

鉛直打降し時の材料分離を低減する方法に関する実験的研究

大成建設 土木技術研究所 正会員 ○府川 徹

大成建設 土木技術研究所 正会員 坂本 淳

大成建設 土木技術研究所 正会員 丸屋 剛

1. はじめに

コンクリートの鉛直打降し（以下、吊打ちと記す）に関しては、各種施工指針<sup>1) 2)</sup>等に記載されている制約等を満たした場合にのみ施工が認められている．これは、鉛直落下時にコンクリート材料の密度の差異やコンクリートと型枠との衝突による材料分離（主にモルタル分からの粗骨材の分離・飛散）の発生が懸念されることによる．しかし、実施工においては、施工条件の制約によってやむを得ず吊打ちを選択せざるを得ない状況が発生する可能性がある．本研究では、吊打ち時に発生し得る材料分離を抑制する対策として、筒先に接続する緩衝材を用いた装置を考案し、その効果を確認するために実験的研究を行った．本稿ではその調査結果を報告する．

2. 実験概要

2. 1 自重によるコンクリートの落下試験

この試験は、緩衝装置に用いる緩衝材（厚さ 5mm の天然ゴム）の組合せの検討と、選定された緩衝材の組合せを持つ緩衝装置の効果の確認を目的として実施した．図-1 に緩衝装置(□115mm－t 4.5mm)の概要を、図-2 に試験装置の概要を示す．

緩衝材の組合せの検討では試験用試料として繰返し利用するために長時間性状変化のないモデルコンクリートを、緩衝装置の効果の確認ではコンクリートを用いた．両コンクリートの配合を表-1 に、使用材料を表-2 に示す．両コンクリートのスランブは、模擬 RC 試験体製作時の打込みの最小スランブと同一の 12cm とした．

2. 2 ポンプ圧送による模擬 RC 試験体への打込み

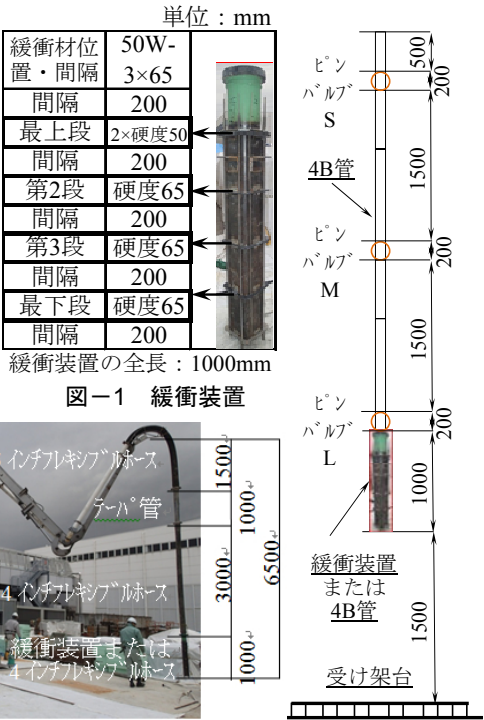
この試験は、実部材への打込み時のコンクリートの飛散状況を確認することを目的として実施した．図-3 に模擬 RC 試験体への打込み方法の概要を示す．壁部材を模擬した RC 試験体の緒元は長さ 1.4m、高さ 1.0m、幅 0.35m である．

表－1 コンクリートの配合

| 記号 | 粗骨材の最大寸法 (mm) | スランブ (cm) | 水セメント比 (%) | 空気量 (%) | 細骨材率 (%) |
|----|---------------|-----------|------------|---------|----------|
| C  | 20            | 12        | 58         | 4.5     | 43.6     |
| M  | 20            | 12        | 58         | 3       | 43.0     |

| 記号 | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |      |       |       |        |        |      |
|----|--------------------------|------|-------|-------|--------|--------|------|
|    | 水 W                      | 粉体 P | 細骨材 S | 粗骨材 G | 混和剤 A1 | 消泡剤 A2 |      |
| C  | 155                      | NP   | 265   | 824   | 1091   | AE     | 2.65 |
| M  | 180                      | LS   | 308   | 768   | 1009   | V      | 1.80 |

※記号 C：コンクリート，M：モデルコンクリート  
※粉体 NP：普通ポルトランドセメント，LS：石灰石微粉末（比表面積：5030 cm<sup>2</sup>/g）  
※混和剤 AE：AE 減水剤，V：増粘剤



図－1 緩衝装置



単位：mm

図－3 打込み方法

単位：mm

図－2 試験装置

表－2 コンクリートの材料

| 種別      |      | モデルコンクリート | コンクリート (24-12-20N) |
|---------|------|-----------|--------------------|
| 粉体      | 種類   | 石灰石微粉末    | 普通ポルトランドセメント       |
|         | 密度   | 2.71      | 3.16               |
| 水       |      | 水道水       | 地下水                |
| 細骨材     | 種別   | 中目砂       | 混合砂                |
|         | 産地   | 千葉県君津市    | 富津・仁淀川町・南伊勢町       |
|         | 表乾密度 | 2.64      | 2.64               |
|         | 粗粒率  | 2.58      | 2.60               |
| 粗骨材     | 種別   | 碎石 2005   | 碎石 2005            |
|         | 産地   | 大月市初狩町    | 横瀬町産・仁淀川町産         |
|         | 表乾密度 | 2.62      | 2.70               |
| 粗粒率/実積率 |      | 粗粒率：6.66  | 実積率：64.0 %         |

