

[1208] 充填形鋼管コンクリート模型柱の圧入施工実験

笹原厚*1・井手士朗*2・加藤章*2・紺野弘毅*3

1. はじめに

充填型鋼管コンクリート構造は、鋼管にコンクリートを充填し一体化する事で、鉄骨造に比べて耐力・剛性を向上させる事ができる構造である。しかし、コンクリートの充填状況の確認が困難な為その充填性が問題となるが、特に内ダイヤフラムを用いた場合、ダイヤフラム下面でのコンクリートの充填不良が懸念されている。また、コンクリートの調合や施工方法により充填性が大きく影響されるとされており[1],[2]、適切な方法の確立が望まれる。

本報は、上記の事を検討する為に実大模型試験体を用いてコンクリートの打設を行い、調合や施工法について検討した結果について述べたものである。

2. 実験概要

2. 1 試験体

試験体の数は6体とし、形状は図-1に示すように断面700×700×高さ4,300の大きさで、メタルフォームを用い、シーリング処理をして鋼管柱を模擬した。ダイヤフラムの数は6枚と2枚の2通りとした。

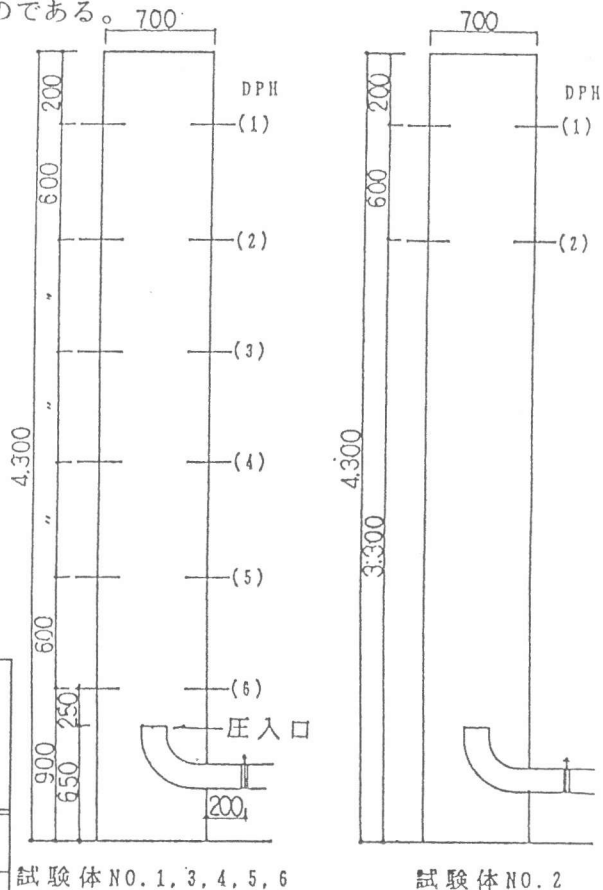
2. 2 打設方法

試験体一覧表を表-1に示す。

打設方法は、柱脚からの圧入工法を主体とした。その内、試験体NO. 4は、充填性を向

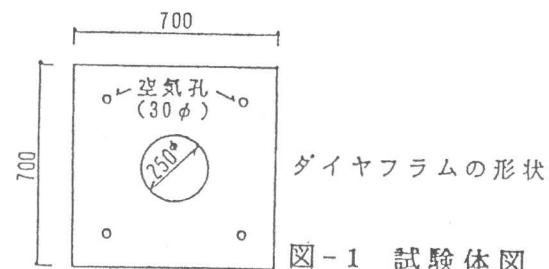
表-1 試験体一覧表

試験体 No.	調合 No.	ダイヤフラム枚数	打設方法
1	1	6	圧入工法
2	2	2	圧入工法
3	2	6	圧入工法
4	2+4	6	圧入工法+先送りモルタル
5	2	6	柱上部から打設
6	3	6	圧入工法



試験体NO. 1, 3, 4, 5, 6

試験体NO. 2



ダイヤフラムの形状

図-1 試験体図

* 1 ハザマ技術研究所 技術開発部主任研究員 (正会員), * 2 同 研究員

* 3 同 技術研究部 (正会員)

