壁部材を対象とした安価な締固め不要コンクリートの打込み方法の検証

鹿島建設(株)　正会員　○水野浩平　六本木日菜子　松本修治　橋本　学　渡邉賢三　柳井修司　坂井吾郎

１．はじめに

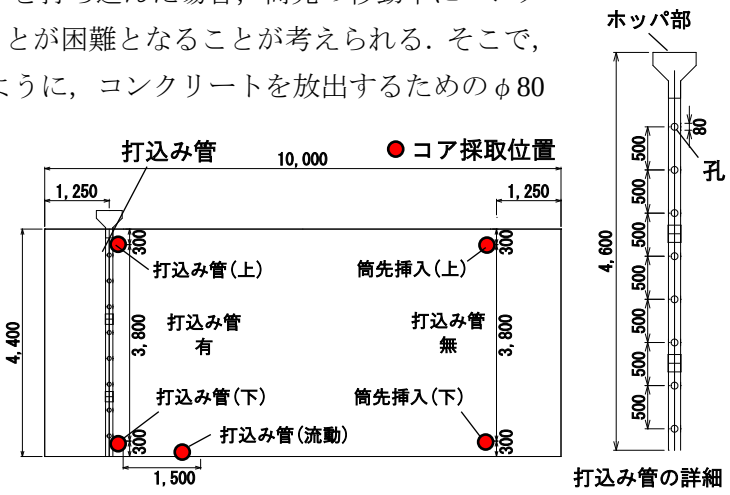
近年，建設業界では労働人口の減少が深刻化しており，建設工事の生産性向上が求められている．コンクリート躯体工では，締固め作業が不要となる高流動コンクリートの適用が効果的であるが，単位粉体量が多く必要となることから，材料の供給やコストが課題となり，広く普及するまでに至っていない．筆者らは，一般的な RC 構造物を対象に，石灰石微粉末や増粘剤などの特殊な混和材料を用いず，単位セメント量が通常のコンクリートと同程度で，安価に締固め不要を実現するコンクリートの実用化に向けた検討を行っている[1)]．本稿では，この締固め不要コンクリートを壁部材に適用し，硬化後の品質を分析することで打込み方法を評価した．

２．安価な締固め不要コンクリートの特徴とコンセプト

筆者らが開発した安価な締固め不要コンクリートは，スランプフローを 50 cm 程度とし，土木学会「高流動コンクリートの配合設計・施工指針」に示される自己充填性のランク 2 を満足するもので，その施工方法は，通常のコンクリートと同様に打込み高さを 1.5 m 以内に抑え，打込み間隔を 3 m 程度として間配るものである．また，配合の特徴は，単位セメント量が通常のコンクリートと同等の 300～350 kg/m^3 程度とし，細骨材に含まれる 0.6 mm 以下の粒子の容積割合を多くすることで，材料分離抵抗性を確保しているところにある[1)]．

３．壁部材を対象とした打込み方法の検討

本検討は延長 10 m，幅 0.6 m，高さ 4.4 m の壁部材を対象とした．使用したコンクリートの配合を**表－1** に示す．なお，荷卸し時のフレッシュコンクリートの試験結果も併せて示す．コンクリートはスランプフロー50 cm の締固め不要となる配合とした．一般的な壁部材の打込みは，筒先の抜挿しの作業を伴い，筒先の移動に時間を要するため，安価な締固め不要コンクリートを打ち込んだ場合，筒先の移動中にコンクリートが先流れし，流動距離を制御しつつ間配ることが困難となることが考えられる．そこで，本検討では既報[2)] の実験を参考に，**図－1** に示すように，コンクリートを放出するためのφ80 mm の孔が 500 mm 間隔で直線上に配置された多孔管（以下，打込み管と表記）を 1 本設置し，ブーム式コンクリートポンプ車を用いて，流動制御と作業効率の観点から筒先の抜挿しを省略し，打込み管のホッパ部よりコンクリートを打ち込んだ．なお，打込み管を設置していない範囲については，打込みの落下高さが 1.5 m 以内となるよう筒先を挿入して打ち込んだ．1 層の打上がり高さは 50 cm 以内，打込み速度は 12 m^3/h 程度とした．脱型後，**図－1** に示す位置でコアの採取を行った．採取位置は，壁の上下部より打込み管の有無でそれぞれ 2 水準（以下，打込み管(上)，打込み管(下)，筒先挿入(上)，筒先挿入(下)と表記），打込み管を用いて打ち込まれた 1 層目のコンクリートを対



