

Das Konstruktionsprinzip der Flutbrücke der vierten Donaubrücke in Wien: Feldweiser Aufbau eines Durchlaufträgers

Autor(en): **Wicke, Manfred**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **6 (1970)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-7788>

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.

**Das Konstruktionsprinzip der Flutbrücke der vierten Donaubrücke in Wien:
Feldweiser Aufbau eines Durchlaufträgers**

Design Principle used for the fourth Danube Bridge in Vienna:
Span-by-Span Construction of Continuous Girders

Le principe de construction du quatrième pont sur le Danube à Vienne:
Construction par travées d'une poutre continue

MANFRED WICKE
Dr.-Ing.
Wien, Oesterreich

Die vierte Donaubrücke liegt im Zuge der Nordostautobahn im Stadtbereich von Wien. Die Flutbrücke am linken Ufer umfaßt ca. 23.000 m² Brückenfläche; sie gliedert sich in die Flutbrücke 1 und in die Flutbrücke 2 einschließlich der 4 Rampenbrücken.

Die Flutbrücke 1 ist ein Spannbetontragwerk von 6 x 51,20 m Stützweite und von im Mittel ca. 34,0 m Breite. Je Richtungsfahr-
bahn wurde ein dreistegiger Plattenbalkenquerschnitt von 3,60 m
Konstruktionshöhe angeordnet. Die Flutbrücke 2 weist sieben
Felder zu je 28,50 m Stützweite auf. Ihre Konstruktionshöhe be-
trägt 1,80 m. Der Querschnitt ist je nach Brückenbreite ein zwei-
oder dreistegiger Plattenbalken. Im Bereich der abzweigenden
Rampen ist eine untere Druckplatte angeordnet. Die Rampenbrücken
sind wegen ihrer starken Krümmung im Grundriß als Hohlkastenquer-
schnitt ausgebildet. Ihre Spannweiten betragen im Mittel ca.
30,0 m. Alle Tragwerke sind in Längsrichtung nach dem Dywidag-
Spannverfahren voll vorgespannt. Die Fahrbahnplatte, die Stege
und die Querträger sind mit Rippentorstahl RT 50 schlaff bewehrt.

Bauherrin ist die Republik Österreich, vertreten durch das
Bundesministerium für Bauten und Technik bzw. durch das Amt der
Wiener Landesregierung. Projekt und Ausführung lagen in Händen
der Arbeitsgemeinschaft Ing. Mayreder, Kraus & Co, Wien und Ed.
Ast & Co, Graz.

Das Tragwerk wurde abschnittsweise auf Lehrgerüst hergestellt. Wegen der stark veränderlichen Brückenbreite schied der Einsatz eines Gerüstwagens aus. Die Wirtschaftlichkeit der Herstellung auf Lehrgerüst war auch in der geringen Höhe über dem Gelände von etwa 10–12 m begründet. Vergleichende Kostenberechnungen von seiten der Arbeitsvorbereitung ergaben einen wirtschaftlichen Vorteil bei Anordnung der Abschnittsfuge über den Pfeilern. Dies war unter anderem in dem geringeren Einsatz von Lehrgerüstmaterial über die ganze Baudauer begründet.

