

ダックスポールの設計・施工

—高強度繊維補強モルタルを使用した塔状構造物—

九州支店	技術部	香田真生
九州支店	土木工事部	山本博輝
九州支店	久留米工場	内野 修
九州支店	土木工事部	蒲生登美男

1. はじめに

設計基準強度が 120N/mm^2 の高強度繊維補強モルタルを使用した塔状構造物(以降、ダックスポール)が、高さ 40.0m の携帯電話アンテナ塔に採用され、福岡県久留米市に建設された。今回採用されたアンテナ塔の概略図および完成状況をそれぞれ、図-1 および写真-1 に示す。携帯電話のアンテナ塔は一般に鋼製とされるが、高強度繊維補強モルタル(以降、ダックスモルタル)を使用することで、鋼製の塔と比較し、耐久性、景観性および経済性の向上が可能となることから採用された。ダックスポールは当社が独自に開発した新しい形式の PC 構造物であり、部材の薄肉化、軽量化、施工の省力化、耐震性の向上、および鋼製の塔と同程度のスレンダーな形状が可能となる。また、ダックスモルタルは硬化組織が緻密であり、高い耐久性を有していることから、飛来塩分が多い地域などの高い耐久性が要求される環境条件において、ライフサイクルコスト(LCC)の低減が期待できる。

2. 材料の力学的特性

ダックスモルタルの力学的特性を表-1 に示す。ダックスモルタルはシリカフェウムセメント、スチールファイバー、細骨材、水および高性能減水剤などから成るセメント系の高強度材料であり、設計基準強度は 120N/mm^2 である(写真-2)。粗骨材を使用しないため、優れた充填性、材料分離抵抗性および高強度が得られる。また、スチールファイバー(写真-3)を混入していることから、自己収縮よるひび割れや高強度材料特有の脆性的な破壊形態も改善できる。

3. ダックスポールの設計

ダックスポールを携帯電話のアンテナ塔に適用するにあたって適用した基準を以下の①～④に示す。また、本アンテナ塔の主な設計条件を表-2 に示す。

- ①建築基準法同施工令および国土交通省告示
- ②通信鉄塔設計要領・同解説：建設電気技術協会
- ③建築物荷重指針・同解説：日本建築学会
- ④塔状鋼構造物設計指針・同解説：日本建築学会

本アンテナ塔は高さが 40.0m であり、工場で製作した 8 個のプレキャストセグメント(長さ 5.0m/個)を現地において積み上げ、PC 鋼棒により鉛直方向のプレストレスを導入して一体化する構造とした。セグメントを一体化するためのプレストレスは、フーチングに埋め込んだ 16 本の PC 鋼棒により

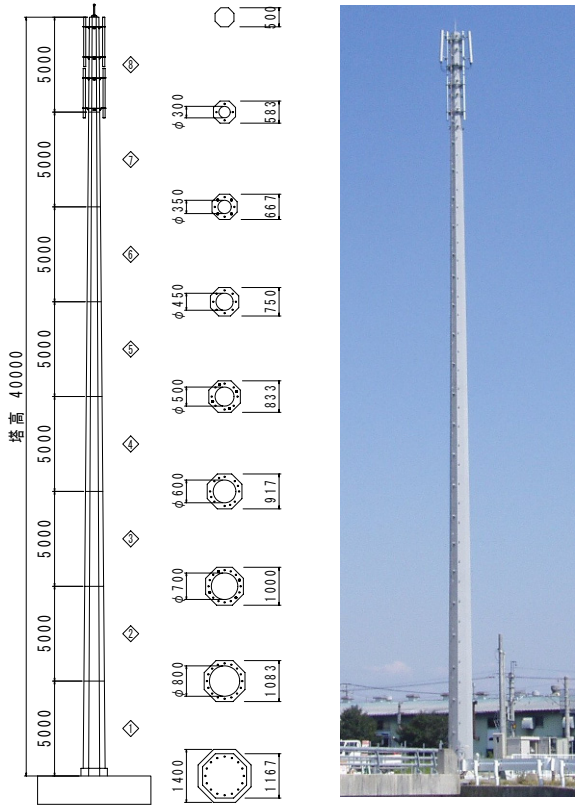


図-1 概略図 写真-1 完成状況

表-1 ダックスモルタルの力学的特性

	単位	設計用値	備考
設計基準強度 f'_{ck}	N/mm^2	120	配合強度 150N/mm^2
弾性係数 E_m	kN/mm^2	37.0	材料特性より
単位体積重量 w	kN/m^3	25.5	材料特性より

表-2 主な設計条件

	単位	設計用値	備考
塔体高さ	m	40	セグメント 8@5.0m
設計基準風速 V_0	m/s	34	福岡県久留米市
地表面粗度区分	---	II	風荷重に関する条件
地盤種別	---	II	地震荷重に関する条件
塔頂部のたわみ角	°	2.0	



