

地中連続壁における高強度コンクリートの水中打込み時の強度低減率に関する検討

大成建設 技術センター 社会基盤技術研究部 正会員 ○臼井 達哉

大成建設 土木本部 機械部 正会員 平山 哲司

大成建設 土木本部 土木技術部 正会員 西田 与志雄

1. はじめに

近年、地中連続壁の施工を合理化する観点から掘削量およびコンクリートの打込み量を低減することを目的に高強度コンクリートを採用する事例が増加している。一般に高強度コンクリートは、水和熱による高温履歴により強度が低下する可能性がある¹⁾。また、水中打設による圧縮強度低減率は、示方書²⁾の中で一般的な値が示されているが高温作用による圧縮強度発現の影響を考慮した上で水中打込みによる強度低減率について検討した事例はほとんどない。そこで本研究では、高温履歴を受けたコンクリートの圧縮強度が90～95N/mm²程度となる配合を室内試験において選定し、そのコンクリートを用いて先行エレメントの実規模部材を製作した。実規模部材から採取したコア供試体による圧縮強度を測定することで高温作用による影響を考慮した地中連続壁の水中打込みによる強度低減率の検討を行った。

2. コンクリートの配合選定

材齢初期の高温履歴の影響を把握することを目的に標準養生の供試体、簡易断熱状態における封緘養生の供試体(図-1)、マスブロック試験体(図-2)から採取したコア供試体による圧縮強度を測定することとした。なお、保温材は、プラントの実績を参考にW/Cを24.8%、26.8%とし、セメントは、中庸熱ポルトランドセメントを使用した。配合を表-1、目標品質を表-2に示す。単位セメント量が多くなるため、スランプフローを680mmとし自己充填性ランク2の高流動コンクリートとした。また、圧縮強度は構造体強度として90N/mm²程度を確保するため既往の高流動コンクリート用いた実績²⁾を参考に、水中低減率0.95を考慮しマスブロック試験体のコア供試体において95N/mm²を目標とすることとした。

試験結果を表-3、図-3に示す。水中養生では、材齢56日まで圧縮強度が増加しているのに対して簡易断熱、マスブロック試験体では、材齢14日からの圧縮強度の増加がほとんどないことがわかる。加えて、材齢14日時点、簡易断熱、マスブロック試験体の方が圧縮強度が高いことがわかる。これは、初期にコンクリートが受ける温度履歴の差であり(図-4)、標準養生と比べ、材齢初期に高温履歴を受けたことで、材齢初期の圧縮強度は高くなるものの長期の強度発現は小さくなったと考えられる。また、簡易断熱よりもマスブロック試験体のコア供試体による圧縮強度の方が平均で6.5N/mm²程度大きい結果となった。コンクリート構造物では、マスブロック試験体に近い養生条件であることから、本研究では、マスブロック試験体のデータをもとに配合を選定することとした。マスブロック試験体におけるC/Wと圧縮強度の線形関係から、圧縮強度95N/mm²となるW/Cは30.0%であった。そのため、模擬部材製作時は、W/C30.0%の配合を用いた。(表-1)

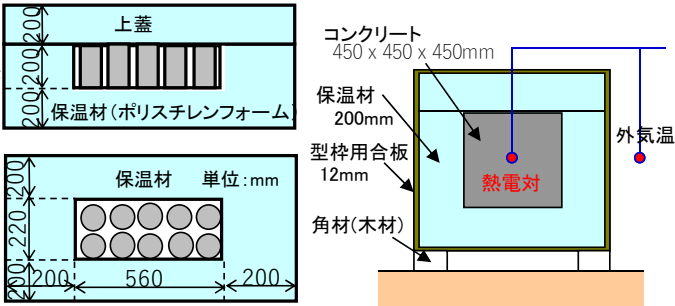


図-1 簡易断熱供試体
図-2 マスブロック試験体

表-1 コンクリートの配合

配合		W/C (%)	s/a (%)	Vg (m ³ /m ³)	単位量 (kg/m ³)					
					W	C	S1	S2	G	SP (C×%)
強度推定1	W/C26.8	26.8	48.5	0.31	175	653	537	228	822	1.20
強度推定2	W/C24.8	24.8	47.1	0.31	175	706	508	215	822	1.30
模擬部材	W/C30.0	30.0	50.8	0.31	175	584	576	246	822	1.30

表-2 目標品質

項目	試験方法	目標値
①スランプフロー	JIS A 1150	680±50mm
②500mmフロー到達時間	JSCE-F 503	3～15秒
③空気量	JSCE-F 513	2.0±1.5%
④U形充填高さ	JSCE-F 511	300mm以上 (障害条件: R2)
⑤圧縮強度	JIS A 1132	95N/mm ² (構造物強度90N/mm ²)

キーワード 地中連続壁、高強度コンクリート、高流動コンクリート、強度低減率、高温履歴

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設 技術センター TEL045-814-7228

表-3 圧縮強度試験結果 (単位: N/mm²)

配合	養生条件	材齢7日	材齢14日	材齢28日	材齢56日
W/C 26.8%	標準	74.5	91.7	114	121
	簡易断熱	-	99.8	101	106
	マスブロック	-	106	107	112
W/C 24.8%	標準	78.3	101	117	126
	簡易断熱	-	109	110	111
	マスブロック	-	117	116	118