図－1 壁部材および打込み管の概要

表－1 コンクリートの配合

配合	G_{max} (mm)	SF (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	$V_{0.6}/V_m$ ※(%)	Gvol (ℓ/m^3)	単位量(kg/m^3) W	C	S1	S2	G	SP	試験結果 SF (cm)	Air (%)	U 形充填高さ (mm)
安価な締固め不要ｺﾝｸﾘｰﾄ	25	50	4.5	50.0	49.5	52.9	340	170	340	463	388	881	3.74	50.0	5.2	330 (ﾗﾝｸ 2)

・W:上澄水　・C:高炉セメント B 種,密度 3.04g/cm^3　・S1:陸砂,表乾密度 2.53 g/cm^3,粗粒率 2.80
・S2:山砂,表乾密度 2.59 g/cm^3,粗粒率 1.60　・G:砂利,表乾密度 2.59 g/cm^3,実積率 62.9%
・SP:高性能 AE 減水剤,ﾎﾟﾘｶﾙﾎﾞﾝ酸系化合物
※$V_{0.6}/V_m$：モルタル中のセメントおよび細骨材に含まれる 0.6 mm 以下の粒子の容積割合(%)

キーワード　締固め，高流動コンクリート，フレッシュコンクリート，コア，圧縮強度，単位容積質量
連絡先　〒182-0036　東京都調布市飛田給 2-19-1　鹿島建設(株)技術研究所　TEL: 042-489-8008

© Japan Society of Civil Engineers

象に，打込み管(下)および打込み管から 1.5 m 程度流動した位置（以下，打込み管(流動)と表記）の 2 水準とした．コア供試体は水平方向に各 2 本採取した後，φ100 mm×h200 mm に整形し，材齢 216 日にて圧縮強度および単位容積質量を測定した．

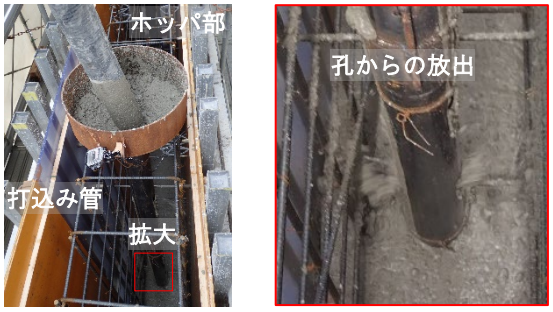
4．検討結果

打込み管を使用したコンクリートの充填状況を**写真－1** に示す．打込み管の孔を通じてコンクリートが流出し，材料分離なく充填される様子が確認された．また，筒先の移動開始から次の打込み位置に設置するまでの時間は，打込み管を用いない 1 層目において 64 秒を要したが，筒先の抜挿しを伴わない壁頂部での水平移動のみの場合では 19 秒であり，打込み管を使用することで，筒先の移動に要する時間を短縮できることが確認された．