上させる事を目的として、先送りモルタルを圧入した。先送りモルタルは、最初にコンクリートを約0.7m³圧入した後0.25m³を圧入し、その後再度コンクリートを圧入した。試験体NO. 5については、上部からフレキシブルホースを挿入して打ち込む方法を採用し、棒型バイブレータを使用して締め固めた。落下高さは1m以内とした。

2.3 調合

各コンクリートと先送りモルタルの調合を表-2に示す。

水セメント比(W/C)は、50%と30%の2通りとした。W/C=30%については、調合NO. 2で、粗骨材量を960kg/m³、調合NO. 3では、粗骨材量を800kg/m³として、その分を細骨材に置き換えて比較する事にした。

表-2 調合表

先送りモルタルの調合NO. 4は、調合NO. 2のモルタル分に色粉を加えたものにした。

調合No.	W/C (%)	S/a (c/a) (%)	単位量(kg/m ³)				単位粗骨材が容積	高性能AE減水剤 C×%	スランプ (cm)	フロー値 (cm)	空気量 (%)
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G					
1	50	49.4	165	330	896	960	0.6	1.65	21	30	3
2	30	43.9	165	550	717	960	0.6	1.50	24	55	3
3	30	53.2	165	550	870	800	0.5	1.90	24	55	3
4	30	(62.9)	260	866	1129	—	—	1.60	—	25	3

注)調合4は、先送りモルタルを示す。尚、色粉の成分は第2酸化鉄で、添加量はC×2%とした。使用材料

セメント:普通ポルトランドセメント
高性能AE減水剤:ホリカルミン酸系

粗骨材:筑波産碎石2005 比重:2.71
細骨材:鹿島産山砂 比重:2.59

表-3 フレッシュコンクリートの試験結果

試験体 No.	調合 No.	W/C (%)	コンクリート採取場所	スランプ (cm)	フロー値 (cm)	空気量 (%)	温度 (°C)	ブリーディング率 (%)	洗い試験(kg/m ³)		
									単位積重量(A)	単位粗骨材重量(B)	粗骨材重量率(B/A)
1	1	50	荷卸	22.0	35.0×32.5	4.5	26.0	2.62	2309	890	0.39
			柱天端	13.2	28.0×29.5	4.9	25.5	—	2308	933	0.40
2	2	30	荷卸	25.0	51.0×51.0	1.8	27.5	0.014	2419	792	0.33
			柱天端	22.0	40.0×39.5	1.5	26.0	—	2459	980	0.40
3	2	30	荷卸	25.0	51.0×51.0	1.8	27.5	0.014	2419	792	0.33
			柱天端	21.0	38.5×37.0	2.0	26.5	—	2457	991	0.40
4	2+4	30	荷卸	25.5	55.0×52.5	1.2	26.0	0	2451	934	0.38
			柱天端	17.5	29.5×27.0	2.7	25.0	—	2451	1055	0.43
5	2	30	荷卸	22.5	44.5×41.0	1.2	26.0	0	2451	934	0.38
			柱天端	—	—	—	—	—	—	—	—
6	3	30	荷卸	24.5	53.5×54.5	2.0	26.0	0	2377	693	0.29
			柱天端	22.5	34.0×35.0	3.4	23.5	—	2384	790	0.33

3. 実験結果と考察

3. 1 フレッシュコンクリートの性状

フレッシュコンクリートの試験結果を表-3に示す。

圧入した柱の荷卸と柱天端の採取試料を比較すると、スランプとフローは何れも低下したが、特にフロー値は低下が大きかった。

柱頭部から採取した未だ固まらないコンクリートの洗い試験による粗骨材量は、何れも増加し、単位粗骨材重量で43~199kg/m³、粗骨材重量率で0.01~0.07の増加となった。この事により、下からの圧入によりダイヤフラムを通過すると、上部は粗骨材が多くなる事が認められた。

ブリージングは、W/C=50%の調合NO. 1で2.62%で、W/C=30%の調合NO. 2, 3は、殆ど0であった。

3. 2 沈下状況

φ15×30cm試験体頭部の沈下測定結果と柱試験体頭部の沈下測定結果を図-2、3に示す。

沈下は、打設直後から発生し、4~6時間で収束した。φ15試験体の最終沈下量は、試験体NO. 1が1.38mmと最大であり、試験体NO. 4, 5(調合NO. 2)が0.87mmと最小であった。柱頭の最終沈下量は、W/C=50%の試験体NO. 1が4.46mmと最大であり、W/C=30%の試験体NO. 2~NO. 6は1.47~0.64mmの範囲であった。

