

東京都土木技術研究所 正会員 永井 伸芳

東京都土木技術研究所 正会員 阿部 忠行

1. まえがき

近年コンクリート構造物は大規模化するとともに形状も複雑となり鉄筋の配筋密度も著しく高くなっている。ここで検討した事例は、建設中の構造物の鉄筋の配筋密度が高く締固めが困難で、コンクリートの打設時に充填不良を起こし構造物に空隙箇所が発生することが危惧された。このような条件を考慮して現場において実際の構造物と同一の試験体を作製し、コンクリートのスランプと充填度合いに関する実験を行い、その結果を実施工に適用し良好な結果を得たので報告する。

2. 構造物の概要

検討対象構造物は図-1に示すような地下式調節池(面積約6700㎡、最大貯留量約100000㎡、地下約20m)である。本体は底版と側壁(梁と側壁の接合部分)が連続地中壁と鉄筋で接合されている。柱と側壁には主筋、配筋筋折り曲げ鉄筋、継手部(圧接および機械式)、セパレーターなどコンクリートの充填を妨げる物が密に配置されている。

また、鋼製山留め(6段)で連続地中壁を支えており支保工が錯綜している。側壁コンクリート打設は作業場所が狭く支保工と近接し、内部振動機で均一に十分締固めるのが困難である。コンクリートの充填性に関する条件を、部材、コンクリート、配筋、締固めにより整理した(表-1)。

表-1 コンクリートの充填状態に関する条件

部材	コンクリートの条件	配筋に関する条件	締固めに関する条件	充填性の総合評価
柱	スランプ8cm (現設計)	鉄筋間隙寸法 95.6×102.8 (設計値mm) 二重配筋	7-φ筋の 重ね継手 部分27mm	×
壁	スランプ8cm (現設計)	90.1×221.4 (設計値mm)	主筋D35 相互の最 小空70mm	△
底版				

3. 模擬試験体による打設実験

模擬試験体(図-2)による打設実験により、スランプ(ベースコンクリート8.0⇒9.5、11.5、15.0cm;流動化剤によるスランプ増大)と充填性の関係を検討した。

締固めは内部振動機(高周波型式、公称締固め範囲φ500mm)を2箇所へ挿入し各15秒間振動させた。締固め条件は、「締固めなし」、「最低限の締固め」(型枠面から500mm離れた内部振動機挿入、試験体背面)、「良好な締固め」(同250mm;試験体正面)とした。この模擬試験体は柱を想定しているが試験体側面の観察から側壁コンクリートの充填性を検討できるように部材寸法、配筋条件、締固め条件を設定した。

コンクリートが鉄筋間隙を通過する状態を「間隙通過」、表面の仕上がり(空隙の有無等)を「表面状態」、型枠の面積(1800×400mm)に対してコンクリートが型枠面まで到達した面積の割合を「充填割合」として評価項目を3つ設定した。写真1,2,3,4から各項目を評し、コンクリートの充填性を総合的に評価した結果を表-2に示す。

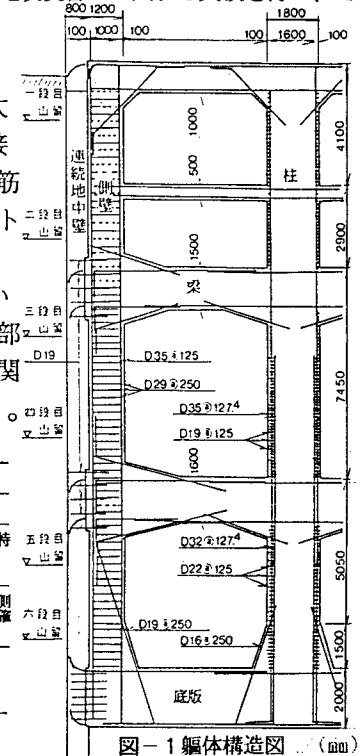


図-1 躯体構造図 (mm)