写真-2 ダックスモルタル



写真-3 スチールファイバー

導入した。16本のPC鋼棒は2ブロック毎に4本ずつ緊張・定着した。緊張しないPC鋼棒はカプラーにより接続し、緊張箇所まで延長した。本アンテナ塔の設計は、上記①～④の基準に準拠し、風荷重および地震荷重に対して安全となるように行った。稀に発生する暴風(再現期間100年)および稀に発生する地震に対してはダックスモルタルおよびPC鋼棒に発生する応力度が短期許容応力度以下であることを照査した。極めて稀に発生する風荷重(再現期間300年)および極めて稀に発生する地震荷重に対しては作用断面力が設計断面耐力以下であることを照査した。

4. セグメントの製作

ダックスモルタルの打込み状況および完成したプレキャストセグメントの状況をそれぞれ、写真-4および写真-5に示す。プレキャストセグメントの製作は当社の久留米工場で行った。ダックスモルタルは優れた流動性と材料分離抵抗性を有しているため、振動締め固めを行わなくても充填性が良好であり、脱枠後のセグメントにひび割れや充填不良などの不具合は認められなかった。

ダックスモルタルを製造する際の品質管理項目は、モルタルフロー、単位水量、空気量、モルタル温度、塩化物量および圧縮強度とした。品質管理試験の結果はすべて基準値を満足しており、安定した品質のモルタルを製造することができた。ダックスモルタルの養生方法は、モルタル打設後から3日程度(1次養生:20℃×45時間、2次養生:60℃×24時間)の蒸気養生を行った。高温蒸気養生を行うことにより、養生後の硬化組織がより緻密化し、高強度を発現するとともに、収縮やクリープが大幅に低減し、耐久性も向上すると考えられる。

5. ダックスポールの施工

アンテナ塔の施工ステップを図-2に示す。また現場での施工状況をそれぞれ、写真-6および写真-7に示す。セグメントの組立は50tラフタークレーンを使用して行った。プレストレスの導入は、偶数ブロック(2ブロック毎)において、PC鋼棒を4本緊張し、鉛直方向のプレストレスを導入した。プレキャストセグメントが搬入されてから、塔本体が完成するまでの施工期間は7日間であった。本工事における施工上の工夫および留意点は以下のとおりである。

- ①足場はブラケット足場とし、ブロックを仮置きしている段階で地組しておく方法とした(写真-6)。
- ②所定の位置に建て込んだブロックは、緊張するまでの間は仮留めのプレートで固定しておき、上のブロックの作業へ進む方法とした。
- ③PC鋼棒は同一箇所では4本の緊張とし、緊張による偏圧を作用させないために、ジャッキ2台を対称に配置して同時に緊張した(写真-7)。
- ④グラウトは鉛直方向の注入であるので超低粘性タイプのもので、混和剤にはポゾリス GF-1820を使用した。グラウトの充填は5m毎に設けた排出口により確認した。

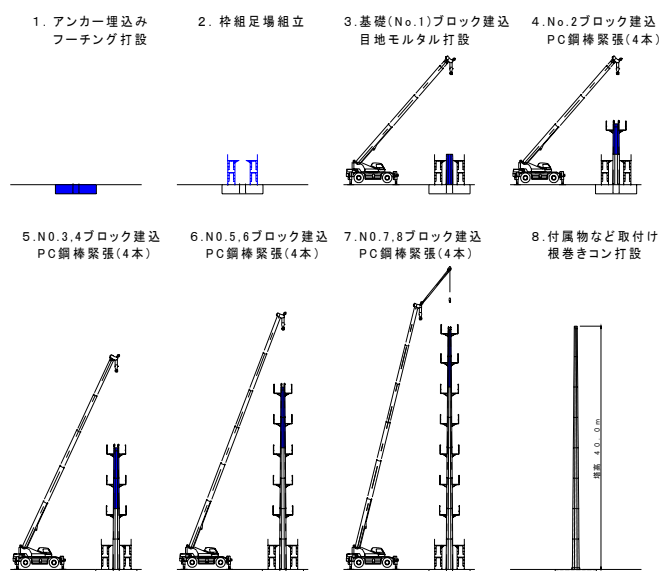


図-2 施工ステップ



写真-4 打込み状況



写真-5 完成したセグメント



写真-6 建込み状況



写真-7 PC鋼棒の緊張状況

6. まとめ

本工事は、初めてのダックスポールの施工であったが施工性に問題はなく、安全に施工を完了することができた。また、懸念事項であったPC鋼棒のカップリングに関しても、ディビダーク工法用のPC鋼棒を使用することで、手間取ることなく順調に施工できた。ダックスポールは、高強度材料を有効に活用した新しい形式のPC構造物であり、本工事の実績により、その有効性および将来性などが評価され、プレストレストコンクリート技術協会賞(技術開発部門)を受賞した。

Key Words: 高強度繊維補強モルタル、塔状構造物、携帯電話アンテナ塔



香田真生



山本博輝



内野修



蒲生登美男