

(100) プレキャストPC二次製品における中流動コンクリートの設計・施工について

(株) 富士ビー・エス 正会員 ○東野 正明
 太平洋セメント(株) 西沢 慶人
 (株) ポゾリス物産 山川 勝義
 国際企業(株) 立木 直樹

1. はじめに

プレキャストPC二次製品の製作を行う工場としては、JIS認定工場(JIS A5313)であることが条件となっている場合が多く、特に本年度より、JISの大幅な改正にともないISOとの整合性が計られている。JISの改正の中で特に着目される点はコンクリートの流動性をスランプの他にフロー管理が認められたことである。すなわち高流動性コンクリートが使用可能となった。コンクリート構造物の高性能化は出来るだけ締め固めを少なくし、一定なコンシステンシーとワーカビリティを持った品質のコンクリートを構造物のすみずみまで供給することにより大幅に向上する。現在までコンクリートの性能は締め固め重視のスランプにより管理を行っていたが、試験者の人的要素による試験誤差のコンシステンシーの変動、スランプの時間による経時変化および高圧ポンプによる圧送等の影響により、一定な品質のコンクリートの供給は困難であった。締め固めを極力少なくし、コンクリートを充填する事によりコンクリートの打設時間は大幅に短縮出来、コンクリートのワーカビリティおよびコンシステンシーはかなり改善される。本実験では、高流動ではなく、スランプフロー50×50cm 程度の中流動コンクリートの設計及び施工を行ったので、その性能性と実験結果について述べる。

2. 中流動化コンクリートについて

締め固め不要の高流動化コンクリートではなく、中流動化コンクリートを選択した理由として、製品の美観とコンクリートと鋼材の付着の信頼性を高めるために、ある程度の微振動をあてる事により改善されると考えたからである。流動性を得る方法として、一般的に微粉末を使用するものと増粘剤を使用するものがあるが

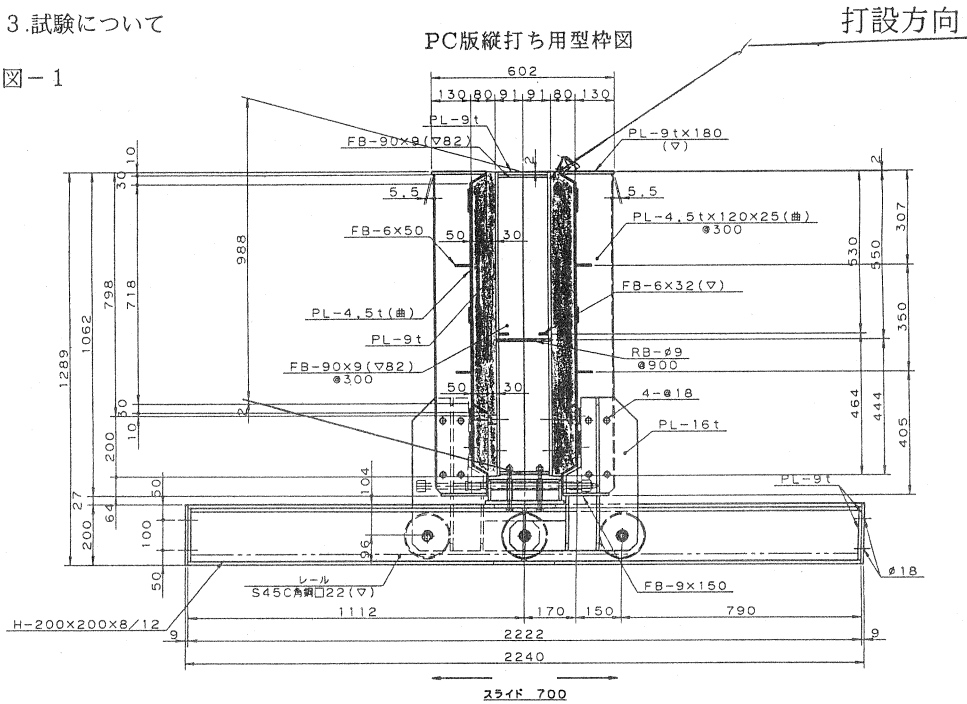
表-1 試験練り示方配合及びフレッシュコンクリートの性状

試験年月日		平成11年9月16日		練混ぜ時間		90SEC		供試体寸法		10×20cm		材料投入法		同時	
ミキサの種類		強制練りミキサ		設計強度		50 N/mm ²		目標強度 σ_y		62.6 N/mm ²		目標空気量		4.0 ±1.0%	
目標スランプ		50×50 ±5 cm		練り混ぜ量		1回 1.0m ³		目標空気量		4.0 ±1.0%					
配合細目名	配合番号	示方配合表								フレッシュコンクリートの性状					
		粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	水 W	セメント C	単 位 量 (Kg/m ³)			SP-8000S ポリカルボン酸系	フロー (cm)	コンシステンシー (%)	空 気 量 (%)	温 度 (°C)	塩 化 物 含 有 量 (g/m ³)
							細骨材 S	粗骨材 G	混和剤						
							川砂	石灰 砕砂	15mm以下 2006						
上限配合	PC-1	35.1	49.6	167	476	407	423	876	4,522	52×53	4.2	22.5	16.5		
標準配合	PC-2	37.1	50.0	167	450	416	432	880	4,275	50×52	4.2	22.5	16.5		
下限配合	PC-3	39.1	50.4	167	427	424	440	883	4,057	52×53	4.2	21.5	17.5		

