

V-368 低発熱高流動コンクリートを用いた壁状構造体の強度発現性について

長岡技術科学大学 学生員 大橋 章

大林組技術研究所 正会員 竹田 宣典

大林組技術研究所 正会員 十河 茂幸

1. はじめに

高流動コンクリートは、マスコンクリート構造物や鉄筋の錯綜した壁状構造物などに適用されている^{1)・2)}。そのため、温度ひび割れを抑制するために、セメントの一部を石灰石微粉末に置換したり、低発熱セメントを用いる場合が多い。一方、構造体の強度保証は 標準養生供試体の材齢28日あるいは材齢91日(低発熱セメント使用の場合等)で行うのが一般的となっているが、低発熱セメントを用いた高流動コンクリートの構造体強度と標準養生供試体強度を比較した報告は少ない。そこで本研究では、硬化速度の異なる3種類のセメントを用いた高流動コンクリートを用いて、壁状のモデル構造物を作製し、そのコア強度と養生方法の異なる供試体強度を比較し、構造体強度の品質管理方法について検討することとした。

2. 実験概要

セメントは低熱ポルトランドセメント(LP)、中庸熱ポルトランドセメント(MP)および普通ポルトランドセメント(NP)の3種類を用いた。セメントの鉱物組成と物理・化学的性質を表-1に示す。細骨材は木更津産山砂(比重:2.60、粗粒率:2.44)を、粗骨材は青梅産碎石(最大寸法:20mm、比重:2.66、粗粒率:6.78)を、混和剤はポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を用いた。

供試コンクリートは、表-2に示す配合の高流動コンクリートとした。単位粉体量は、 550kg/m^3 とし、セメントの一部を石灰石微粉末(比重:2.73、比表面積: $560\text{m}^2/\text{kg}$)に置き換えた。なお、

練上り温度は、 $20\pm 1^\circ\text{C}$ とし、フレッシュコンクリートの試験結果は表-2に示すとおりである。壁状モデル供試体は、厚さ20cmと厚さ90cmの壁を想定し、4面を発泡スチロールで断熱・遮水し、2面を露出している。モデル壁の養生は7日間型枠存置した後、気中放置とした。

一方、品質管理用として採取する円柱供試体($\phi 100\times 200\text{mm}$)は、通常は標準養生されるが、比較のために、材齢1日で脱型後気中養生(20°C 、70%RH)および封緘養生(20°C)したものも作製した。なお、供試体の作製は、高流動コンクリートであるため締固めを行っていない。

3. 実験結果および考察

LPおよびNPの円柱供試体を、異なる条件によって養生した場合の圧縮強度の推移を図-1、図-2に示す。LPを用いたコンクリートは、長期に渡って強度が増加するため、養生中の湿潤状態が大きく影響し、気中放置した供試体は、材齢28日以降、強度増加がほとんど認められず、実構造物における構造体強度に及ぼす湿潤状態の重要性が示唆されている。つまり、乾燥されやすい壁厚の小さい構造物においてLPを用い

表-1 セメントの鉱物組成と化学試験結果

セメント	鉱物組成 (%)				比重	比表面積 (m^2/kg)	安定性	圧縮強度 (N/mm^2)				水和熱 (J/g)		
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF				3日	7日	28日	91日	3日	28日	91日
LP	19.4	59.0	3.5	11.3	3.24	320	良	3.1	5.7	27.2	53.9	189	262	318
MP	44.9	31.1	3.8	12.6	3.20	325	良	11.8	17.0	35.4	50.0	275	334	368
NP	(50)	(25)	(9)	(9)	3.16	331	良	16.1	26.4	42.7	—	321	370	—

()内は参考値

表-2 供試コンクリートの配合および試験結果

配合	セメント	W/C (%)	W/P (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)						スランブ フロー (mm)	空気 量 (%)
					W	P		S	G	SPA		
						C	Lf					
A	LP	33.0	30.0	51.4	165	500	50	824	798	6.88	700	5.1
B				50.6				801		5.23	645	3.9
C	MP	47.1		50.8		350	200	798		6.05	630	4.6
D	NP			50.4				793		8.80	590	4.6

た場合は、できるだけ長期間湿潤状態におくことが必要と思われる。なお、図中に構造体から採取したコア強度を示しているが、材齢91日において標準養生の約70%程度の強度が得られた。これは、構造体が供試体より乾燥されにくく、かつ、材齢7日まで型枠内に置かれているためと考えられる。