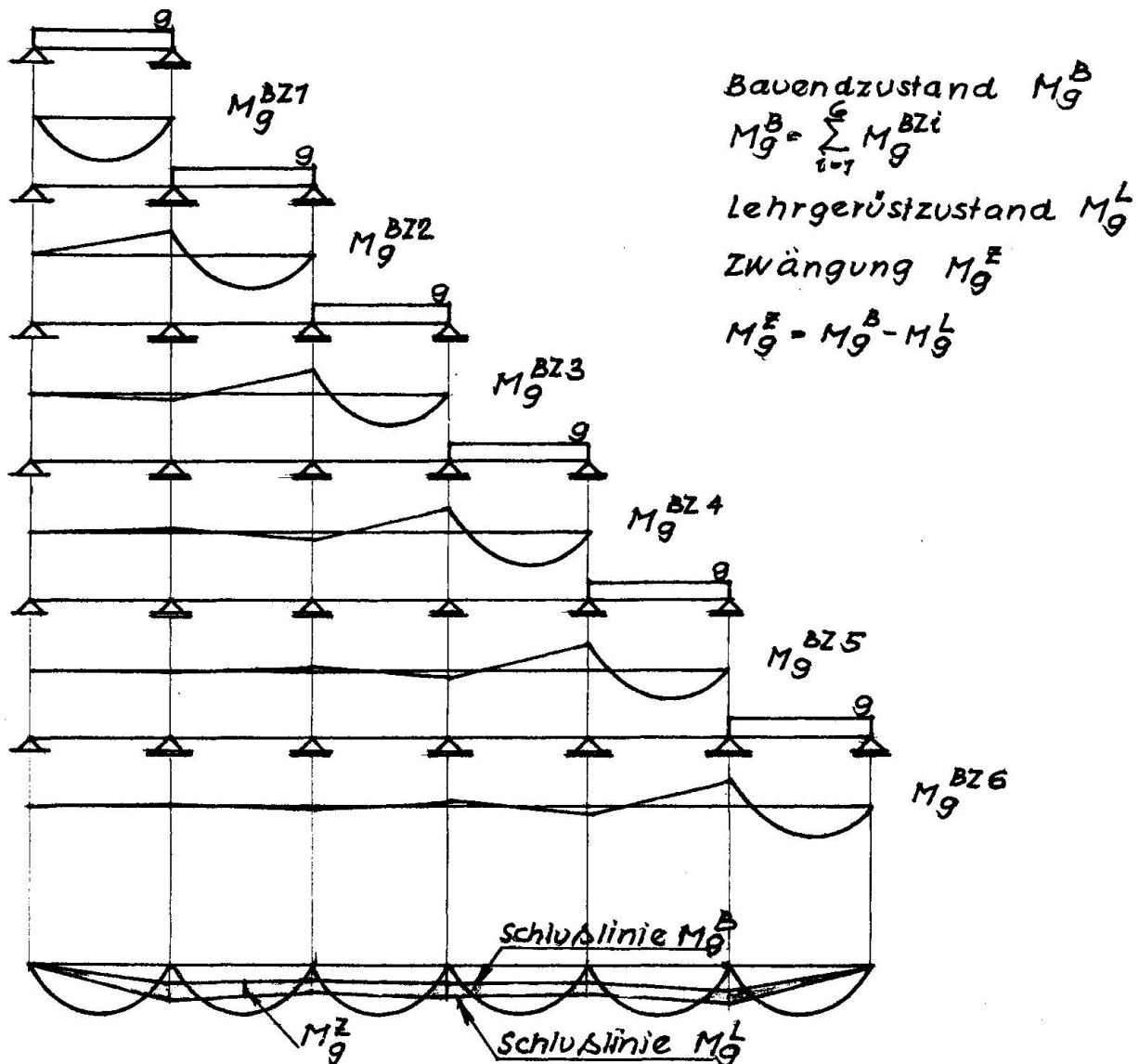


Bild 1 Aufbau der Eigengewichtsmomente an einem Sechsfeldträger mit $J = \text{const}$ und $g = \text{const}$

Es war somit den Konstrukteuren die Aufgabe gestellt ein Konstruktionssystem für das Tragwerk zu finden, das den gewünschten feldweisen Bauvorgang ermöglichte. Eine mögliche Lösung wäre die Aneinanderreihung von Einfeldträgern gewesen. Dieses System schied aber aus, weil die Einsparungen beim Bauvorgang durch die Massenmehrungen im Tragwerk wieder verloren gegangen wären. Es kam daher nur ein durchlaufender Balken in Frage.