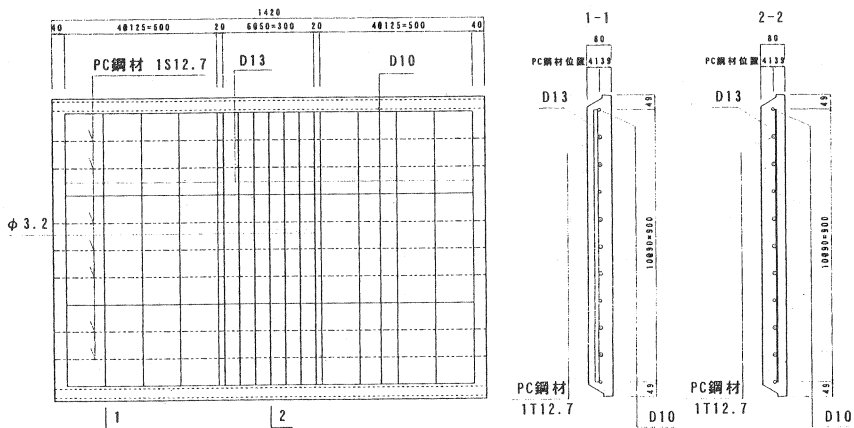
本実験では、中流動コンクリートに着目したためにいずれの方法もとらず、細骨材率を従来の高流動化コンクリートに近い50%とし、細骨材の一部を粒度分布の細かい石灰石砕砂とし、配合を川砂50:石灰石砕砂50とした。石灰石砕砂を使用した理由は粘性を得る事とブリーディングを極力少なくするためである。ブリーディングを少なくするため、石灰石砕砂を使用することでは補えないので分散性の高い新しいタイプのポリカルボン酸系の高性能減水剤を使用した。また、プレテンション製品は高強度 ($\sigma=50\text{N/mm}^2$) を要求されているためにもととの単位セメント量は多く粉体量としてカウント出来るメリットを活用した。よって、配合は通常の高強度コンクリートを少し変えただけの非常にシンプルな流動化コンクリートとなっている。配合表を表-1に示す。

3. 試験について

図-1



PC版縦打ち用配筋図 (PC Panel Vertical Casting Reinforcement Diagram)
 使用PC鋼材・・・SWPR7B 1S12.7 (7本)
 配力筋・・・D13 (PC鋼材上側)、 $\phi 3.2$ (PC鋼材下側)



製品のコンクリートの打設面は、コンクリートが打ち込みやすく、美観上影響が少ない面を打設方向として選定するが、やはり最小断面部から打設可能であれば、仕上げに要する人件費と時間が短縮出来る。今回の実験は、骨材最大寸法の2倍程度しかない部分（図-1）からコンクリートを打設する実験が目的である。

中流動コンクリートでは打設という観点から充填ということになるので、コンクリートの性状も重要であるが、コンクリートの充填方法を誤ると骨材とコンクリートの分離や、型枠の漏れ及び変形等が生じやすいので十分な検討が必要である。

試験内容はコンクリートのフレッシュ性状、硬化性状及びコンクリートの充填時に必要な微振動試験について行なった。フレッシュ性状についてはフロー試験と時間経過変化、硬化性状についてはコンクリートの圧縮強度、ヤング係数及び引張強度について行い、その結果を表-1に示す。微振動については各種振動方法を検討し試験を行なった。

コンクリートのフレッシュ性状については分離作用が無くほぼ満足出来る値であった。硬化性状については、細骨材率が高いためにコンクリートのヤング係数は若干低めの値を示し、圧縮強度および引張強度試験の結果はほぼ理論値通りであり、いずれも構造的に問題が生じるような値ではなかった。

コンクリート締め固め時の微振動の影響についてはあまり大きな振動を掛け過ぎると分離作用が働く。もっとも効果があったのは、表面振動機（振動モーターにアルミ板を直接取り付け付けたもの）を使用する方法で、強固なメタルホーム型枠を使用する場合は型枠振動機を併用する方法が良い。ただし、振動させるタイムサイクルを考えて行かなければコンクリートの分離作用が生じるので前もって確認試験が必要である。