W/C=30%の試験体NO. 2とNO. 3の比較では、ダイヤフラムの数が少ない程、沈下量が大きい事が認められた。試験体NO. 3とNO. 6の比較では、粗骨材量の少ないNO. 6の沈下が大きかった。

φ15試験体の最終沈下量と柱試験体の最終沈下量は、図-4に示すような良い相関がみられた。

3. 3 充填状況

充填状況の観察は、コンクリートの硬化後、側型枠を解体し、図-5のようにコンクリート切断機にて鉛直方向に切断した後行った。又、ダイヤフラムの下面については、ダイヤフラムを取

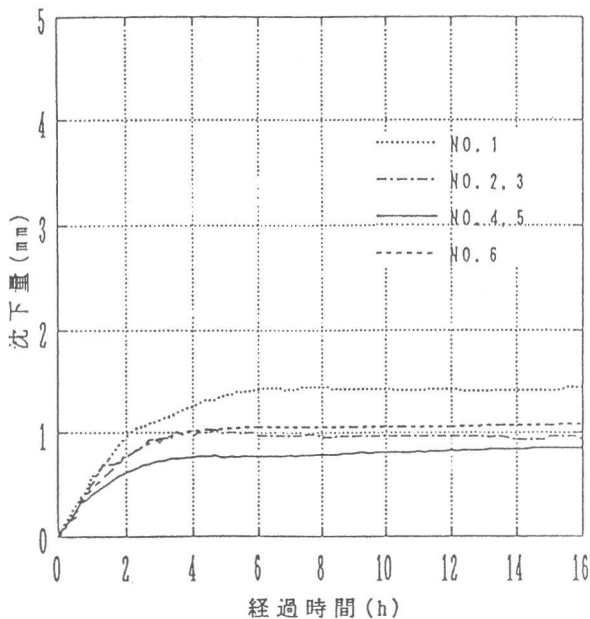


図-2 φ15試験体頭部の沈下測定結果

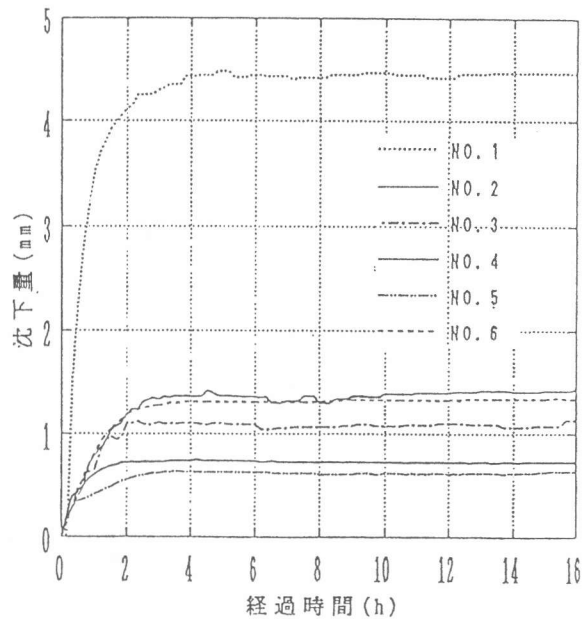


図-3 柱試験体頭部の沈下測定結果

り外して表面の空隙面積率を測定した。

(1) 側面

型枠を外したコンクリート側面の充填状況は、上部から打設した試験体NO. 5と粗骨材量の少ない調合の試験体NO.

6は良好であったが、同一調合では、圧入工法によるものは空隙が多かった。但し、先送りモルタルを打設した試験体NO. 4の上から4層目については、側面にモルタルが露出し、充填状況は良好であった。

