

多径間連続合成桁橋におけるプレストレス量の損失 ー 外ケーブル工法と逐次ジャッキアップダウン工法の比較 ー

(株)日本構造橋梁研究所
片山ストラテック(株)
大阪工業大学工学部

正会員 ○ 方城敏光*
正会員 大山 理**
正会員 栗田章光***

1. はじめに

近年、建設コスト縮減の要求から経済性や耐震性に優れる連続合成桁橋の建設が増加する傾向にある。しかし、連続合成桁橋には、中間支点上の床版ひび割れの問題があり、これを改善する方法として種々のプレストレス導入工法が考えられる。現在、我が国では、逐次ジャッキアップダウン工法が盛んに採用されている。一方、スイスでは、日本でも既設桁の補強として採用されている外ケーブルを用いて、プレストレスを導入する工法(Bois de Rosset 高架橋, 15 径間, 全長 617.25m)¹⁾が採用された実績がある。

そこで、本文では、すでに、逐次ジャッキアップダウン工法を採用して架設された 8 径間連続合成桁橋（スパン：47m+6@50m+47m=394m）を対象に外ケーブル工法を適用してプレストレスを導入した場合のクリープおよび乾燥収縮に伴うプレストレスの損失量を計算し、両者の比較検討を行った結果を報告する。

2. 経時挙動解析

クリープ解析においては、コンクリートの回復クリープの影響をも考慮した応力-ひずみ関係式²⁾を用いた。乾燥収縮解析においては、鋼桁による自由収縮の拘束作用を考慮した応力-ひずみ関係式²⁾を用いた。つぎに、コンクリートのクリープ・乾燥収縮によって各部材に発生する断面力の変化量を、力のつり合い条件および変位（ひずみ・曲率）の適合条件を用いて誘導した。なお、断面力の取り扱いについては、コンクリート床版と鋼桁とに作用する軸方向力と曲げモーメントに分けて解析する分担断面力法を用いた。

3. 解析条件

ジャッキアップダウン量は、中間支点上において後死荷重、クリープおよび乾燥収縮によって引張応力が生じない量と定めた。また、外ケーブルの緊張力は、逐次ジャッキアップダウン工法との経時挙動の比較を行うため、逐次ジャッキアップダウン工法における中間支点 P3 (147m)での初期応力が等しくなるように決定した。なお、外ケーブルの配置形状は、既往の研究³⁾より、径間部では 1 径間あたり 2 点で偏向させるクイーンポスト形式を、そして中間支点領域ではキングポスト形式を、それぞれ採用した。

4. 数値計算結果と考察

数値計算結果の一例として、まず、逐次ジャッキアップダウン工法と外ケーブル工法における各中間支点的コンクリート床版上縁に作用する初期応力度の分布を図-1 に示す。なお、応力度の符号について、+は圧縮応力を、-は引張応力を表している。

両工法でのコンクリート床版上縁の応力度を比較すると、逐次ジャッキアップダウン工法では、ジャッキアップ量によりプレストレス量を任意に

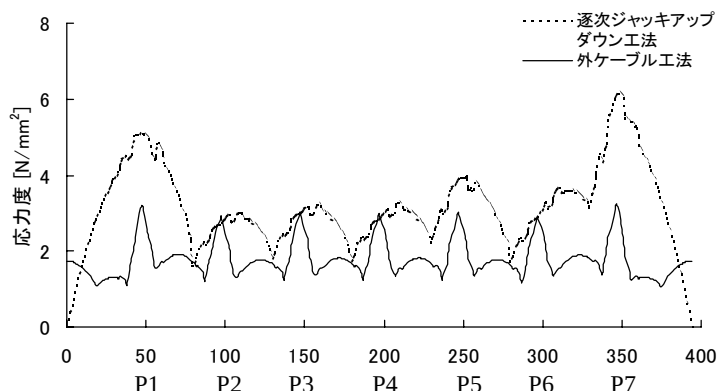


図-1 初期応力度の比較

Keywords: 連続合成桁橋, 逐次ジャッキアップダウン, 外ケーブル, クリープ, 乾燥収縮

* 〒541-0051 大阪市中央区備後町 1 丁目 5 番 2 号 Tel: 06-6203-2552, Fax: 06-6203-2553

** 〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 6 丁目 2 番 21 号 Tel: 06-6552-1235, Fax: 06-6551-5648

*** 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号 Tel: 06-6954-4109, Fax: 06-6957-2131

調整することができるが、外ケーブル工法では、ケーブルを鋼桁内に配置するため、図心からの偏心量が限られるので応力度に大きな変化をつけることはできないことがわかる。また、プレストレス導入量を同じにした P3 (147m) 付近に着目すると、外ケーブル工法のほうが、応力分布の山の形が鋭くなり、中間支点部に局所的に、大きな応力を導入できることがわかる。

