

プレストレスト鋼板・コンクリート合成版の2方向クリープ解析

九州大学 学生員 ○新西成男

九州大学 正 員 太田俊昭 日野伸一

九州大学 学生員 河野伸征

1. はじめに

プレストレストコンクリート構造物は、コンクリートの乾燥収縮およびクリープ現象が部材断面の有効プレストレスの減少に影響を及ぼす諸因子となるが、鋼材の初期導入応力が比較的低レベルの鋼板・コンクリート合成版のプレストレス化の際には、それが、特に設計上重要な問題となる。そこで、その影響を検討するためには、適格なクリープ解析を行う必要がある。本報は、プレストレスト鋼板・コンクリート合成版の2方向クリープ解析を行い、その解析法の妥当性について実験結果と比較検討したものである。

2. 解析概要

本クリープ解析にはTrostの方法¹⁾を用いているが、その方法はコンクリートの材令と載荷時材令の関数として表されるリラクセーション係数 ρ を導入している点に大きな特徴を有している。Trostが与えた ρ の定義を次に示す。

$$\rho = \frac{\int_{t_0}^t \frac{\partial \sigma_b(\tau)}{\partial \tau} \phi(t, \tau) d\tau}{\dot{\sigma}_k + s(t) \phi(t, t_0)}$$

ここに、 $\sigma_b(t)$:時刻 t におけるコンクリートの応力

$\dot{\sigma}_k + s(t)$:クリープおよび乾燥収縮による応力変化量

$\phi(t, \tau)$:時刻 τ で応力を受けたコンクリートの時刻 t でのクリープ係数

リラクセーション係数は、上記の定義式を用い、D. Shadeの方法²⁾により算定した。本解析に用いたクリープ係数は、 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の角柱によるクリープ試験より得られた値を用いた。Trostの式は、一般に、単軸応力を受けるコンクリートのクリープ性状を評価する際に用いられている。Fukr³⁾によると、2方向応力を受けるコンクリートのクリープ性状は、1方向のクリープ性状と実質的に同じであるという実験結果が報告されている。したがって、本クリープ解析にTrostの式を2方向クリープ解析に適用する場合、各方向のクリープが独立的に進行するとの仮定を行い、Trostの方法を2方向クリープ解析に適用する。図-1に本解析のフローを示す。

本解析はステップの初めに、実験値であるクリープ係数、乾燥収縮ひずみおよびコンクリート初期導入応力などのデータとともに予め算定しておいたリラクセーション係数を入力する。次いで、各々の方向においてクリープおよび乾燥収縮によるコンクリートの応力減少量を平面力状態で求める。次のステップでは、断面力は時間に対して不変であるという仮定のもとに、上記の操作を繰り返すという流れになっている。図-2は、解析の対象となる供試体の断面諸元を示す。