Beim Durchlaufträger besteht die Schwierigkeit darin, daß an der Arbeitsfuge, und damit im Stützenquerschnitt, zunächst kein Biegemoment auftritt, während im endgültigen System große Stützenmomente wirken. Verfolgt man den Aufbau der Eigengewichtsmomente (M_g^B) am Beispiel eines Sechsfeldträgers, so erkennt man, daß diese wesentlich kleiner sind als die zugehörigen Lehrgerüstmomente (M_g^L) am natürlichen System (siehe Bild 1)

Durch den Bauvorgang entsteht im fertigen Tragwerk eine Zwängung der Größe $M_g^Z = (M_g^B - M_g^L)$. Diese wird durch das Kriechvermögen des Tragwerkes abgebaut und weckt relativ große Kriechumlagerungen $M_g^V = M_g^Z e^{-\varphi}$. Durch diese wird aber eine Unsicherheit in das Tragwerk getragen. Wenn man auch heute auf Grund verfeinerter analytischer Rechenverfahren den Einfluß des Kriechens sehr gut verfolgen kann, so bleiben trotzdem noch die Unsicherheiten in der Größe der Endkriechzahl φ und im zeitlichen Verlauf des Kriechens $\varphi = \varphi(t)$. Beide hängen von einer Anzahl von Parametern ab, die dem Konstrukteur zum Zeitpunkt der Berechnung noch nicht bekannt sind oder auf die er keinen Einfluß nehmen kann. Es ist daher ratsam ein Tragwerkssystem bei welchen das Kriechen einen großen Einfluß auf die Schnittgrößen hat zu vermeiden und sich möglichst unabhängig von der Größe des Kriechbeiwerts zu machen.

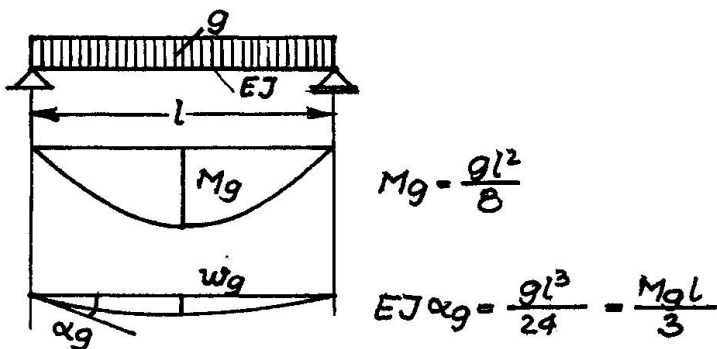
Wir haben bisher nur den Lastfall Eigengewicht (g) betrachtet und die Vorspannung (v) außer Acht gelassen. Es liegt nun der Gedanke nahe, in der stets vorhandenen gemeinsamen Wirkung der beiden Lastfälle g und v den Einfluß des Kriechens weitgehend auszuschalten. Wenn man bedenkt, daß durch die Arbeitsfuge an der Stütze zunächst dort kein Biegemoment auftritt ($M^B=0$), dann erscheint es sinnvoll, auch im Lehrgerüstzustand die Biegemomente an der Stütze null werden zu lassen ($M_L=0$). Wenn aber $M^L = M_g^L + M_v^L = 0$ sein soll, dann muß $M_v^L = -M_g^L$ werden.

Durch die Wahl einer geeigneten Spannstrangführung lassen sich aber tatsächlich Umlagerungsmomente wecken, die negativ gleich groß den Eigengewichtsstützenmomenten sind. Eine praktisch verwertbare Lösung erhält man, wenn man die Stützdrehwinkel α am Einzelfeld aus den beiden Lastfällen g und v entgegengesetzt gleich groß macht, wenn also gilt