つぎに、表-1 に P3 上でのクリープのみによる床版上縁の変化応力度の計算結果を示す。表-1 より、静定系および不静定系とも、同じ断面、同じ初期導入応力にも関わらず、両者には、約 0.2N/mm^2 の差が生じることがわかる。これは、逐次ジャッキアップダウン工法では、着目合成断面において持続曲げモーメントのみが作用しているのに対し、外ケーブル工法では持続曲げモーメントと持続軸方向力の 2 成分が作用するため、このような変化応力度の差が生じたと考えられる。

表-2 に、各支点上での床版上縁の変化応力度をまとめて示す。外ケーブル工法では、全体的にプレストレス量が少ないにも関わらず各支点において、後死荷重、クリープおよび乾燥収縮が作用しても、まだ、圧縮応力が残ることがわかる。つまり、逐次ジャッキアップダウン工法のジャッキアップ量を定めるときに設定された応力のランクを満たしていることを表す。

5. まとめ

本文では、逐次ジャッキアップダウン工法と外ケーブル工法のクリープおよび乾燥収縮に伴う経時挙動における比較を行うため実橋モデルを対象に解析的に検討を行った。その結果として、以下のことが明らかになった。

- 1) 外ケーブル工法のほうが、負曲げが発生する中間支点部に局所的に効率よくプレストレスを導入することができることがわかった。
- 2) 両工法のクリープに伴う変化応力度の差は、初期応力の相違は勿論のこと、構造系の違いによっても生じると考えられる。
- 3) 外ケーブル工法は、クリープに伴うプレストレスの損失が、逐次ジャッキアップダウン工法よりも小さくなるため、余分なプレストレスを導入することなく、有効に活用できると考えられる。

【参考文献】

- 1) Jean-Paul Lebet, (訳) 橘 吉宏, 長井正嗣: スイスにおける合成桁橋, 橋梁と基礎 Vol.34/No3, pp.37~46, (株)建設図書, 2000 年 3 月。
- 2) 栗田章光: 回復クリープの影響を考慮した鋼・コンクリート合成桁橋の経時挙動に関する研究, 大阪市立大学博士学位論文, 1992 年 9 月。
- 3) 祖川武彦, 小坂崇, 栗田章光, 瀬野靖久: 連続桁橋における外ケーブルの配置形状に関する研究, 土木学会第 50 回年次学術講演会講演概要集<第 I 部門>, pp536~537, 1995 年 9 月。

表-1 P3 (147m)での床版上縁のクリープに伴う
変化応力度[N/mm²]

	静定系	不静定系	全体系
逐次ジャッキ	-0.92	-0.93	-1.85
外ケーブル	-0.71	-0.73	-1.44

表-2 各支点での床版上縁の変化応力度[N/mm²]

	支点	後死荷重	クリープ	乾燥収縮	PS	合計
逐次 ジャ ッキ	P1	-1.19	-3.44	-1.12	6.30	0.55
	P2	-1.01	-1.41	-0.83	3.72	0.47
	P3	-1.07	-1.85	-0.93	4.08	0.22
	P4	-1.06	-1.60	-0.86	3.91	0.39
	P5	-1.08	-2.33	-0.92	4.99	0.66
	P6	-1.01	-1.50	-0.83	3.90	0.55
	P7	-1.19	-4.02	-1.12	7.37	1.04
外 ケ ー ブ ル	P1	-1.19	-1.74	-1.12	4.41	0.35
	P2	-1.01	-1.31	-0.83	3.94	0.78
	P3	-1.07	-1.44	-0.93	4.10	0.66
	P4	-1.06	-1.37	-0.86	4.07	0.78
	P5	-1.08	-1.44	-0.92	4.11	0.67
	P6	-1.01	-1.31	-0.83	3.95	0.79
	P7	-1.19	-1.75	-1.12	4.42	0.35