



Report

A software tool for the analysis, design and monitoring of cable-stayed bridges

Author(s):

Pedrozzi, Pietro

Publication Date:

2004

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004778830> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Dissertation ETH No.15603

A Software Tool for the Analysis, Design and Monitoring of Cable-Stayed Bridges

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH
for the degree of
Doctor of Sciences ETH

presented by

Pietro Pedrozzi
Dipl. Bau-Ing. ETH
born 21 November 1975
citizen of Pregassona TI

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Edoardo Anderheggen, examiner
Prof. Dr. sc. techn. Mario Fontana, co-examiner
Dr. sc. techn. Mike Schlaich, co-examiner

2004

Abstract

Of the newly-built bridges, cable-stayed bridges are today very common worldwide for spans ranging between 200 and 900 meters. Being mostly built by the cantilever method, cable-stayed bridges have to be analyzed separately in every construction stage, taking into account many load cases. In addition, the forces in the cable stays have to be determined and possibly changed during construction so as to obtain the desired deck and mast deflections during service. Some non-linear and execution-dependent effects - such as concrete creep, shrinkage and locked-in bending in composite steel-concrete decks - have to be considered in the case of longer spans.

Conventional structural analysis software cannot automatically handle these specific problems, which today in many cases require the program user to manually process data. The goal of this project is the development of a specially tailored program for the structural analysis of cable-stayed bridges, which automatically handles the aforementioned problems. The program has been designed to be used in all stages of planning and construction: preliminary design, detail planning, construction process and retrofitting.

The program BRIDE is characterized by some newly introduced concepts allowing one to take the aforementioned non-linear effects into account: the chronologically ordered list of model objects accurately representing the complete construction process, which has to be defined in the input by the user, and the stage-by-stage iteration in which all construction stages are simulated in chronological order.

The program's functionality can be summarized as follows: the user first writes a text input file according to the program's input syntax, which allows programming language-like constructs such as variable declarations, for-loops, if-tests, and expression evaluations for input parameterization. The user then opens the input file from the program (this file can also be opened while it is being written to check its correctness). All calculations can then be performed interactively through the user graphic interface. The model and the results for any desired construction stage appear on the screen in three-dimensional graphics or text form. Snapshots with both graphics and text showing model and results can be stored in a highly portable Html-document. Automatic dimensioning of cables and the calculation of required pre-camber in the deck and mast segments and of post-tensioning forces in cables are possible. As such calculations change the model itself, the updated model can be stored in a new input file reflecting the content of the original one and the changes made to it. All the way from preliminary design to the construction phase the bridge designer works on the same input file and, as the planning gets more detailed, refines it either manually or automatically.

As discussed in the conclusions at the end of this thesis the program BRIDE, at least

in its present form, is not to be viewed as a commercial software product. In fact, the main scope of this research work was to study original approaches to an important and non-trivial practical problem.

Zusammenfassung

Unter den neu gebauten Brücken sind Schrägseilbrücken weltweit sehr beliebt für Spannweiten zwischen 200 und 900 Metern. Solche Brücken werden meistens in Frei-Vorbau gebaut und müssen deshalb in allen Bauzuständen unter vielen Lastfällen untersucht werden. Zudem müssen die Kabelvorspannkräfte ermittelt und eventuell während des Baus geändert werden, um die erwünschte verschobene Lage der Decke und des Mastes im Gebrauchszustand zu erhalten. Für längere Spannweiten sollen einige nichtlineare- und ausführungsabhängige Effekte wie zum Beispiel Kriechen, Schwinden und eingefrorene Anfangsverschiebungen in Verbunddecken berücksichtigt werden.

Konventionelle Baustatikprogramme können solche spezifischen Probleme nicht behandeln, und sie zwingen heutzutage den Benutzer die Daten manuell zu manipulieren. Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Programms, das speziell für die statische Analyse von Schrägseilbrücken konzipiert ist und welches die erwähnten Probleme automatisch behandeln kann. Das Programm wurde entworfen um in jeder Planungs- und Bauphase eingesetzt zu werden: Entwurf, Detailplanung, Bau und Sanierung.

Das Programm BRIDE ist gekennzeichnet durch einige neu eingeführte Konzepte welche es erlauben, die erwähnten nichtlineare Effekte zu berücksichtigen: die chronologisch geordnete Liste von Modellobjekte, welche vom Benutzer in der Eingabedatei definiert wird, und die schrittweise Iteration über die Bauzustände, die sämtliche Bauzustände in chronologischer Ordnung simuliert.

Die Arbeitsweise des Programms kann wie folgt zusammengefasst werden: der Benutzer schreibt zuerst eine Textdatei gemäss der Eingabesyntax des Programms, welche programmiersprachenähnliche Konstrukte wie Variablendeklarationen, for-Schleifen, if-Prüfungen und Ausdruckevaluationen für die Parametrisierung der Eingabe zulässt. Danach öffnet er die Eingabedatei vom Programm aus (die Eingabedatei kann auch geöffnet werden, wenn sie noch nicht fertiggeschrieben wurde, um ihre Korrektheit zu überprüfen). Sämtliche Berechnungen können interaktiv über die graphische Oberfläche ausgeführt werden. Das Modell und seine Resultate erscheinen als dreidimensionales Bild oder als Text für jeden beliebigen Bauzustand und Lastfall auf dem Bildschirm. Schnappschüsse der graphischen oder der Textausgabe können mit dem Modell und seinen Resultaten als portables Html-Dokument gespeichert werden. Eine automatische Kabelbemessung und die Ermittlung sämtlicher benötigten Vorspannkräfte und Überhöhungen können ausgeführt werden. Sofern solche Berechnungen das Modell ändern, kann das aktualisierte Modell als eine neue Eingabedatei abgespeichert werden, welche der ursprünglichen Eingabedatei entspricht plus die vom Programm ermittelten Änderungen. Während des ganzen Prozesses vom Entwurf bis zum Bau arbeitet der Benutzer immer

mit der gleichen Eingabedatei und, wenn die Planung detaillierter wird, verfeinert er sie entweder manuell oder automatisch.

Wie in den Schlussfolgerungen dieser Dissertation erwähnt, soll das Programm BRIDE, wenigstens in seiner jetzigen Form, nicht als kommerzielles Produkt angesehen werden. Das Hauptziel dieser Forschungsarbeit war nämlich, originelle Ansätze für ein wichtiges und nicht triviales praktisches Problem zu erforschen.