(2) 切断面

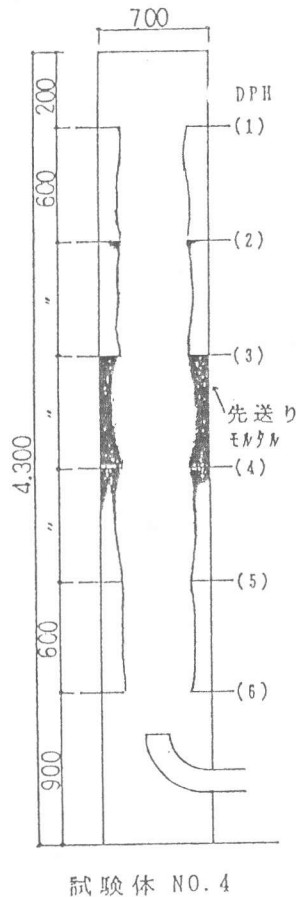
切断面における充填状況は、W/C=30%の調合では全般的に良好であり、何れの試験体においてもダイヤフラムの下面には隙間はみられなかった。上から打設した試験体NO. 5については、隅部において一部未充填の空隙がみられた。これは、バイブレータによる振動が到達しなかった事によるものと思われる。W/C=50%のものは、上から3段目までのダイヤフラム下面には開口の縁を最大とし、最大で5mmの空隙が生じた。

圧入工法により打設した試験体の切断面では、写真-1に示すように開口の上下の中央部では粗骨材が多く、開口脇のダイヤフラム上面ではモルタル分が多い事が観察された。この事から、ダイヤフラムを通過する事により部分的な分離が生じている事が認められた。

(3) 先送りモルタル

先送りモルタルを打設した試験体の切断面の状況図を図-6に示す。

図に示すように、着色されたモルタルは、上から4枚目のダイヤフラムの下面付近から3枚目の下面までの間の周辺部にまとまって観察された。又、開口の縁に沿って上下方向に帯状の筋が観察された。この事により、先送りモルタルは鋼管内面には均等に付着せず、



試験体 NO. 4
図-6 先送りモルタル
分布状況

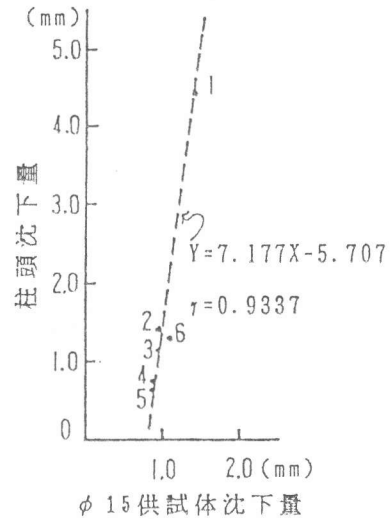


図-4 柱試験体とφ15試験体の最終沈下量の関係

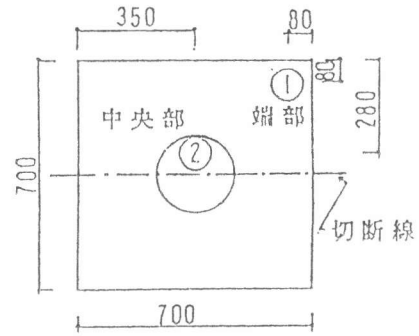


図-5 切断及びコア
抜き取り位置図

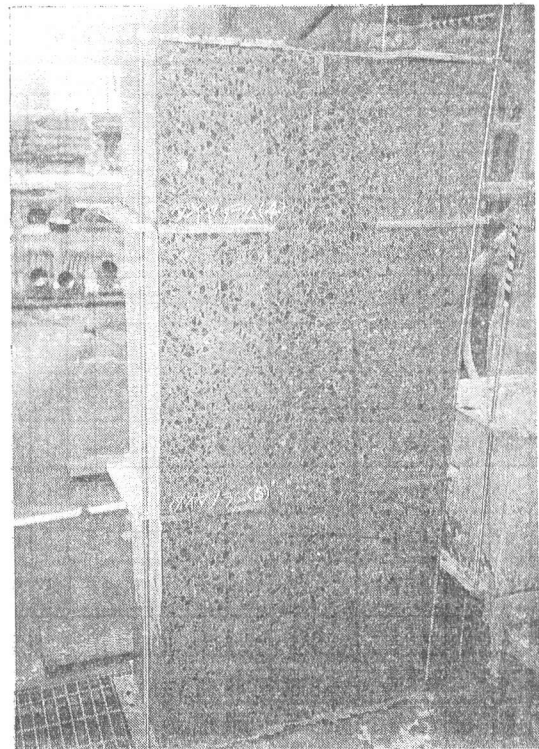


写真-1 柱試験体切断面 (NO. 6)

ある部分に集中して充填される事が認められた。又、鋼管の中央部は、後から送られるコンクリートにより常に入れ替わっている状況も推測される。従って、先送りモルタルは、充填コンクリート全体へのモルタル分の補充という意味では効果が少ないと考えられる。