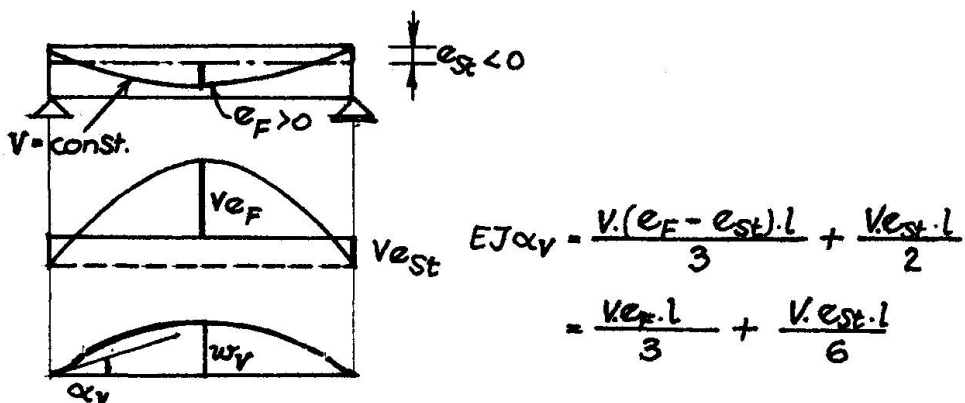
$$\alpha_g = -\alpha_v$$

Für den vereinfachten Fall eines feldweise konstanten Trägheitsmomentes und eines konstanten Eigengewichtes sowie einer gleichbleibenden Vorspannkraft lassen sich die Bedingungen für eine derartige Spannstrangführung leicht angeben:

Lastfall Eigengewicht (g)



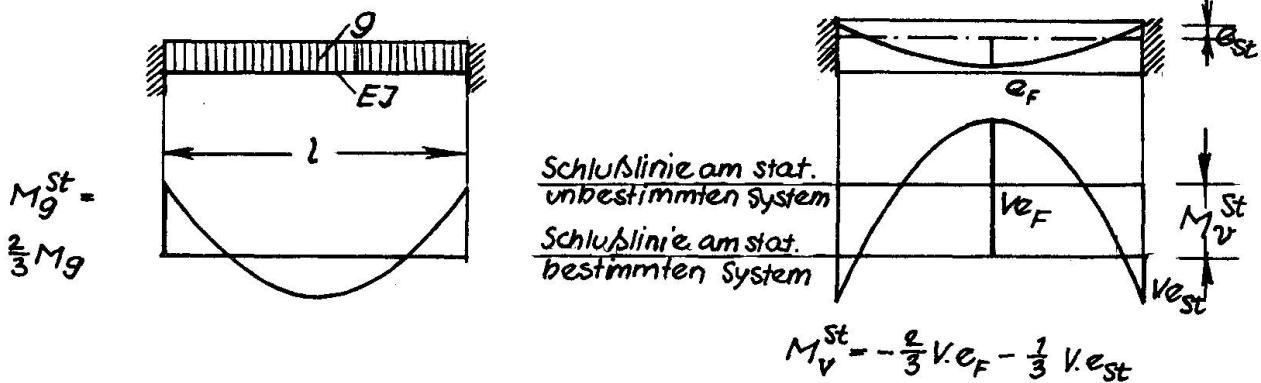
Lastfall Vorspannung (v); parabolische Spannstrangführung



Die beiden Werte für α_g und α_v in die Bedingung $\alpha_g = -\alpha_v$ eingesetzt ergeben:

$$\frac{M_g \cdot l}{3} = - \frac{V \cdot e_F \cdot l}{3} + \frac{V \cdot e_{st} \cdot l}{6} \quad \text{oder} \quad - \frac{M_g}{V \cdot e_F} = 1 + \frac{e_{st}}{2e_F}$$

Zu derselben Beziehung gelangt man, wenn man nicht vom freidrehbar gelagerten Balken als Grundsystem ausgeht, sondern den beiderseits starr eingespannten Balken wählt. Dann muß $M_V^{St} = -M_g^{St}$ werden.