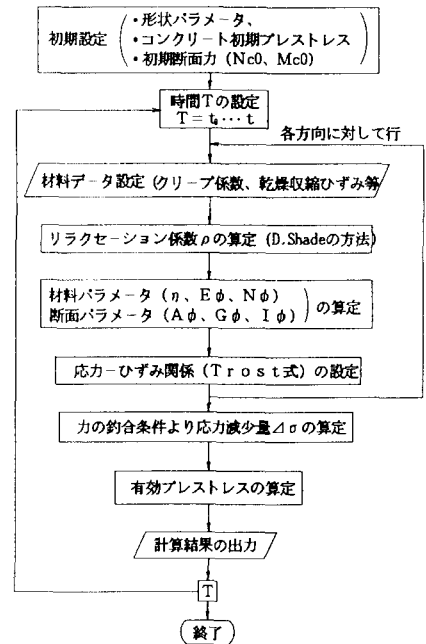


図-1 解析のフローチャート

表-1 初期導入プレストレス

	断 面	供試体の種類	
		1 方向	2 方向
導 入 プレストレス (kgf/cm ²)	軸方向	-241	-244
	軸直角方向	3	-46

本解析法の妥当性を検証するため、図-2の合成版を対象とした1方向および2方向プレストレスの導入及びクリープ試験を実施した。図-3は、合成版中央部下縁におけるプレストレス導入以後のコンクリートひずみの経時変化を示す。解析におけるコンクリートの初期プレストレスは、実験で得られた表-1に示す圧縮応力度を用いている。図より、1方向、2方向両供試体ともに、初期導入プレストレスの量に相関した挙動を示している。また、図より、2方向プレストレスの軸方向の初期材令時において、実験値と解析値の間に、差異が認められるが、材令が進むにつれ収束しており、解析値は実験値を概ねよく追跡しているといえる。図-4は、プレストレス導入以後の有効プレストレスの経時変化を示す。実験値は、鋼板および鉄筋の経時的に変化する実測ひずみより算定したプレストレス量を示している。図より、解析値は実験値を定性的には、よく追跡しているものの、定量的には実験データも少ないため、差異がみられる。また、プレストレス導入後150日における主軸方向に残存する有効プレストレスは、70～80%程度と推定される。

Figure 10 is a line graph showing the change in the angle of the axis of symmetry (θ) over time (days) for two directions (1 and 2) under experimental and analytical conditions. The y-axis is labeled θ (度) $(\times 10^6)$ and ranges from 0 to -350. The x-axis is labeled 時間 (日) and ranges from 0 to 250. The graph contains four data series: 1 direction experimental (solid line with squares), 1 direction analytical (dashed line with triangles), 2 direction experimental (solid line with circles), and 2 direction analytical (dashed line with triangles). The 1 direction curves show a rapid initial increase in θ , while the 2 direction curves show a much slower increase.

時間 (日)	1方向:実験値	1方向:解析値	2方向:実験値	2方向:解析値
0	-100	-100	-100	-100
50	-240	-220	-100	-80
100	-270	-250	-110	-90
150	-280	-260	-110	-90
200	-290	-270	-110	-90

【参考文献】

-
- Technical drawing showing the cross-section and reinforcement details of a steel plate girder.
- Top View (Plan View):**
- Reinforcement: 主軸方向鉄筋 (SD345、D25) and 主軸直角方向鉄筋 (SD295、D13).
 - Steel Plate: 鋼板 (SM490A).
- Side View (Elevation View):**
- Overall Height: 70200-1400.
 - Flange Thickness: 85.
 - Web Thickness: 6.
 - Flange Width: 1500.
 - Web Height: 1050.
 - Reinforcement: 7 ϕ 150=1050.
- Bottom View (Plan View):**
- Reinforcement: ずれ止めアンカー (h=60, 脚長120) and スタッド (ϕ 13, h=80).
 - Reinforcement: 8 ϕ 160=1280.
 - Flange Width: 1500.
 - Web Height: 1050.
 - Flange Thickness: 85.
 - Web Thickness: 6.
 - Flange Width: 150.
 - Web Height: 175.
 - Reinforcement: 7 ϕ 150=1050.
- (単位: mm)

図-2 合成版供試体の断面諸元

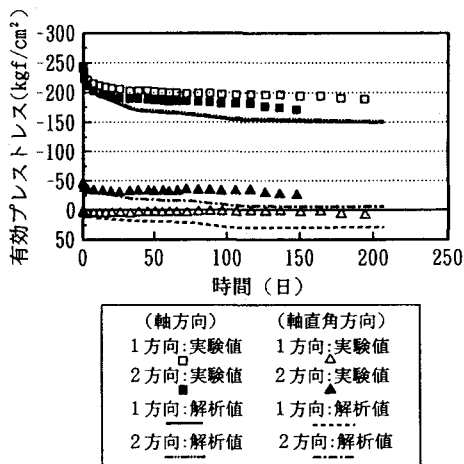


図-4 有効プレストレスの経時変化