

スリップフォームコンクリートの養生温度と若材齢強度について

北海道電力(株) 正会員 白戸伸明
 (株)熊谷組 正会員 寺田卓雄
 (株)熊谷組 正会員 渡部 貢
 ○北電興業(株) 正会員 工藤雄一

1. はじめに

スリップフォーム工法のコンクリートは打設後数時間で脱型させるため、この時点において、コンクリートの自立する強度が必要となる。この若材齢強度は、施工時の気温に大きな影響を受けるため、スリップフォーム工法に採用するコンクリートにおいては、打設数時間後の強度の発現性とその品質管理が重要となる。

以下に、平成12年4月～8月に実施した北海道電力(株)苫東厚真発電所4号機増設工事の貯炭サイロ工事(石炭容量7,000 t×3基)のスリップフォームコンクリートの養生温度と若材齢強度について報告する。

2. 工事概要

スリップフォームは、外径23.4 m、壁厚下部70 cm～上部35 cm、1基当りの施工高さは21.15 mで3基合計で63.45 mである。

コンクリートの標準打設工程を図-1に示す。1層目のコンクリート打設終了後、1層厚分の型枠をスライドし、以降次層の打設および型枠スライドを繰り返す。1層目打設終了4時間後に当日打設したコンクリートが脱型(型枠高は1.2 m)され露出する。なお、コンクリートは、コンクリートポンプ車により圧送し、回転シュートにより打設した。

3. コンクリートの配合

コンクリートの示方配合を表-1に示す。コンクリートは、苫東厚真発電所2号機産のJIS A 6201 II種相当のフライアッシュを生コン工場へ搬送し製造したフライアッシュコンクリート〔F/(C+F)=20%〕である。配合は施工時の打設工程の確保を最重要視し、養生温度20℃の条件において打設後4時間で所要のコンクリート強度0.06 N/mm²を満足できることを条件に決定した。なお、所要コンクリート強度は、自重および型枠高さより算出したものである。

施工時期を想定し養生温度10、15、20℃において、若材齢のコンクリート圧縮強度試験を実施した。養生温度の違いによる経過時間と圧縮強度の関係を図-2に示す。養生温度が5℃低下すると脱型可能時間は約1時間増加することが予想された。コンクリートの練上がり温度は養生温度と同一になるように調整した。

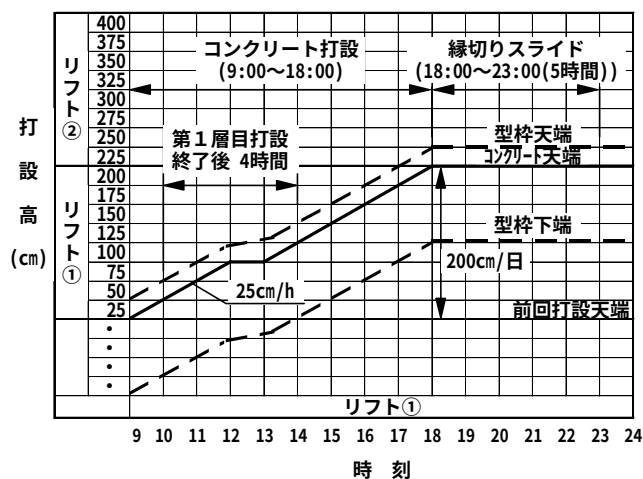


図-1 標準打設工程

表-1 コンクリート示方配合

設計基準強度	air	Gmax	slump	W/(C+F)	s/a	
N/mm ²	%	mm	cm	%	%	
24	4.5±1	25	18±2.5	47.3	46	
単位量 (kg／m ³)				混和剤 (g／m ³)		
W	C	F	S	G	主剤	助剤
147	280	70	851	1024	3325	4.55

主剤：ポリカルボン酸エーテル系高性能 AE 減水剤
 助剤：アルキルエーテル型陰イオン界面活性剤

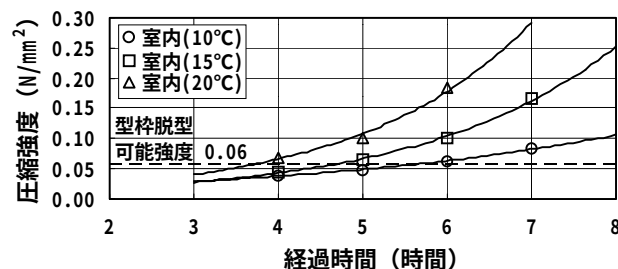


図-2 経過時間と圧縮強度の関係

【キーワード】スリップフォーム、フライアッシュコンクリート、若材齢強度、脱型強度、積算養生温度

北海道電力(株)土木部 〒060-8677 札幌市中央区大通東1丁目2番地 TEL011-251-1111 FAX011-251-0425

4. 施工実績および結果

スリップフォームの施工実績を表-2に示す。施工期間が4月中旬～8月下旬の4.5ヶ月に亘り、施工時間帯の気温が最低4℃～最高29℃で、気温差が25℃に及び、型枠脱型時間が2.5～6.5時間に変動し、日上昇高および打設日数に大きく影響した。4月の低温期間については、コンクリート練混ぜ水に温水を使用すると共に、型枠背面に硬質発泡ウレタンの吹付け(t=20mm)、防寒シートの設置および気温10℃以下の日には加熱保温養生等を実施した。