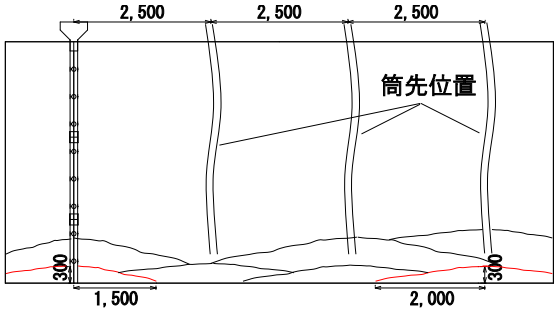
アジテータ車 1 台目（4.25 m³）で打ち込まれた範囲の打込み記録を**図－2** に示す．1 層目の打上がり高さ 0.3 m の地点における流動距離は，打込み管を使用していない範囲の 2.0 m に対し，打込み管を用いた範囲では 1.5 m と，打込み管により流動距離が抑制された．これは，打込み管の孔が壁延長の直行方向（かぶり方向）に位置させたため（**写真－1：右**），打込み管の孔から型枠方向に指向性を持ってコンクリートが流動したものと考えられる．さらに，打込み管を設置しなかった打込み位置にも打込み管を設置することで，筒先移動時間の短縮と相まって，流動をより抑制できるものと考えられる．

圧縮強度の試験結果を**図－3** に示す．打込み管の有無によらず，上部より下部において圧縮強度が高い傾向が認められた．壁部材の下部のほうがコンクリートの自重による圧力が作用し，密実なコンクリートになったものと考えられる[3)]．

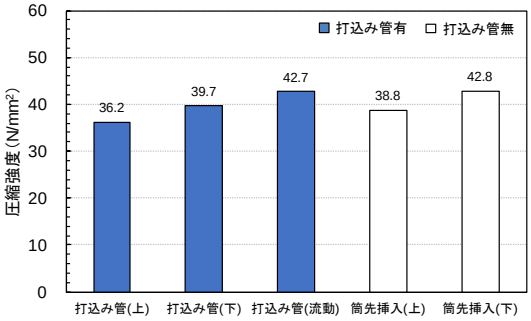
単位容積質量の試験結果を**図－4** に示す．打込み管(下)と打込み管(流動)を比較すると，単位容積質量は，理論値と概ね同程度であり，1.5 m 程度の流動であれば材料分離することなく充填されるものと考えられる．圧縮強度と同様に，打込み管の有無によらず上部より下部において単位容積質量が高い傾向が認められたものの，既往の文献[3)]による，粉体系高流動コンクリートを適用した高さ 3.76 m の壁部材における単位容積質量の変動係数の範囲（ばらつきの範囲）に収まった．



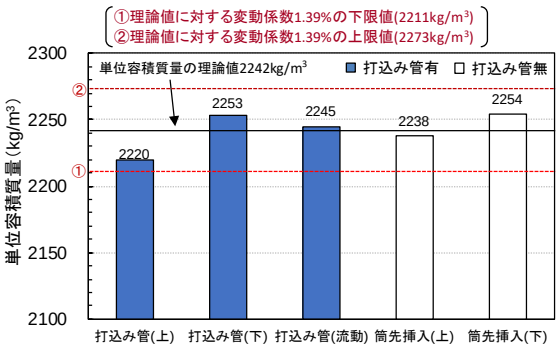
写真－1　コンクリートの打込み状況



図－2　充填状況（アジテータ車 1 台目）



図－3　圧縮強度の試験結果



図－4　単位容積質量の試験結果

5．まとめ

壁部材を対象に，安価な締固め不要コンクリートの打込み方法について検討した．打込み管を使用することで筒先の抜挿しを省略でき，材料分離なくコンクリートを打ち込むことができた．コア供試体の圧縮強度および単位容積質量より，打込み管を用いた場合においても，所要の品質と均質性が確保されることが確認された．

参考文献

1)　松本修治，橋本学，柳井修司，坂井吾郎：生産性向上に資する安価な締固め不要コンクリートの実現に向けた一実験，コンクリート工学年次論文集，Vol.41，No.1，pp1145-1146，2019
2)　六本木日菜子，高木英知，松本修治，柳井修司，橋本学，渡邉賢三，坂井吾郎：壁部材を対象とした安価な締固め不要コンクリートの打込み方法の検討，第 75 回土木学会年次学術講演会，V-441
3)　江口健治，中嶋健治，加藤康司，村上幸治：暑中環境下を考慮した粉体系高流動コンクリートの実用化，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，No.1，pp63-68，1996

© Japan Society of Civil Engineers