

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

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	齋藤敏樹

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り、この若材齢のコンクリートの強度管理がスリップフォーム工法においては最も重要な品質管理項目である。以下に、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(石炭容量 7,000 t×3基)のスリップフォーム施工時に、定量的、簡易的かつ低コストな若材齢コンクリート強度試験方法として採用した「コンクリート凝結時間試験」の貫入抵抗試験装置および「土壌硬度試験」の硬度計による適用性について報告する。

2. 工事概要

スリップフォームは外径 23.4 m、壁厚下部 70cm～上部 35cm、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。コンクリート打設量は3基合計で約 2,550 m³である。

3. 若材齢コンクリート強度試験方法

スリップフォームの型枠上昇時の若材齢のコンクリート強度試験としては、通常、圧縮強度試験および鉄筋棒貫入試験が用いられているが、圧縮強度試験は強度を直接的に評価できるがコストが高く、一方、鉄筋棒貫入試験はコストは低いが主観的要素のある試験という特長がある。

また、圧縮強度試験は超低強度コンクリートのため、供試体は径 15cm、高さ 30cm、圧縮試験機は 100 kN 級以下のものが必要となる。

鉄筋棒貫入試験は打設したコンクリートの上端から直径 16mm の丸鋼鉄筋を人力で貫入し、鉄筋の先端が止まる高さを測定する試験で、この鉄筋の止まる高さを硬化高さ(cm)とし圧縮強度との相関からコンクリートの自立強度を推定し、脱型可能時間を判断するものである。

本施工においては、定量的、簡易的かつ低コストな若材齢コンクリート強度試験方法として、JIS A 6204 附属書 1「コンクリートの凝結時間試験方法」(以下、貫入抵抗試験と呼ぶ)および JHS A 601「土壌硬度試験方法」(以下、硬度試験と呼ぶ)の2種類の試験法に準拠して適用性を検討した。

貫入抵抗試験は断面積 12.5～100mm²の貫入針を 25mm 貫入させた時の貫入に要する力、貫入抵抗値(N/mm²)を測定する(写真-1)のもので、また、硬度試験は山中式土壌硬度計を鉛直に貫入して貫入時の抵抗による硬度指数(mm)を測定する(写真-2)のものである。

なお、試料は 5mm ふるいでウェットスクリーニングしたもので、試験値は3回の平均値、試験容器はいずれもコンクリート凝結時間試験で規定されているものを使用した。

フレッシュコンクリートおよび若材齢の品質管理試験を表-1に示す。若材齢強度試験として圧縮強度、貫入抵抗、硬度および硬化高さ試験を実施し、各試験値の相関性を検討した。なお、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、現場と極力同一条件になるように養生した。



写真-1 貫入抵抗試験



写真-2 硬度試験

キーワード：スリップフォーム、若材齢強度、脱型強度、積算養生温度

㈱熊谷組北海道支店 〒060-0002 北海道札幌市中央区北2条西13丁目1番地 TEL 011-261-7271 FAX 011-261-3971

4. 試験結果

鉄筋棒貫入による同一時刻の硬化高さと圧縮強度の関係を図-1に示す。硬化高さと圧縮強度に相関性($R^2=0.678$)があるが、ややバラツキが見られる。

脱型強度に必要な圧縮強度 0.06 N/mm^2 に相当する硬化高さは約 50cm で、1層の打設厚が $25\sim 30\text{cm}$ であることから、硬化高さが脱型対象層の天端+ $20\sim 25\text{cm}$ 以上であれば脱型可能と判断されるものである。

貫入抵抗値および硬度指数と圧縮強度の関係を図-2、図-3に示す。貫入抵抗値および硬度指数と圧縮強度の関係(貫入抵抗値 $R^2=0.860$ 、硬度指数 $R^2=0.905$)は、硬化高さと圧縮強度の関係に比べ相関性が高く、これらの測定値から若材齢のコンクリート圧縮強度の推定ができ、型枠脱型時間の判定が可能であると判断された。