Mit obigen Werten ergibt sich

$$-\frac{2}{3} V_eF - \frac{1}{3} V_eSt = +\frac{2}{3} M_g \quad \text{oder}$$

$$-\frac{M_g}{V_eF} = 1 + \frac{e_{St}}{2e_F}$$

welcher Ausdruck mit dem oben abgeleiteten übereinstimmt.

In der Tabelle 1 sind für verschiedene Werte $\frac{e_{St}}{e_F}$ zu zugehörigen Werten $-\frac{M_g}{V_eF}$ eingetragen.

Tabelle 1

$-\frac{e_{St}}{e_F}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	2,0
$-\frac{M_g}{V_eF}$	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,00

Bei einem Plattenbalkenquerschnitt liegt e_{St}/e_F zwischen - 0,2 bis - 0,4 und bei einem Hohlkastenquerschnitt zwischen - 0,5 und - 0,8.

Das Vorspannmoment in Feldmitte V_eF muß aber einem Anteil des gesamten Lastmomentes $M_q = \frac{ql^2}{8} + M_{\Delta g} + M_p$ das Gleichgewicht halten. Setzt man für $M_q = 1,2 V_eF$ dann ergibt sich für Plattenbalkenquerschnitte

$$M_g/M_q = 0,67 \dots\dots\dots 0,75$$

und für Hohlkastenquerschnitte

$$M_g/M_q = 0,50 \dots\dots\dots 0,62$$

Im Fall der Flutbrücke 1 betrug $M_g/M_q \sim 0,70$ und es konnte somit bei einem Plattenbalken eine geeignete Spannstrangführung gefunden werden.

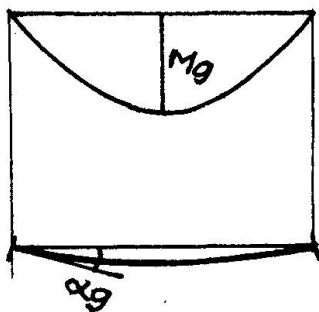
Man sieht aber auch, daß durch den vorgegebenen kleinen Spielraum von M_g/M_q das Anwendungsgebiet des beschriebenen Konstruktionsprinzip eingeengt ist. Man kann den Bereich etwas erweitern, wenn man von der Forderung nach voller Vorspannung abgeht und beschränkte Vorspannung zuläßt, weil man dann etwas freizügiger in der Spannstrangführung wird.

Hat man die Bedingung $M_v^L = -M_g^L$ erfüllt in der Form, daß $\alpha_v = -\alpha_g$ gemacht wurde, dann hat jedes Einzelfeld unter dem Lastfall $(g + v)$ eine horizontal Tangente an der Stütze, $\alpha_{(g+v)}^{el} = 0$. Diese bleibt aber auch während des Kriechvorganges horizontal, was man direkt aus der Beziehung

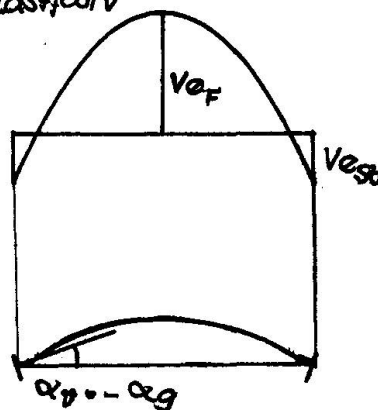
$$\alpha_{(g+v)}^{\varphi} = \alpha_{(g+v)}^{el} (1 + \varphi) = 0$$

ablesen kann. Damit passen die benachbarten Felder auch nach dem Kriechen ohne Klaffung an der Stütze zusammen und es werden somit keine Kriechumlagerungen geweckt. Weiters erkennt man, daß während des gesamten Systemaufbaues keine Stützenmomente entstehen, da die Felder jeweils nahtlos aneinander passen.

