben. Dank wissenschaftlichen Fortschritten im Maschinenbau konnten jedoch in den vergangenen Jahren umfassende Forschungsarbeiten über alle Aspekte von Erdbeben durchgeführt werden.

Das Schwergewicht ihrer Bemühungen legten die Forscher dabei auf Möglichkeiten, den Einsturz von Gebäuden bei Erdbeben zu verhindern. Eine der Institutionen, die sich mit diesem Thema befassen, ist die Universität Canterbury in Neuseeland. Ihre Wissenschaftler konzentrieren sich in erster Linie darauf, Richtlinien für Entwurf und Konstruktion von Bauwerken zu erarbeiten, die auch starken Erdbeben standhalten können. Ihr Ziel ist die Entwicklung erdbebensicherer Bauweisen durch Untersuchungen über die Beschaffenheit von Bauprofilen, die Wahl von Baumaterialien und die Bauverfahren als solche.

Eine Methode, Konstruktionen und Materialien auf ihre Erdbebensicherheit zu prüfen, besteht darin, grosse Teile von Bauwerken erdbebenartigen Bedingungen auszusetzen. Dies wird in Neuseeland mit Hilfe der Dartec-Testmaschine versucht.

Die Maschine, die von der britischen Firma Dartec entworfen und hergestellt wurde, erzeugt zyklische Kräfte und Spannungen zur Simulierung der Belastungen, denen ein Gebäude während der seismischen Bewegungen eines Erdbebenstosses ausgesetzt ist. Auf diese Weise wollen die Forscher an der Universität Canterbury zuverlässige Richtwerte für den Bau von erdbebensicheren Hochhäusern zusammenstellen.

Um den Auftrag für diese Maschine



Gesamtansicht des Dartec-Erdbebensimulators wie er an die Universität von Canterbury, Neuseeland, geliefert wurde

hatten sich auch Hersteller von Testausrüstungen in den Vereinigten Staaten und in der Bundesrepublik bemüht. Die 1000-t-Testmaschine ist die grösste derartige Maschine, die jemals von einer britischen Firma exportiert worden ist. Sie wurde eigens zum dynamischen Testen grosser Gebäudeteile durch die Simulierung von Erdbebenstössen in wirklichkeitsgetreuer Stärke und Häufigkeit konzipiert. Sie wird elektronisch gesteuert und kann sowohl mit Zug wie auch mit Druck testen.