普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの場合は、若材齢時において強度発現性が高く、その後の養生の影響は比較的小さく図-2に示すように、供試体強度は標準養生と気中養生で大差がなかった。

壁モデル供試体から採取したコア強度を配合別に図-3、図-4に示す。壁厚20cmの場合、LPを用いた構造体(B)のコア強度は、材齢28日、91日ともに小さく、壁厚90cmの場合は、比較的、普通ポルトランドセメントに近い値が得られた。これは、壁厚90cmの場合、壁中心温度が配合Bで約37℃まで上昇したのに対し、壁厚20cmの場合約25℃と低く、水和熱に伴う強度増進が生じたため、マスコンクリートとなるほど養生の影響を受けにくくなると考えられる。なお、いずれのコンクリートの場合も、材齢91日におけるコア強度は、標準養生供試体の材齢28日における強度に近い値を示しており、7日間程度型枠に存置された構造体の強度は材齢28日の標準養生で評価することができ、構造体強度のその後の強度増進を見込めば、さらに長期材齢の強度管理が可能と考えられる。

4. まとめ

低熱セメントと比較的多量の石灰石微粉末を用いた高流動コンクリートの構造体から採取したコア強度は、7日間程度型枠に存置すれば、その後気中に放置しても標準養生供試体の約70%程度となる。つまり、材齢91日のコア強度は、材齢28日の標準養生供試体強度に匹敵するもので、その後の強度増進があれば、強度管理材齢をさらに長期にとることが可能と推察された。今後は、季節変動なども考慮に入れ、適切な低発熱高流動コンクリートの強度管理の方法について検討を進める予定である。

参考文献

- (1) 三浦ほか；過密配筋をクリアした巨大タンク底版の急速施工、セメントコンクリートNo.558、1993.8
- (2) 古屋ほか；石灰石微粉末を多量に用いたマスコンクリート用低発熱型高流動コンクリート、土木学会論文集No.466、V-19、1993.5

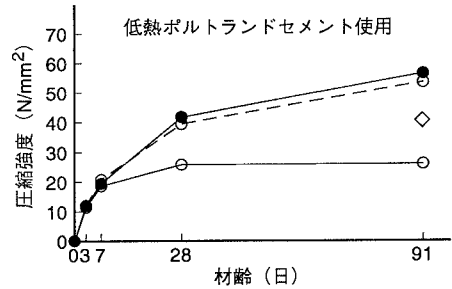


図-1 養生条件の異なる円柱供試体の強度発現性(配合B)

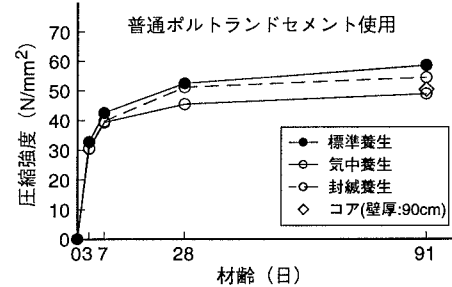


図-2 養生条件の異なる円柱供試体の強度発現性(配合D)

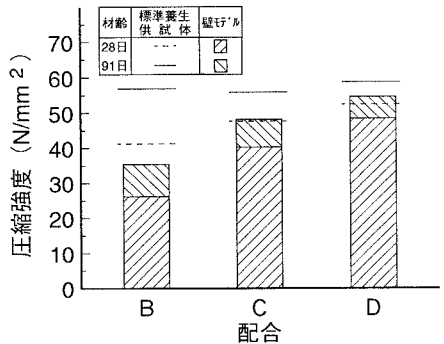


図-3 20cm厚の壁モデルのコア圧縮強度

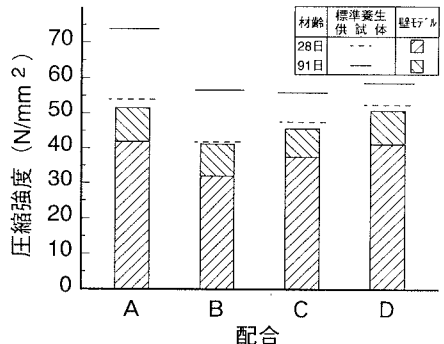


図-4 90cm厚の壁モデルのコア圧縮強度