(4) ダイヤフラム下面の空隙面積率

各ダイヤフラムの下面の空隙面積率を図-7に示す。

W/C=30%の調合の空隙面積率は、約1.3~8.8%の範囲となりバラツキは大きく、特徴的な傾向は得られなかった。

3.3 硬化コンクリートの性質

型枠脱型後、図-5に示す位置で鉛直方向に径10cmのコアボーリングを行い、圧縮強度と単位容積質量を測定した。

コア圧縮強度と単位容積質量の高さ方向の分布図を図-8に示す。

(1) 圧縮強度

各試験体のコア強度の平均値と現場封緘養生供試体の圧縮強度

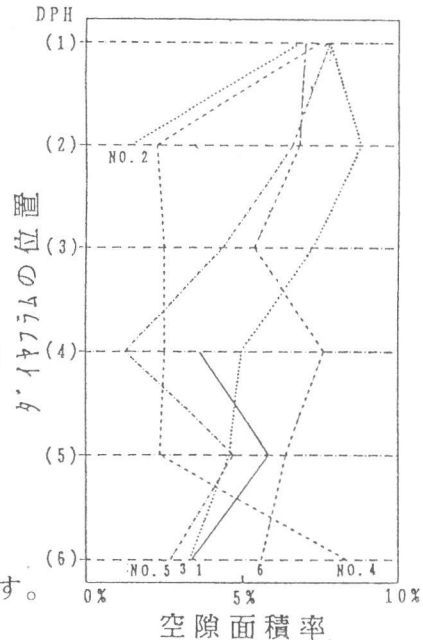


図-7 ダイヤフラム下面の空隙面積率

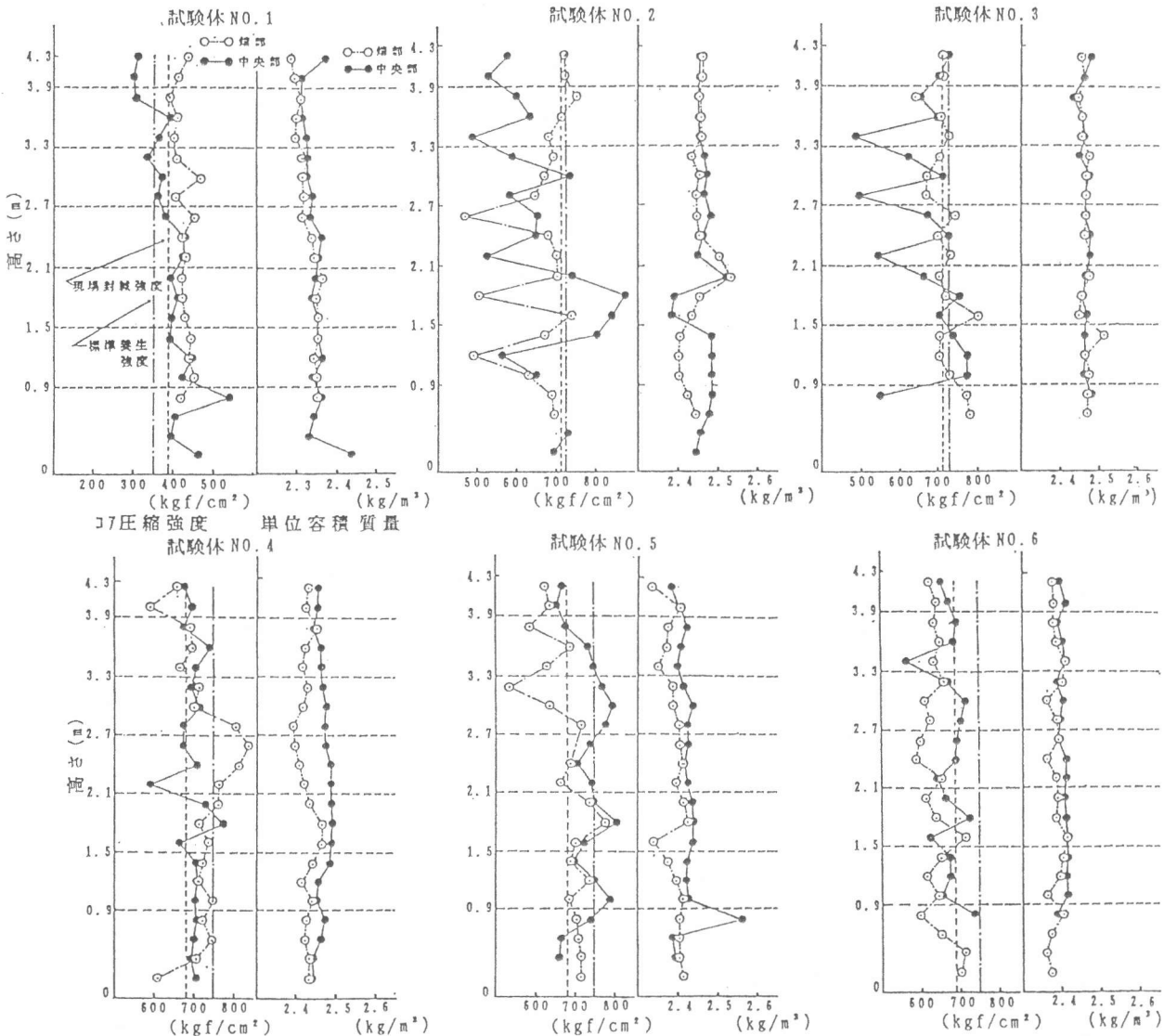


図-8 圧縮強度, 単位容積質量と高さの関係

の比は、0.93~1.06であり、ほぼ同水準であった。

試験体NO. 1のW/C=50%の調合では、コアの圧縮強度は中央部及び端部とも上部から下部に向かって大きくなる傾向がみられ、これは、ブリージングによる影響によるものと思われる。

試験体NO. 2及び3では、高さ方向のコア強度のバラツキが大きく、特に中央部における各ダイヤフラムの上面の高さでの強度が低下する傾向がみられ、又、NO. 2では、圧入口の上部においてバラツキが大きくなり、圧入による分離傾向によるものと考えられる。

試験体NO. 4では、上から4層目の端部の強度が高く、先送りモルタルの影響があるものと思われる。

上から打設した試験体NO. 5では、圧入した試験体NO. 3と比べて、中央部の強度のバラツキは少なかった。

試験体NO. 6は、中央部・端部共強度のバラツキが少なく、粗骨材量を減らす事により、圧入による強度のバラツキをなくす事ができるものと思われる。

(2) 単位容積質量

