

Optimierungsprobleme beim Projektieren von Stahlbetonbrücken

Autor(en): **Ulizkij, B.J. / Jegoruschkin, J.M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **10 (1976)**

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-10422>

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.

Optimierungsprobleme beim Projektieren von Stahlbetonbrücken

Optimization Problems in the Design of Concrete Bridges

Problèmes d'optimisation dans les projets de ponts en béton armé

B.J. ULIZKIJ

Dr. d. techn. Wissensch., Professor

Z.N.I.I.S., Ministerium für Verkehrsbauwesen der UdSSR

Moskau, UdSSR

J.M. JEGORUSCHKIN

Kand. d. techn. Wissensch.

Z.N.I.I.S., Ministerium für Verkehrsbauwesen der UdSSR

Moskau, UdSSR

Die Aufgabe der Automatisierung des Projektierungsablaufs im Stahlbetonbrückenbau kann als Aufgabe der mathematischen Programmierung betrachtet werden. Es soll der Vektor (eingeordneter Brückenparameter-Satz) ermittelt werden, der dem gegebenen System von Einschränkungen entspreche und eine Funktion des Zweckes minimisierte.

Der Optimierungsvorgang umfasst den Projektierungsablauf die Varianteneinschätzung und die Auswahl von optimalen Lösungen.

Eine der wichtigsten und aufwendigsten Stufen, die den grössten Teil der Maschinenzeit in Anspruch nimmt ist die Berechnung unter Berücksichtigung der Raumwirkung der Konstruktion, der Einflüsse der plastischen Verformungen, der dynamischen Einwirkungen der Belastungen.

Da bei der Auswahl der optimalen Lösungen eine grosse Anzahl von Varianten zu untersuchen und zu analysieren war, waren ausführliche (aufwendige) Berechnungsverfahren unter Anwendung von EDV auch in der Stufe des Skizzenprojektierens schwer zu verwirklichen sind. Man muss wenig aufwendige Berechnungsverfahren mit genügender Genauigkeit schaffen.

Allgemeine Verfahren für vereinfachte Berechnungen, die auf grobannahrender Idealisierung des Berechnungsschemas gegründet sind, führen meist zu wesentlichen Fehlern, was mit sich irrationelle Verteilung des Materials in der Konstruktion bringt.

Es wird eine prinzipiell neue Auffassung der Ausarbeitung neuer vereinfachten Berechnungsverfahren empfohlen, welches auf der mathematischen Verarbeitung des gewonnenen Resultats von den in den EDV durchgeführten strengen räumlichen Berechnungen basiert [1] .

Gegenwärtig sind Algorithmus und Programm (SPIKA) für einen vollen Zyklus der räumlichen Berechnung der Plattenbalkenkonstruktionen ausgearbeitet, die die Konstruktion Einflussflächen für verschiedene Spannungen und Verschiebungen, ihre Belastungen an den ungünstigsten Stellen, die Ermittlung des Extremums der rechnerischen und massgebenden Werte für Spannungen und Verschiebungen einschliessen.

Das Programm SPIKA für räumliche Berechnung von Plattenkonstruktionen ist mehrmals beim Projektieren von Brücken und anderen Bauwerken verwendet.

Indem man umfangreiche bei der räumlichen Berechnung der Brückenüberbauten gewonnene Ergebnisse ausnutzt, kann man einfache mathematische Modelle zusammenstellen, welche auch Abhängigkeiten zwischen Form, Anordnung, Grosse der Bauteile und verformtem – gespanntem Zustand der Konstruktion unter ständiger, ungünstiger Verkehrs- sowie anderen rechnerischen Belastungen widerspiegelt. Zur Herstellung solcher mathematischen Modelle ist die Anlage der Regressionsanalyse verwendet.

Die Verfahren der Regressionsanalyse sind auf der Aufwendung einer grossen Anzahl von gespeicherten statischen Angaben begründet, die aus Versuch, langzeitiger Beobachtung des Verhaltens der tatsäch-

lichen Konstruktion oder aus übrigen Quellen erhalten sind. In gegebenen Falle ist die Information als Ergebnis mehrmals durchgeführter räumlicher Berechnungen gespeichert.

Das mathematische Modell des räumlichen Verhaltens der Konstruktion vom vorgegebenen Schema stellt eine Formel dar, wo die gesuchte Extremspannung oder \rightarrow verschiebung als von den geometrischen Hauptparametern der Konstruktion und von den physisch \rightarrow mechanischen Eigenschaften des Materials und der Belastung abhängige Funktion dargestellt ist.

Die Extremspannung oder \rightarrow verschiebung in einem Bauteil der Plattenbalkenkonstruktion einer frei gelagerter Brücke kann als Funktion

$$P = f(l, G, B_i, D_i, K, M, H, C_B, x, y) \quad (1)$$

ausgedrückt werden;

wobei:

l \rightarrow Spannweite,

G \rightarrow Durchfahrtsprofil,

B_i \rightarrow geometrische Parameter der Träger ($i = 1, 2, \dots, k$),

D_i \rightarrow geometrische Parameter von Platten,

K \rightarrow Anzahl von Trägern,

M \rightarrow physisch-mechanische Kennwerte vom Material,

H \rightarrow Belastungsangaben,

C_B \rightarrow Information über Anordnung des Brückenüberbaues,

x, y \rightarrow Koordinaten des Überbaugerschnitts.