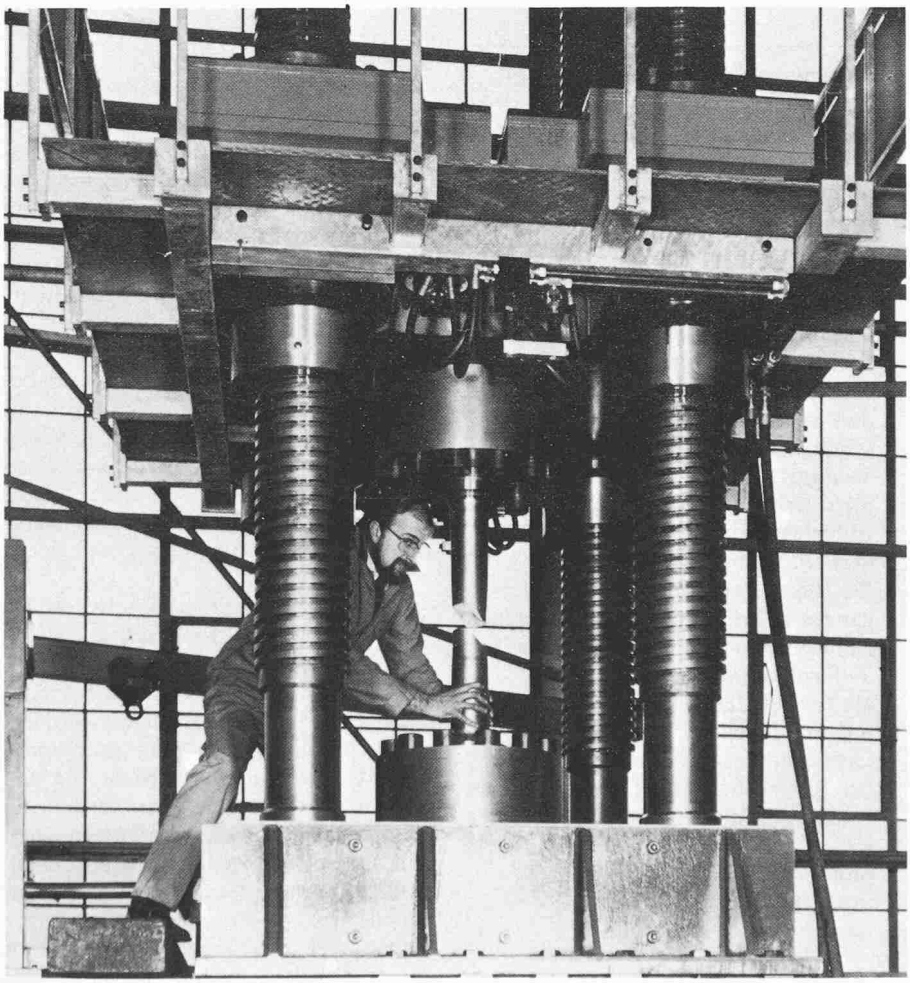
Die Testmaschine

Das Belastungsgestell ist über 8 m hoch und wiegt 35 t. Der für den Prüfteil verfügbare Raum wird eingestellt, indem die obere Traverse mit vier synchronisierten Hydromotoren verfahren wird, was eine maximale lichte Weite von 4 m ergibt. Zur leichten Zugänglichkeit für sehr grosse Prüflinge sind die senkrechten Gewindesäulen im Abstand 1000×750 mm angeordnet.

Die Maschine wird in einer grossen Grube installiert, so dass sich der Untertisch in Bodenebene befindet. Sie besitzt ein 224-kW-Hydraulikaggregat; zwei grosse Speicher nehmen zusätzliches Hydrauliköl auf, um für den ersten Bewegungsimpuls, der bei einem Erdbeben sehr stark ist, zusätzliche Energie bereitzustellen.

Die von der Maschine angewendete Kraft wird durch das mit geschlossenem Regelkreis arbeitende hydraulische Dartec-Servosystem überwacht, welches den tatsächlichen Belastungswert mit dem Sollwert vergleicht.

Trotz der Grösse des für die Belastung notwendigen Hydrozylinders spricht die Maschine innerhalb von 0,02 s an. Es ist somit möglich, die Maschine durch Magnetbandsignale zu steuern, die von tatsächlichen Erdbeben aufgenommen wurden, oder es können Spezialprogramme erstellt werden, um an den Prüflingen in der Maschine Erdbebenbedingungen zu simulieren. Das Gestell besteht aus vier in einem stabilen Unterbau eingelassenen Gewindesäulen mit einer Traverse, die ein leicht bedienbares Positioniersystem darstellen. Bei dem hydraulischen Stellantrieb im Unterbau handelt es sich um eine reibungsarme Einheit, die zur Belastungsmessung ein Differentialdrucksystem benutzt und auch mit Hubmesseinrichtungen versehen ist; eine vorhandene MTS-Presse kann im Rahmen eingebaut werden.



Untersuchung eines Prüflings im Simulator

Steuerung

Die Hauptsteuertafel der Maschine ist bedienungsleicht gestaltet und ermöglicht manuelle und automatische Steuerung. Sie wird durch einen Taktfunktionsgenerator, eine Digitalanzeige und eine umfassende Schalteinheit zu einer kompletten Steuer-, Anzeige-, Programmier- und Schalteinheit ergänzt, die in einem 483 mm grossen Bodenschrank untergebracht ist. Zwei Druckknöpfe steuern die Auf- und Abbewegung der Traverse an den Gewindesäulen, zwei andere die Kolbenbewegung. Die auf diese Weise auf den Kolben anwendbare Belastung wird durch einen Vorgabewert begrenzt, so dass ein Prüfteil ohne Rückgriff auf die Steuertafel in die Maschine eingesetzt werden kann.

Eine kleine Potentiometerregelung kann so eingestellt werden, dass sich der Kolben direkt in eine voreingestellte Position bewegt, wenn an der Hauptsteuertafel die Stellung «Straining Unit» gewählt wurde. Diese Steuerung gilt auch für wiederholtes Testen.

Neben der Maschine befindet sich eine Servoventil/Speichereinheit, die die Kraft für kurzzeitiges Hochgeschwindigkeitstesten liefert. Wahlweise ist auch eine zusätzliche Kraftmessdose mit einer Leistung von 1 MN erhältlich, die gemäss der einschlägigen britischen Norm BS 1610 für Grade A geeicht ist und den Bereich der Maschine bis hinunter zu 10 kN erweitert. Mit einer wahlweise lieferbaren Belastungssignaleinheit kann die Maschine durch am Prüfling angeordnete Dehnungsmesser überwacht und gesteuert werden. Ein Hilfseingang ermöglicht die Benutzung eines LVDT (Linear Variabler Differential-Transformator), so dass die Prüflingsposition überwacht und reguliert werden kann.

Zusammen mit hydraulischen Servozylindern einer Leistung von 5-2000 kN ist standardmässig eine Vielzahl von Elektronikgeräten lieferbar. Weitere zugehörige Geräte sind XYZ-Schreiber, eine dynamische Anzeigeeinheit und Programmiereinrichtungen.

Technische Daten:

Leistung	10 MN
Horizontale lichte Weite	1000×750 mm
Vertikale lichte Weite	4 m
Hub des Stellantriebs	150 m
Verfahrgeschwindigkeit Traverse	300 mm/min
Servoventil (für Hauptstellantrieb)	2×228 l/min
Maximale Geschwindigkeit bei Nullast und Pumpenförderleistung von 286 l/min	861 mm/min