

コンクリート充てん鋼管鉄塔へのコンクリート圧入負荷に関する実験的考察

清水建設株式会社 正会員 ○杉橋 直行
 中部電力株式会社 正会員 北澤 智
 中部電力株式会社 高澤 裕二
 清水建設株式会社 正会員 名倉 健二
 清水建設株式会社 正会員 浦野 真次

1. はじめに

大型送電線鉄塔のうちコンクリート充てん鋼管鉄塔は、中空鋼管鉄塔より主柱材の断面縮小や板厚の薄肉化が図れ、鋼材の軽量化やコストダウンが可能であり、さらに施工性向上も期待できる。この鉄塔は 100m 程度の高さを有し、主柱材は下部から上部へ向かい内径 $\phi 600\text{mm}$ 程度から $\phi 140\text{mm}$ 程度へと段階的に内径が減少している。このような断面変化を有する鋼管にコンクリートを充てんしながら高さ 100m まで打ち込んだ事例はほとんどない。

このため、図—1 に示す主柱材を模擬した高さ 20m の鋼管にコンクリートを実際に圧入・計測し、圧入口における圧入負荷や断面変化部の圧力損失等の基礎データを得るとともに、既往の CFT 鋼管の圧入データやコンクリートのポンプ圧送等と比較検討を行った。



図—1 実験モデル鉄塔

2. 実験概要

実験には、図—1 に示すような鉄塔頂部を模擬したモデル（以下細径モデルと呼ぶ）と鉄塔下部を模擬したモデル（以下太径モデルと呼ぶ）を用いた。太径モデルでは $\phi 406.4$ （長さ 5m）2 本と $\phi 267.4$ （長さ 5.5m と 4.5m）2 本を接続し、GL+500 の位置に圧入口を設けた。細径モデルでは長さ 5m の $\phi 190.7$ と $\phi 139.8$ を各 2 本接続し最下部にポンプの輸送管に直結した 1000R90° の曲管を接続し圧入口とした。圧入圧力は、図—1 の断面変化部上下 500mm の位置と圧入口に接続した輸送管に設置した圧力計により自動計測した。

本実験で使用したコンクリート（以降充てんコンと呼ぶ）の示方配合を表—1 に示す¹⁾。頂部まで閉塞することなく圧入できること等のコンクリート充てん鋼管鉄塔での要求性能を満足する配合として、石灰石微粉末（Lp）と増粘剤（Vis）を使用した併用系高流動コンクリートを採用した。

表—1 コンクリートの示方配合

W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	スランプフロー (cm)	単位粗骨材絶対容積	単位量 (kg/m ³)						
				(1/m ³)	W	C	Lp	S	G	SP	Vis
36	53.1	5±1.5	65±5	280	180	500	40	808	756	9.72	0.144

充てんコンの圧入は、最大理論吐出圧 9N/mm² 油圧ピストン式ポンプ車により行った。どちらのモデルも約 10m³/hr 程度の圧入速度とした。

3. 実験結果および考察

表—2 に圧入圧力の計測結果をまとめた。太径モデル圧入口での自重圧を除いた圧入負荷 C は、断面変化部下 500mm 位置での C の値を下回る結果となった。これは、太径モデル圧入口での圧力計測を水平の輸送管

キーワード コンクリート充てん鋼管鉄塔 CFT ポンプ圧送 高流動コンクリート 圧力損失
 連絡先 〒105-8007 港区芝浦 1 丁目 2-3 シーバンス S 館 TEL03-5441-0559 FAX03-5441-0512

取付け部で行ったため、太径モデル下部鋼管に作用している圧入負荷が計測点に伝達されていなかったためとも考えられる。

表-2 圧入圧力計測結果まとめ

モデル	圧力計測点	鉄塔頂部からの距離 L (m)	外径 R (mm)	自重圧 A (N/mm ²)	測定圧力 B (N/mm ²)	B/A	自重圧以外圧入負荷 C B-A (N/mm ²)	水平管換算圧力損失 ΔP ΔC/ΔL (×10 ⁻² MPa/m)
太径	圧入口	19.50	406.4	0.437	0.451	1.03	0.014	-
	断面変化部下500mm	10.50		0.235	0.273	1.16	0.038	
	断面変化部上500mm	9.50	267.4	0.213	0.250	1.17	0.037	0.392
細径	圧入口	21.00	190.7	0.470	0.608	1.29	0.138	0.313
	断面変化部下500mm	10.50		0.235	0.340	1.45	0.105	
	断面変化部上500mm	9.50	139.8	0.213	0.300	1.41	0.087	0.918

