

コンクリート充てん鋼管鉄塔へ適用する高流動コンクリートの配合検討

清水建設技術研究所 正会員 ○浦野 真次
 中部電力基幹系統建設センター 正会員 北澤 智
 中部電力基幹系統建設センター 高澤 裕二
 清水建設名古屋支店 正会員 野村 朋宏

1. 目的

大型送電線用コンクリート充てん鋼管鉄塔を建設する場合、鋼管を組み立てた後、コンクリートを建設現場で圧入して充てんすることにより、鉄塔建設費用の低減を図ることが可能となる。しかし、コンクリート充てん鋼管鉄塔は、高さが100m程度にもなり、脚主柱材である円形鋼管内径は下部（最大φ600mm程度）より頂上部へと行くに従い減少（φ139mm程度）しているため（図-1参照）、圧入施工に関して十分な検討が必要である。

著者らは、これまで充てん状況に関するフレッシュコンクリートの可視化実験を行い、鋼管の断面減少部分のコンクリートの閉塞を防止するためのコンクリートの変形性能や粗骨材容積の上限等に関して検討した。その結果、粗骨材容積を333 l/m³程度以下と小さくした高流動コンクリートを適用する必要があることを報告した¹⁾。実際に適用する配合は、コンクリートの圧入過程で管壁にモルタルを取られることを考慮して、可能な限り粗骨材容積を低減し280 l/m³とするとよいと考えられる。そこで本報告では、粗骨材容積を280 l/m³とした配合について、硬化後の品質も含めた要求品質を満足するコンクリート充てん鋼管鉄塔用高流動コンクリート（以下、充てんコンクリートと称す）の配合を検討した。

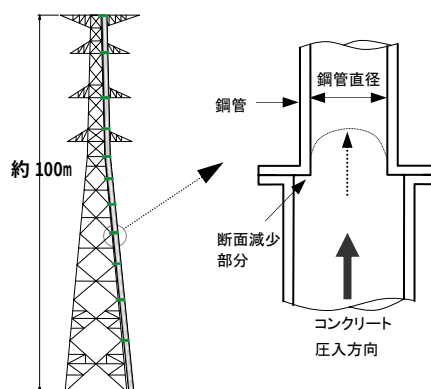


図-1 鉄塔および鋼管フランジ部模式図

2. 実験概要

充てんコンクリートの目標性能は、表-1に示すようにフレッシュコンクリートの可視化実験結果からスランプフローおよびV漏斗流下時間を設定し、その他は設計条件および耐久性などから設定した。流動性の経時保持に関しては、鉄塔建設位置が様々であること、年間を通した外気温に対応する必要があることなどから、3時間まで施工可能であることを目標とした。

水結合材比は、特に材齢7日強度を考慮し、35%程度とした。単位粗骨材絶対容積は、既に述べたように圧入時の施工性の他、硬化後の弾性係数や収縮ひずみなどに関する品質確保²⁾も考慮して280 l/m³とした。単位水量は、フレッシュ性状の経時保持など施工性の観点から暫定配合として180 kg/m³および175 kg/m³の配合を比較検討し、硬化後の品質も考慮して選定することとした。流動性および材料分離抵抗性の観点から高性能AE減水剤、石灰石微粉末および増粘剤を添加することとした。高性能AE減水剤は夏期においても対応できるように標準形(S)および遅延形(R)を用いた。以上より、使用材料および暫定配合を表-2および表-3に示すとおりとした。

表-1 高流動コンクリートの目標性能

フレッシュ時の性能	硬化後の性能
スランプフロー: 65±5cm	設計基準強度 (7日) 30 N/mm ²
V漏斗流下時間: 5~15sec	(28日) 45 N/mm ²
フレッシュ性能保持: 3時間	弾性係数 (28日) 26.25 KN/mm ²

表-2 使用材料

材料	記号	仕 様
セメント	C	普通ポルトランドセメント: 密度: 3.16 g/cm ³ , 比表面積: 3290 cm ² /g
粗骨材	G	藤原産碎石: 最大寸法: 20mm, 表乾密度: 2.70 g/cm ³ , F.M.: 6.55
細骨材	S	瀬戸産山砂: 表乾密度: 2.55 g/cm ³ , F.M.: 2.91
混和材	LP	石灰石微粉末: 密度: 2.71 g/cm ³ , 比表面積: 4,300 cm ² /g
混和剤	SP	ポリカルボン酸系高性能AE減水剤 (標準形(S)および遅延形(R))
	Vis	併用系用増粘剤 (バイオポリマー系)

表-3 暫定配合

単位粗骨材 絶対容積 (l/m ³)	水結合 材比 W/C(%)	細骨 材率 s/a(%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)					添加量 (%)	
				W	C	Lp	S	G	SP	Vis
280	36	53.1	5±1.5	180	500	40	808	756	P*1.8	W*0.08
280	35	53.5	5±1.5	175	500	40	821	756	P*1.8	W*0.08