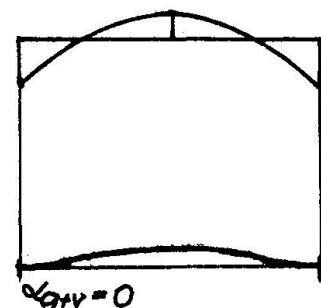
Lastfall g



Lastfall v



Lastfall g+v



Die große Zwängung des Lastfalles Eigengewicht M_g^Z wird also durch eine entgegengesetzt gleich große des Lastfalles Vorspannung kompensiert

$$M_v^Z = - M_g^Z$$

Für den resultierenden Lastfall $(g+v)$ stimmen somit Bauendzustand und Lehrgerüstzustand überein und es entstehen somit keine Kriechumlagerungen. Das Kriechen wirkt sich nur mehr über den Abfall der Vorspannkraft ΔV aus, und zwar in zwei verschiedenen Wirkungen.

Erstens entstehen die Schnittgrößen ΔV und $M_{\Delta V} = \Delta V \cdot e$ am statisch bestimmten Grundsystem.

Zweitens weckt der Lastfall ΔV wiederum Umlagerungsmomente $M_{\Delta V}$ deren Größe unter der Voraussetzung eines über die Spannliedlänge konstanten Spannkraftverlustes leicht angegeben werden kann.

$$M_{\Delta V} = - \frac{\Delta V}{V} \cdot M_v^L = - \frac{\Delta V}{V} \cdot M_g^L$$

Diese Momente sind ein Bruchteil des Eigengewichtsstützenmomente und daher negativ und entlasten den Feldquerschnitt.

Beim Gebrauchsspannungsnachweis kann der Lastfall $(g+v)$ in seiner Überlagerung in die Rechnung eingeführt werden und besteht aus der Aneinanderreihung der Freibalkenmomente der einzelnen Felder. Die Schnittgrößen der Lastfälle ständige Auflast (Δg) und Verkehrslast (φp) werden am durchlaufenden System ermittelt. Für den Lastfall Vorspannung kann man jedes Feld für sich getrennt betrachten, weil durch die horizontale Stützentangente keine Beeinflussung durch benachbarte Felder erfolgt. Die Spannstrangführung ist nach den Erfordernissen des Spannungsnachweises so zu wählen, daß sie der Bedingung $\alpha_v = -\alpha_g$ genügt.

Beim Bruchsicherheitsnachweis ist hingegen zu beachten, daß die Schnittmomente aus g und v mit unterschiedlicher Wertigkeit in die Berechnung eingehen. Aus diesem Grund müssen hierzu die Bauzustandsmomente und ihre Umlagerung in Richtung auf die Lehrgerüstmomente hin berechnet werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird ein Konstruktionsprinzip beschrieben, mit dessen Hilfe es möglich ist, einen vorgespannten Durchlaufträger feldweise herzustellen, ohne dass dadurch Kriechumlagerungen ausgelöst werden. Es gelingt dies durch Wahl einer Spannstrangführung, die Umlagerungsmomente weckt, die negativ gleich gross den Eigengewichtsstützenmomenten sind. Die Auswirkung des Kriechens wird damit auf den Einfluss des Spannkraftverlustes beschränkt.

SUMMARY

A design principle is described which permits the construction of a prestressed continuous beam in individual spans in such a way as to preclude the occurrence of any redistribution due to creep. This is accomplished by means of a tensioning strand arrangement resulting in moments of redistribution which are equal and opposite to the moments about the points of support resulting from the own weight of the structure. The effects of creep are thus restricted to the influence exerted by the loss of prestressing force.

RESUME

Description d'un principe de construction à l'aide duquel on peut construire par travées entières une poutre continue précontrainte sans provoquer de redistribution des efforts due au fluage. On y réussit en choisissant une position des câbles donnant naissance à des moments parasites correspondant négativement aux moments du poids propre sur les appuis. L'effet du fluage se trouve ainsi réduit à l'influence de la perte de précontrainte.