Die Formeln wie (1) lassen den Einfluss von mehreren Parametern auf den gespannten-verformten Zustand der Konstruktion analysieren. Praktisch ist es zweckmässiger für gestellte Aufgaben nur einen Teil

von Parametern der Funktion (1) zu berücksichtigen, die anderen werden festgestellt.

Bei der Konstruktion der mathematischen Modelle sind für die EDV bestimmte Programme der Regressionsanalyse verwendet. Mit diesen Programmen kann man ein polynomiales Modell gegebenen Grades Zusammenstellen:

$$P = \beta_0 + \sum_{1 \leq i \leq n} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq n} \beta_{ij} x_i x_j + \dots,$$

wobei

$$\begin{aligned} \beta_i &- \text{ unbekannte Faktoren,} \\ x_i &- \text{ zuberücksichtigende Parameter,} \\ n &- \text{ Anzahl von Parameter,} \end{aligned}$$

Werden wir die einfachsten Beispiele für Konstruktion der Verhältnisse wie (1) betrachten.

1. Der frei gelagerte Überbau ohne Querscheiben von Autobahnbrücken aus Stahlbeton mit gleichen Trägern.

Beim angegebenen Durchfahrtsprofil kann das rechnerische Biegemoment von der Verkehrslast in Hauptträgern des Überbaues mit der Formel

$$M_B = A_1 + \frac{\ell}{K} (A_2 + A_3 \ell + A_4 t) \quad (2)$$

ermittelt,

wobei

$$M_B \text{ - rechnerischer Extrebiegemoment von der Verkehrslast (es werden Lasten HK-80, H-30 und Träger für Fussgängerstege unter Berücksichtigung des Überlastungsfaktors und des dynamischen Faktors betrachtet),}$$

$$\ell \text{ - Spannweite,}$$

K - Anzahl von Hauptträgern,

t - Länge der Fussgängerauskragungen,

A_i - unbekannte Koeffizienten,

2. Der freigelagerte Plattenüberbau.

Beim angegebenen Durchfahrtsprofil können Biegemomente mit den

Formeln:

$$\begin{aligned} M_x &= (B_1 + B_2 l) l + B_3 q_c l^2 + (B_4 q_n + B_5 P_t) l^2, \\ M_y &= (C_1 + C_2 l) l + C_3 q_c l^2 + (C_4 q_n + C_5 P_t) l \end{aligned} \quad (3)$$

ermittelt,

wobei

M_x, M_y - rechnerische extremale Quer - und Längsbiegemomente;

q_c - Eigengewicht,

q_n - Belastung aus Fahrbahndecke,

P_t - Gewicht der Fussgängerstege,

B_i, C_i - unbekannte Koeffizienten,

A_i, B_i, C_i - Koeffizienten sind mittels mathematischen Bearbeitung

der gewonnenen Ergebnisse der räumlichen Berechnung

für verschiedene Durchfahrtsprofile gewonnen. Analogisch

sind auch Abhängigkeiten zur Ermittlung von anderen

Arten der Spannungen und Verschiebungen erhalten.

Die Genauigkeit der mittels Regressionsanalyse gewonnenen Formeln hängt wesentlich vom Umfang der gespeicherten Information ab. Daraufhin, sind Resultate aller nach Programm SPIKA durchgeführten räumlichen Berechnungen im langzeitlichen Speicher von EDV für nachfolgende mathematische Verarbeitung gesammelt.

Die Formeln wie (2,3) finden ihren Einsatz in der Anfangsstufe des Projektierens, wenn alle Varianten untersucht werden, alle Kombinationen und Ausmasse von Konstruktionsbauteilen vorgesehen werden und mehr-

malige wiederholte Berechnungen nötig sind.

Die Anwendung solcher Formeln beim optimalen Projektieren von Brückenüberbauten lässt stark die Wirksamkeit des Suchens nach optimalen Lösungen steigern.

1. Ulizkij B.J., Potapkin A.A., Rudenko W.I., Ssacharowa I.D., Jegoruschkin J.M. "Räumliche Brückenberechnungen (unter Anwendung von EDV)!" M. Verkehrsverlag, 1967.

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden einige Optimierungsprobleme beim Projektieren von Stahlbetonbrücken mitgeteilt, die auf einer neuen Auffassung der Ermittlung des Spannungs- und Formänderungszustandes der Brückenkonstruktion basieren. Dabei erzielt man reduzierten Berechnungsaufwand und erhöhte Wirksamkeit beim Suchen nach optimalen Lösungen.

SUMMARY

Some optimization problems in the design of concrete bridges are solved with a new approach for predicting stress-strain state of bridges. This method reduces to a considerable degree time consuming calculations and increases the efficiency of search of optimal solution.

RESUME

Quelques problèmes d'optimisation sont résolus grâce à une nouvelle conception de l'état contraintes-déformations des ponts. Cette méthode permet une diminution importante du temps de calcul et une augmentation d'efficacité de l'optimisation.