積算養生温度と圧縮強度の関係を図-3に示す。打設数時間後のコンクリートの若材齢強度においても積算養生温度との相関性があり、積算養生温度から強度、すなわち養生温度と時間から脱型強度を推定できることがわかる。近似式による脱型強度0.06 N/mm²に必要な積算養生温度は107℃・時である。

積算養生温度の算出は「コンクリート標準示方書【平成8年度】施工編」(土木学会)に準拠し、次式を採用した。

$$M = (\theta + A) \Delta t$$

M：積算温度(℃・日または℃・時)

θ：Δt時間中のコンクリート温度(℃)

A：定数で10℃を採用、Δt：時間(日または時)

なお、若材齢の圧縮強度の供試体は、1層目で最も遅く打込むコンクリートより採取し、また、供試体と構造物のコンクリート温度を測定の上、現場と極力同一条件になるように養生した。

平均養生温度と型枠脱型時間の関係を図-4に示す。

図中の計算式は、図-3の脱型強度0.06 N/mm²に必要な積算養生温度107℃・時から求められる平均養生温度と型枠脱型時間の関係式で、実績データは、当日の平均養生温度を算出し脱型強度に到達した時間をプロットしたものであるが、計算式と実績データの相関性が高いことがわかる。すなわち、コンクリートの温度を計測することにより脱型時間を推定できる。概ね、平均養生温度20℃で脱型時間は4時間となり、室内試験のデータとほぼ同様であった。

5. おわりに

打設数時間後のコンクリートにおいても、コンクリートの積算養生温度から圧縮強度、平均養生温度から型枠脱型時間を推定することができた。

最後に、本施工にあたって、ご指導、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝の意を申し上げる次第である。

【参考文献】

- 1) 白戸伸明：寺田卓雄：渡部 貢：齋藤敏樹，スリップフォームコンクリートの若材齢の強度試験方法について，土木学会第56回年次学術講演集(投稿中)

表-2 施工実績

サロ	期 間	外気温 (養生) (℃)	練上り 温度 (℃)	脱型 時間 (時)	暦日 (稼動) (日)	打設 日数 (日)	日最大 上昇高 (m)	日平均 上昇高 (m)
A	H12.4.17 ～5.19	4～18 (6～18)	15～23	3.0 ～6.5	33 (25)	16	1.95	1.32
B	H12.6.19 ～7.11	14～26	20～24	3.0 ～4.5	23 (20)	12	2.55	1.76
C	H12.8.7 ～8.31	21～29	25～28	2.5 ～3.0	25 (17)	11	3.00	1.92
計	H12.4.17 ～8.31	4～29	15～28	2.5 ～6.5	81 (62)	39	3.00	1.63

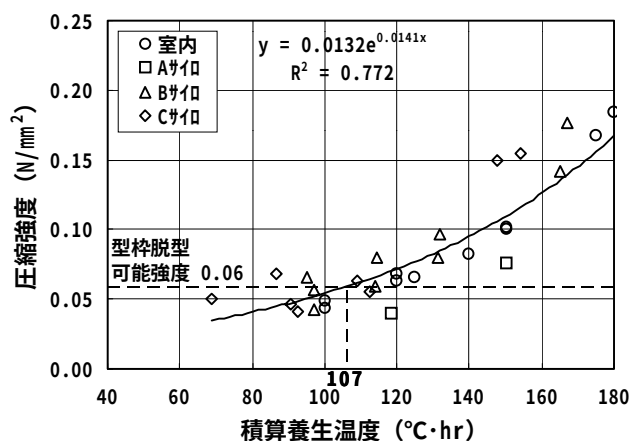


図-3 積算養生温度と圧縮強度の関係

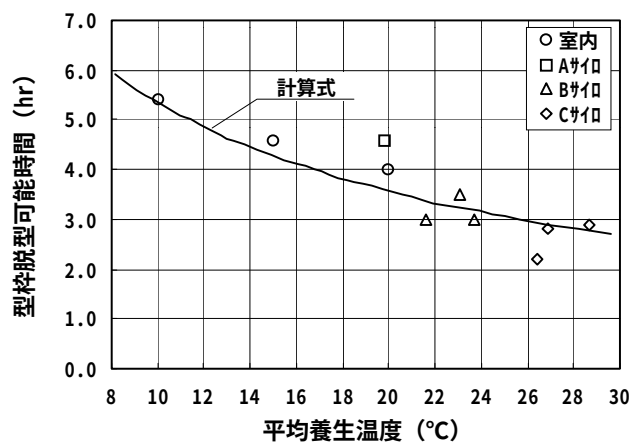


図-4 平均養生温度と型枠脱型時間の関係