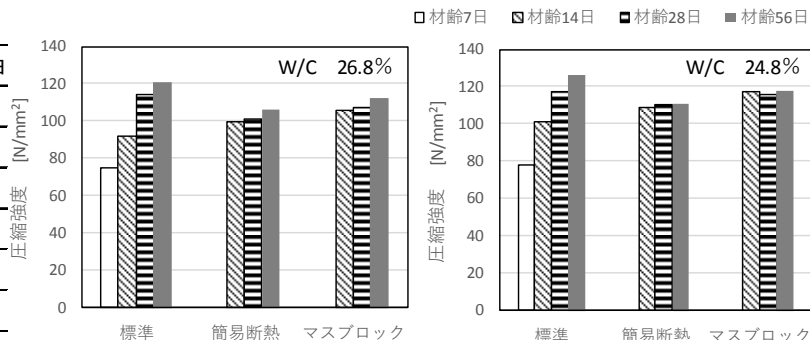


図-3 各養生の圧縮強度試験結果

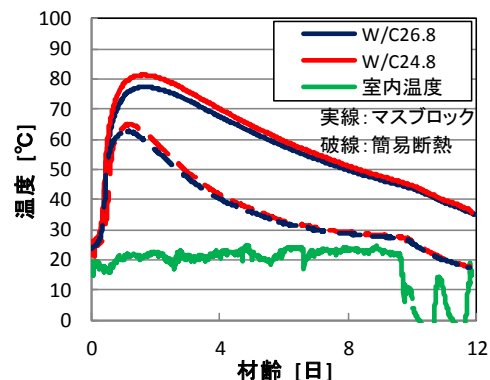


図-4 各配合、養生条件における温度履歴

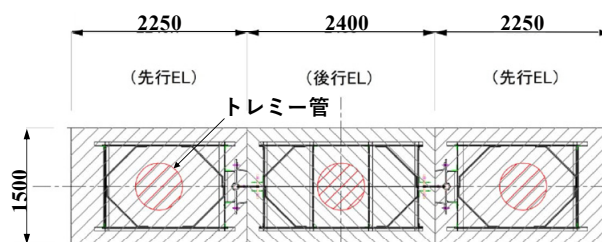


図-5 模擬部材の概要 (単位: mm)

表-4 模擬部材の圧縮強度と水中打込みによる強度低減率

コア 採取箇所	先行EL①				先行EL②			
	①構造体コア供試体	②簡易断熱	③マスブロック試験体換算	水中打込みによる低減率(①/③)	①構造体コア供試体	②簡易断熱	③マスブロック試験体換算	水中打込みによる低減率(①/③)
	(N/mm ²)			[-]	(N/mm ²)			[-]
深度10m	93.2	87.3	93.8 (②+6.5)	0.99	88.1	86.1	92.6 (②+6.5)	0.95
深度6m	98.4			1.05	94.3			1.02
深度3m	93.8			1.00	97.1			1.05
平均	95.1	-	-	1.01	93.2	-	-	1.01

マスブロック換算値は、配合選定時の圧縮強度試験結果をもとに簡易断熱+6.5N/mm²とした標準養生(材齢28日) 先行EL① 94.1N/mm², 先行EL② 90.9 N/mm²

3. 模擬部材の製作とコア供試体による圧縮強度の測定

本実験で製作した地中連続壁は、全長 6.9m、壁厚 1.5m、深さ 34m の規模で先行エレメントは 2.25m、後行エレメントは 2.4m、全長 6.9m のものである。本実験では、1本のトレミー管を各エレメントの中央に配置してコンクリートの打込みを行った。先行エレメント①、②とも打込み後、材齢 21 日にてエレメント中央部からボーリングコア(φ100mm)を深度 10.5m まで行い、深度 3m, 6m, 10m 地点のコア供試体を採取し材齢 28 日にて圧縮強度を測定した。圧縮強度は 3 供試体の平均値とした。比較用に、標準養生の供試体と簡易断熱状態における供試体の圧縮強度を測定した。

圧縮強度の試験結果を表-4 に示す。先行EL①②とも材齢 28 日の構造体コア供試体において平均で 93~95N/mm² の圧縮強度が確認された。特に、トレミー管の根入れが浅く安定液等の不純物と混じりやすい地表面付近(GL-3m)においても確実な強度発現が確認できた。簡易断熱状態の供試体の圧縮強度試験結果から推定したマスブロック供試体の圧縮強度との比較から水中への打込みによる強度の低減率を算出したところ 0.95~1.05 の範囲であり、その平均値は先行EL①②ともに 1.01 となった。この結果から、高強度・高流動コンクリートを用いた場合の連壁コンクリートにおける水中打ち込みによる強度低減は全くないことがわかった。また、材齢 28 日における標準養生の圧縮強度は、構造体のコア

供試体による圧縮強度と同程度であったが、表-3 に示すように標準養生では材齢 56 日にて圧縮強度が増加するものと考えられる。しかし、高温履歴を受ける場合には、標準養生よりも強度が若干低下し、材齢 28 日以降の強度増進がないことを考慮すると、高強度コンクリートを用いる場合には、高温履歴による影響を考慮した配合選定を行う必要がある。

4. まとめ

本実験の試験結果から、高強度コンクリートを用いた場合の水中強度低減率は、非常に小さいことが確認できた。しかし、高強度コンクリートを用いる場合には、高温履歴による強度発現の変化を考慮し配合選定することが重要となる。

参考文献

- 1) 土木学会:2012 年度制定コンクリート標準示方書[施工編], 2013.3
- 2) 大友健ほか:高性能連続地中壁工法「ハイパー連壁」の適用事例, 大成建設技術研究所報, Vol.30, 2000