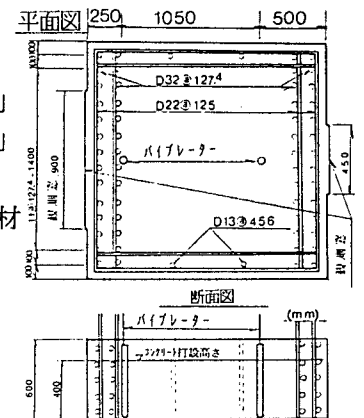


図-2 模擬試験体

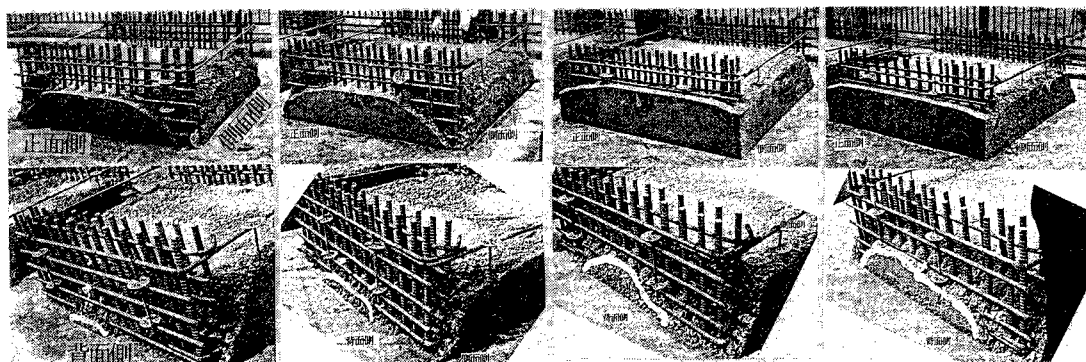


写真-1 打設実験結果
(スランブ8.0cm)

写真-2 打設実験結果
(スランブ9.5cm)

写真-3 打設実験結果
(スランブ11.5cm)

写真-4 打設実験結果
(スランブ15.0cm)

4. 実構造物におけるスランブ改善効果の確認

柱のハンチ部分へスランブ8.5cm, 10.5cm, 12.5cmのコンクリートを打設し、間隙通過状況を透明な堰板型枠を通して観察した。締固条件は模擬試験体と同じである。この結果は以下のとおりである。

- ① スランブ8.5cmでは、締固後もコンクリートの大部分が柱主筋(D32, @127.4)とフープ筋(D22, @125)の間隙を通過できない。「最低限の締固」ではコンクリートの間隙通過が全く見られない(図-3-①)。
- ② スランブ10.5cmでは、締固後にコンクリートの一部が間隙通過し始める。(図-3-②)。
- ③ スランブ12.5cmでは、締固後にコンクリートはフープ筋をも通過しほぼ左右対称になだらかな山型をなし良好な間隙通過状態を示している(図-3-③)。
- ④ いずれの場合も「締固なし」では、コンクリートは満足に間隙通過せず充填不良を起こす。

スランブ12.5cmのコンクリートの出来形は、良好な表面状態である。したがって、柱では部材の形状と配筋に関する条件および期待できる締固条件に対してコンクリートのワーカビリティはスランブ12cmで十分な充填性が確保できる事が実構造物でも確認できた。

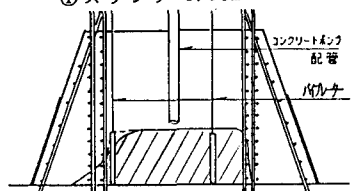
表-2 模擬試験体による打設実験結果

	二重配筋				単重配筋		締固	評価
	良好な締固	最低限の締固	締固なし	不十分な締固	良好な締固	最低限の締固		
スランブ 8.5cm (現設計値)	間隙通過 充填割合 46%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 43%	間隙通過 充填割合 0%	×	×
スランブ 9.5cm	間隙通過 充填割合 49%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 65%	間隙通過 充填割合 0%	×	×
スランブ 11.5cm	間隙通過 充填割合 89%	間隙通過 充填割合 8%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 94%	間隙通過 充填割合 0%	○	○
スランブ 15.0cm	間隙通過 充填割合 94%	間隙通過 充填割合 24%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 0%	間隙通過 充填割合 94%	間隙通過 充填割合 0%	○	○

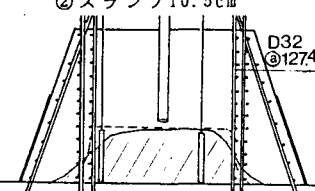
注) 部材の形状と配筋に関する条件
試験体正面側と背面側間隙寸法 95.8×102.8(mm) 二重配筋、想定部材: 柱
試験体正面側と背面側間隙寸法 500×111(mm) 単重配筋、想定部材: 側壁
試験体正面側と背面側間隙寸法 1800×1800(mm) コンクリート打設高さ 400(mm)
主筋: 断面形状の位置は、型枠面から250mm(良好な締固)、500mm(最低限の締固)、900mm(不十分な締固)である。

凡 例 ---パイプレーター 使用前
——パイプレーター 使用后

① スランブ 8.5cm



② スランブ 10.5cm



③ スランブ 12.5cm

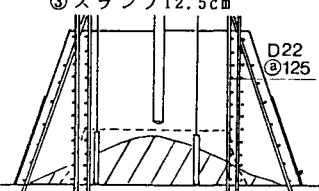


図-3 実構造物の柱での確認

5. あとがき

ここで報告した事例は、高密度に配筋され締固めが難しい大型地下構造物であるので、当初の設計条件スランブ8cmではコンクリートの充填不良が予想されたが、模擬試験体による実験からスランブ12cmとすることで適切に施工することができた。高密度配筋の構造物は今後増加が予想され、適切なスランブの設定がますます重要になる。本検討にご協力を戴いた東京都第三建設事務所とカジマJVの関係各位に感謝致します。