尚、写真-1は、試験体用型枠組立の状況、写真-2は、試験打ち打設状況、写真-3に製品の仕上がり状況を示す（美観の程度）

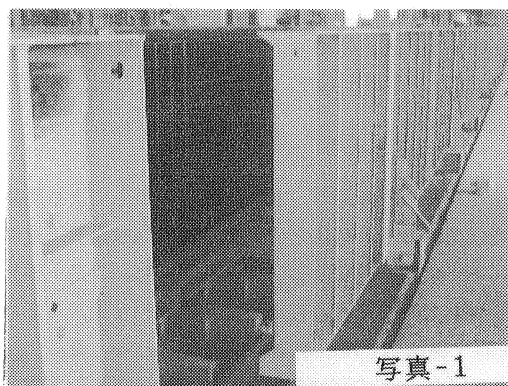


写真-1 試験体用型枠組立の状況

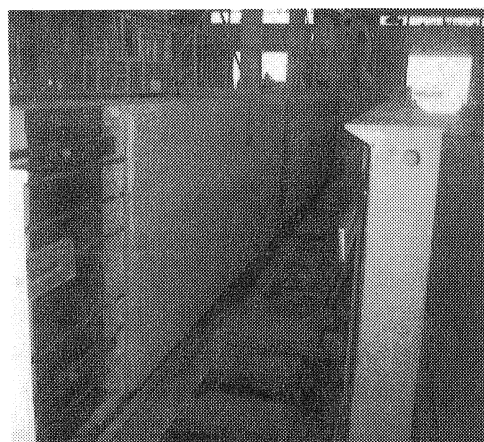


写真-3 製品の仕上がり状況



写真-2 試験打ち打設状況

4. 考察

今回行った中流動コンクリートは水セメント比が33.0%と非常に低いために、フレッシュ性状がノンブリーディングに近く、硬化性状はコンクリートの水分の蒸発により大きく影響をうける。構造体の寸法よりかなり小さいテストピースは、水和反応に必要な水分が十分に満たされず高温外気にさらされたテストピースは水分の蒸発が誘発されコンクリートの硬化に必要なゲル水を失い、構造体コンクリートとまったく異なった状態となる。よってコンクリートの養生が大きく作用されるので、テストピースの養生を製品と同一の積算湿潤温度(マチュリティー)に近づけることが良い方法である。

その改善策として有効だったのは、製品同一養生の材齢1日のテストピースをサランラップ等で上面を覆い、水分の蒸発を防ぐ方法がもっとも効果があり、出来ればその上にムシロ等に水を浸して更に覆う。材齢28日の標準養生テストピースでは、サランラップで覆ったまま水中養生槽にすばやく浸け、翌日型枠脱枠後速やかに水中養生を行うのが望ましい。

5. コスト縮減

今回の中流動コンクリートを使用した場合のコストを試算すると、中流動コンクリートは普通コンクリートに比べてほとんど材料性能および使用量が変わらないが、コンクリート材料費は若干増える見込である。

しかしながらスランプ管理で行うようなコンクリートであると不良ロット数もあり、スランプフロー管理である中流動コンクリートの粘性は高く、プラスチックも高いので不良ロット数が少なくなり、コンクリートのコストはほぼ同等または低減出来ると考える。

ゆえに、材料面では5%程度増えるが工程(打設手間、仕上げ手間等)が20%程度短縮出来る見込みであり工程が短縮することにより型枠転用数の短縮を併せるとトータルコストダウンは15%程度見込まれる。しかし、コスト縮減もさることながらコンクリートの締め固めが十分行われる事により構造物の品質(性能)が向上し、高耐久の構造物を供給出来、不良率が少なく、補修等などが発生しない製品が出来るものとする。

9. おわりに

建設業におけるコスト縮減の要求は、予想より速い速度で求められており、また、ISOの導入により高品質で低コストの構築技術を問われる時代が訪れている。また、労働者の高齢化と少人数化及び熟練労働者不足による技術力の低下はより一層進んでおり、我々製品工場に携わる者は、常に新しい技術を提案し、コスト縮減を推し進めなければならない。今後、重要となる課題は、機械化といかに特異性をもった構造物を出来るだけ標準的な形として世に送り込むことが、コスト縮減と高品質な構造物を建設する基礎になると考える。

このような特殊なコンクリートがJIS等で認可されると建設コストの縮減を押し進めるのにあたり非常に良い傾向であり、コンクリート技術の向上が、高品質、高耐久性、コスト縮減に今後大きく社会に貢献出来るものと確信する。最後に、本橋の施工、試験、計測にあたってご指導、ご尽力を戴いた関係各位に誌上をお借りして感謝の意を表すとともに、高流動コンクリートの研究面で多大なるご指導、ご鞭撻を頂きました大阪市立大学、故眞嶋光保助教授に、謹んで哀悼の意を表します。

【参考文献】

- [1] 眞嶋 光保, 眞鍋 英規, 東野 正明, 森谷 勇二: 人工軽量骨材を用いた高流動コンクリートの硬化性状、土木部会第50回年次学術講演会概要 95年9月
- [2] 眞嶋 光保, 眞鍋 英規, 東野 正明, 森谷 勇二: 人工軽量骨材を用いた高流動コンクリートの開発、第5回プレストコンクリートの発展に関するシンポジウム 95年10月
- [3] 東野 正明, 富永 聡, 西永 卓司, 赤島 辰也: 夜間を考慮した外ケーブル補強工事における新工法の提案第8回プレストコンクリートの発展に関するシンポジウム 96年10月