コアの単位容積質量のバラツキは全般的に小さく、強度との相関は基本的にはみられないが、圧入口付近から上部方向にむけて、バラツキの大きい部分が認められ、試験体NO. 2では強度のバラツキの大きい部分と一致する箇所もみられた。

4. まとめ

今回の実験より、以下の事が得られた。

(1) 鋼管に圧入されたコンクリートは、頭部に達するまでにスランプ・フローが低下し、又、粗骨材量が増える事が認められた。

(2) 柱試験体頭部の沈下量は水セメント比が大きい程、又、同一調合では、ダイヤフラムの数及び、粗骨材量が少ない程大きくなる。又、φ15試験体頭部の沈下量と良い相関がみられる。

(3) 側面の充填状況は、バイブレータを使用し上部から打設したものが良く、圧入工法によるものは空隙が見られた。W/C=30%では、ダイヤフラムの下面には、隙間は無く、空隙面積率は、約1.3~8.8%の範囲であった。

(4) 先送りモルタルの圧入は、モルタルが一部分にまとまって充填される事が認められ、均一な充填性の確保という点からの効果は少ないと考えられる。

(5) 鋼管柱内のコンクリートのコア強度分布は、圧入口付近及びダイヤフラムの開口付近でバラツキのみられるものがあったが、これらの状況は、粗骨材量を減らす事で改善される。

(6) 充填形鋼管コンクリートの打設方法としては、バイブレータを十分使用できれば上部からの打設が確実性が高いが、圧入工法も粗骨材量を低減した調合とする事で十分な品質を確保できると考えられる。

[参考文献]

- 1) 谷口英武・中根 淳・大池 武：コンクリートのポンプ圧入工法に関する研究（その2、その3）、日本建築学会大会学術講演梗概集、PP. 745-748、1992. 8
- 2) 中込 昭・江口 清・寺西幸司・西川秀則：充填形鋼管コンクリート柱の圧入施工実験、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 15、NO. 1、PP. 1055-1060、1993. 6