打設後 $3\sim 6$ 時間程度のコンクリートは、セメントの水和反応による凝結が終結していない状態の硬化前のコンクリートであるため、 5mm ふるいでウェットスクリーニングしたモルタルの貫入抵抗値および硬度指数を測定することにより、コンクリートの強度としての評価に適用が可能で、よって圧縮強度との相関性が高いと考えられた。

なお、脱型強度に必要なコンクリートの圧縮強度 0.06 N/mm^2 に相当する貫入抵抗値は 1.0 N/mm^2 、硬度指数は 14mm であった。

本施工は、積算養生温度と圧縮強度の関係から求められる平均養生温度と型枠脱型可能時間の計算式¹⁾により脱型時間を推定し、さらに若材齢のコンクリート強度試験として、貫入抵抗および硬度試験を実施し、脱型可能であることを確認の上、型枠の上昇を実施したが、脱型されたコンクリートは剥落することなく、表面状態も良好であった。

5. おわりに

定量的、簡易的かつ低コストな若材齢のコンクリート強度試験方法として、貫入抵抗試験および硬度試験を実施した結果、圧縮強度との相関性が高く、スリップフォームの脱型強度の確認試験に十分に適用が可能であると判断された。

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：工藤雄一，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，土木学会第56回年次学術講演集(投稿中)

表-1 品質管理試験

試験項目	試験方法	試験頻度
スランブ	JIS A 1101	打設日毎
空気量	JIS A 1128	打設日毎
練上がり温度	棒状温度計	打設日毎
筒体温度	熱電対	打設日毎
圧縮強度	JIS A 1216	各筒体 3日
貫入抵抗	JIS A 6204 附属書 1 に準拠	打設日毎
硬度	JHS A 601 に準拠	打設日毎
硬化高さ	鉄筋棒貫入	打設日毎

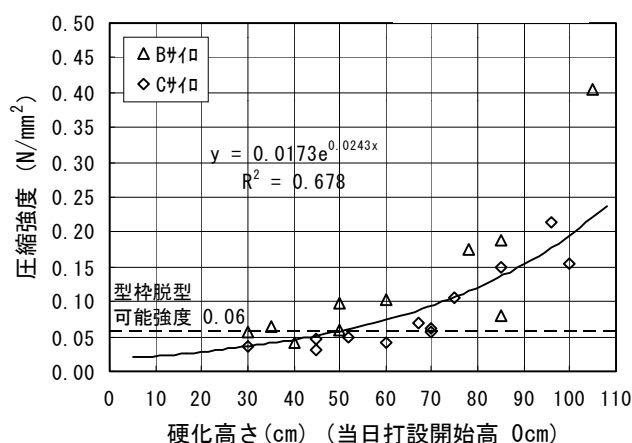


図-1 硬化高さと圧縮強度の関係

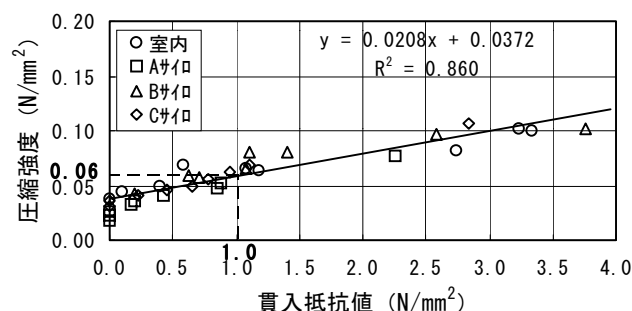


図-2 貫入抵抗値と圧縮強度の関係

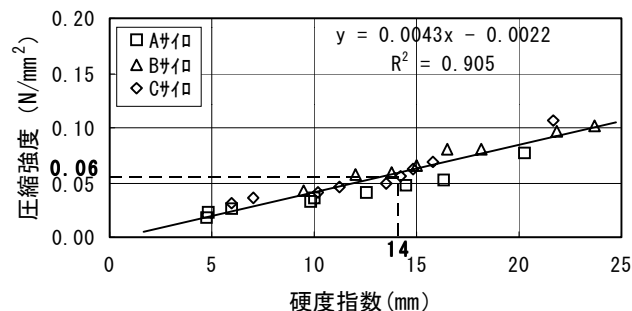


図-3 硬度指数と圧縮強度の関係