※密度の単位：g/cm<sup>3</sup>

キーワード 鉛直打降し，材料分離，ポンプ圧送

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所 TEL 045-814-7228

また、鋼材量  $213\text{kg/m}^3$ 、軸方向鉄筋の最小あき  $78\text{mm}$ 、締固め作業高さ  $3\text{m}$  未満という条件から、打込みの最小スランブを  $12\text{cm}$  とした。コンクリートの配合と使用材料は、落下試験と同一である。打込み位置は断面を 3 等分する 3 箇所として、上部に調整代約  $150\text{mm}$  を残して 3~4 層で、概ね  $30\text{m}^3/\text{hr}$  の圧送速度で打ち上げた。

### 3. 実験結果

#### 3. 1 自重によるコンクリートの落下試験

(1) 緩衝材の組合せ 図-4 にモデルコンクリートの落下前後の空気量と単位容積質量との関係を示す。空気量・単位容積質量の測定は、落下前では試料を  $20^\circ\text{C}$  恒温室にて JIS A 1128 に基づいて測定し、落下後では受け架台の中心に残った試料塊をバケツに集めて  $20^\circ\text{C}$  恒温室に搬送し、スコップで 3 回程度切り替えしてから落下前と同様に測定した。図中の M・L、前・後は、表-3 のケース M・L における試料の落下前・落下後を表す。表-3 のケース S・M・L は、図-2 のピンバルブ S・M・L を解放して試料を落下させたケースを表す。

図-4 から、空気量と単位容積質量との増減関係が妥当と見なせる緩衝材の組合せ (50W-3×65) を選定した。50W-3×65 は、最上段に 2 枚の緩衝材 (硬度 50) を、残り 3 段に各 1 枚ずつ緩衝材 (硬度 65) を配置したことを表す。

(2) 緩衝装置の効果確認 図-5、図-6 に、緩衝装置 (50W-3×65) の有無をパラメータとし、コンクリートを用いて実施した、表-3 のケース S の落下試験の結果を示す。緩衝装置なしの場合には、緩衝装置を長さ  $1\text{m}$  の 4B 管に置換した。このケースは、少量のコンクリートが高所から落下する状況であり、コンクリートの打始め、中断後の再開、打設量の調整を伴う打設などで生じる状況を模擬しようと考えた。図-5、図-6 より、緩衝装置の効果によって、コンクリートの材料分離を伴う飛散が減少し、コンクリート塊としての残留率 (投入試料の質量に対する塊として中央に残った試料の質量の百分率) が改善された。

#### 3. 2 ポンプ圧送による模擬 RC 試験体への打込み

写真-1 に最下層中央部の打込み状況を示す。落下後の試料の飛散、試料塊の形状は、緩衝装置 (50W-3×65) の有無に対して、3. 1 (2) で述べた結果と同様の傾向を示した。

### 4. 考察およびまとめ

実験結果に対する考察を以下に整理する。

- (1) 緩衝装置の効果によって、コンクリートの材料分離を抑制して打ち込むことができると考えられる。
- (2) 緩衝装置による材料分離の抑制効果は、コンクリートの打始め、中断後の再開、打設量の調整を伴う打設などで生じる少量のコンクリートが高所から落下する状況で有効であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 土木学会, コンクリートライブラリー135, コンクリートのポンプ施工指針 [2012 年版], pp.107-110, 2012.4
- 2) 日本コンクリート工学協会, コンクリート圧送工法ガイドラインおよび解説, pp.150-152, 2009.6

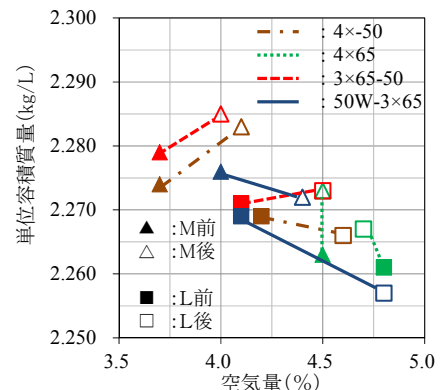


図-4 空気量と単位容積質量の関係

表-3 実験ケース

| 項目    | ピンバルブの高さ <sup>1)</sup> | 投入試料             |                  |                  |
|-------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
|       |                        | 長さ <sup>2)</sup> | 高さ <sup>3)</sup> | 質量 <sup>4)</sup> |
| 単位    | m                      | m                | m                | kg               |
| ケース S | 6.0                    | 0.6              | 6.30             | 12.0             |
| ケース M | 4.3                    | 2.3              | 5.45             | 48.5             |
| ケース L | 2.6                    | 4.0              | 4.60             | 83.5             |

1) 受け架台から各ピンバルブ中心までの距離

2) 各ピンバルブ中心から装置天端までの距離

3) 受け架台から投入試料の重心位置までの距離

4) 投入した試料の質量

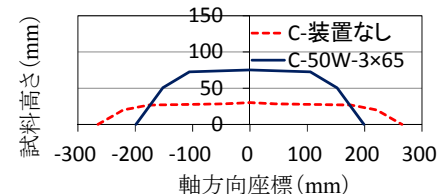


図-5 落下後の試料の形状 (ケース S)

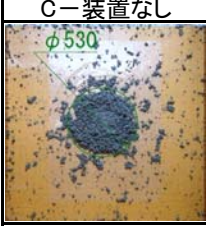
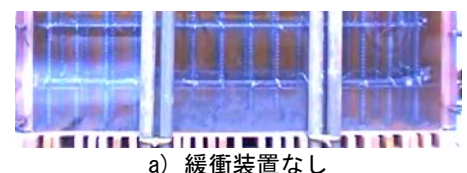
| ケース S                                                                                 |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| C-装置なし                                                                                | C-50W-3×65                                                                            |
|  |  |
| 残留率: 72.9%                                                                            | 残留率: 92.4%                                                                            |

図-6 落下後の試料の径および残留率



a) 緩衝装置なし



b) 緩衝装置 (50W-3×65) あり

写真-1 最下層中央部打込み時の状況