断面変化部の影響が無い上部管では測定圧力の自重圧に対する比率 B/A は太径モデルで 1.2、細径モデルで 1.4 程度である。同様の構造であるコンクリート充てん鋼管柱 CFT (□-500, ダイアフラム開口部 φ275) における、この比率は 1.2 程度²⁾と言われている、CFT よりも細

い管径を用いる本鉄塔では、この比率は大きくなると考えられる。
太径モデルでは断面変化部上 500mm と下 500mm 位置での自重圧を除いた圧入負荷の差が 0.001N/mm² であり、断面変化部の圧入圧力に与える影響はほとんど無かったと考えられる。CFT のダイアフラム部前後で圧力差が観察されないこと²⁾もあり、断面変化後の管径が比較的大きい場合、また充てんコンの変形性能が高い場合等には、断面変化部の圧入圧力に与える影響は小さいと考えられる。一方、細径モデルでのその圧力の差は 0.018N/mm² であり、上部と下部管それぞれ各 500mm の水平管換算圧力損失を考慮すると、断面変化部では 0.012N/mm² の圧力損失が生じたことになる。この値は上部管の水平管換算圧力損失の約 1.3 倍で、この管径の組合せでの断面変化部 1 箇所当りの水平管換算長さを 1.5m として考慮すれば安全側になると考えられる。

図-2 に細径モデルの管径と水平管換算圧力損失 ΔP を示す。図には通常のスランブのコンクリートでの値³⁾も示したが、スランブのコンクリートに比して、細径モデルでの圧力損失がやや大きくなっている。高流動コンクリートの場合、その粘性が高いために、圧力損失が通常のスランブのコンクリートより大きくなると言われている⁴⁾が、今回もその傾向が認められた。

4. まとめ

コンクリート充てん鋼管鉄塔へのコンクリート圧入負荷に関して、本実験の範囲で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 上部管における測定圧力の自重に対する比は太径モデルで 1.2、細径モデルで 1.4 程度であった。
- (2) 細径モデルでの水平管換算圧力損失は、スランブコンクリートのポンプ圧送でのそれよりやや大きかった。
- (3) 断面変化部での圧力差は太径モデルではほとんど無く、細径モデルでは 0.012N/mm² であり、その水平換算長さは 1.5m(上部管換算)/1 箇所と考えられる。

[参考文献]

- 1) : 高澤 裕二等, コンクリート充てん鋼管鉄塔に関する充てん工法の検討, 電力土木投稿中
- 2) : 大池 武等, 高流動コンクリートを用いた鋼管柱中詰コンクリートのポンプ圧入施工, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.1, 1996, p.207~212
- 3) : (社)土木学会, コンクリートのポンプ施工指針[H12 年版], コンクリートライブラリー100, 2000.1
- 4) : (社)土木学会, 高流動コンクリート施工指針, コンクリートライブラリー93, 1998.7

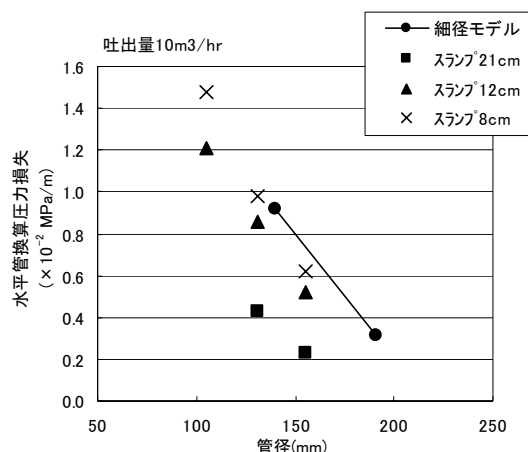


図-2 管径と水平管換算圧力損失