キーワード コンクリート充てん鋼管鉄塔, 圧入, 高流動コンクリート, 経時保持

連絡先 〒135-8530 江東区越中島3-4-17 清水建設(株)技術研究所 TEL: 03-3820-5514/FAX: 03-3820-5959

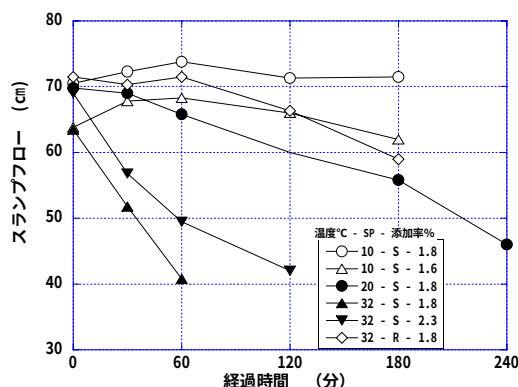


図-2 各温度条件によるスランプフロー経時変化

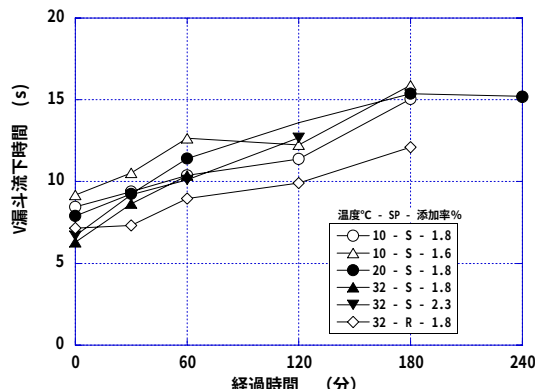


図-3 各温度条件によるV漏斗流下時間経時変化

3. 実験結果および考察

実施工では、外気温によるコンクリート性状の変動が予想されるため、室内気温を 5°C ($T_c=10^\circ\text{C}$)、35°C ($T_c=32^\circ\text{C}$) に変化させ、フレッシュ性状への影響を把握した。単位水量 180kg/m³ の場合のスランプフローとV漏斗流下時間の経時変化を図-2, 3に示す。コンクリート温度 10°C の場合、暫定配合を用いると、20°C と同等な性状を得ることができた。一方、コンクリート温度 32°C の場合、高性能 AE 減水剤の添加量増加により初期のスランプフローは改善できるものの、経過時間による流動性低下が著しいため、高性能 AE 減水剤を標準形(S)から遅延形(R)へ変更し暫定配合の添加量とすることで 20°C と同様な流動性および保持性能を得ることができた。ただし、高性能 AE 減水剤の遅延形(R)は、図-4に示すように、20°C で使用すると時間経過とともに流動性が増大する傾向を示すため、使用する温度条件の範囲の検討が必要と考えられる。

硬化までのコンクリートの沈降・収縮特性を把握するため、各单位水量における自重による加圧脱水性状について検討した。試験結果を図-5に示す。加圧脱水試験方法は、鉄塔鋼管内に打ち込んだ場合の 100m の自重による圧力を模擬するため、通常の加圧ブリーディング試験方法 (JSCE-F502-1999) の加圧力を 3.5N/mm² ではなく 2.4N/mm² とした。単位水量が 180kg/m³ の場合、加圧脱水率が高い結果となり、硬化までの沈降・収縮の点でやや不利な面があるといえる。

標準養生における強度特性は、いずれの単位水量の配合においても表-4に示すように要求性能を満足する結果となった。

耐久性は、鉄塔が寒冷地にも建設されることから、耐凍害性について検討した。その結果、図-6に示すように圧入するコンクリートの空気量を 5% 程度確保することで十分な耐凍害性を得られることが分かった。

4. まとめ

粗骨材容積を 280l/m³ としたコンクリート充てん鋼管鉄塔用高流動コンクリートを検討し、要求品質を満足する配合を得ることができた。今後は、本配合を適用した小規模充てん試験結果を基に、実大実験を行う予定である。

参考文献

- 1) 浦野真次, 北澤智, 高澤裕二, 野村朋宏: コンクリート充てん鋼管鉄塔への高流動コンクリートの適用に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.24, 2002
- 2) 土木学会編: 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, pp.101~126, 1998.7

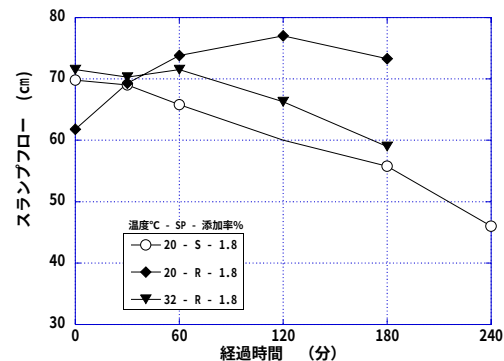


図-4 スランプフロー経時変化に及ぼす高性能 AE 減水剤の影響

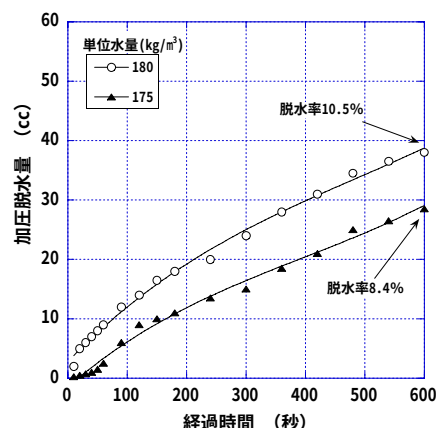


図-5 加圧脱水特性

表-4 強度特性

配合	圧縮強度 (N/mm ²)		弾性係数 (KN/mm ²)	
	7 日	28 日	7 日	28 日
W=180	53.7	63.9	34.0	37.0
W=175	52.2	65.3	36.5	40.1

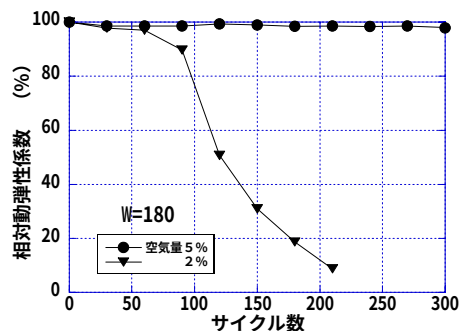


図-6 凍結融解試験結果