

表層の締固めが初期ひび割れの発生に及ぼす影響に関する一実験

鹿島建設(株) 正会員 ○高木英知 芦澤良一 柳井修司 横関康祐 塚本 優

1. 背景および目的

スラブ上面における表層部の強度や緻密性を向上させるための手法として、表面締固めバイブレータの有効性が示されている¹⁾。しかし、表層部の締固めの有無や方法が初期ひび割れの発生に及ぼす影響に関する知見は少ない。

ここでは、スラブ部材を模した試験体を用い、表層の締固めが初期ひび割れの発生に及ぼす影響について実験的に評価した結果を示す。

2. 実験の概要

2.1 コンクリート配合および試験体の概要

表-1にコンクリートの配合を示す。コンクリートは、高炉セメント B 種を用いたスランブ 12cm の標準的な配合とした。また、写真-1に試験体の寸法および配筋の状況を示す。試験体は、長さ 9.0m、幅 9.0m、高さ 1.2m の寸法である。配筋条件は、主筋を D32、配力筋を D16 とし、それぞれ 250mm 間隔で配置した。

2.2 実験ケース

表-2に実験ケースを示す。実験では、写真-2に示す2種類の表面締固めバイブレータを用いて表層の締固め（以下、締固め A および締固め B と表記）を行ったケースと、表層の締固めをしない（以下、締固めなしと表記）ケースに対して、鉄筋かぶりおよび金ごての回数を要因として違いを観察した。水準は、鉄筋かぶりについては 30mm および 80mm とし、金ごて押さえの回数は 1 回および 2 回とした。なお、表面締固めバイブレータ A および B は、それぞれエンジンおよびモータにより駆動する起振機を取り付けたボードが微細に縦振動することでコンクリート中の骨材を沈めるとともに、余剰水やエントラップトエアの排出を促し、表層の品質を向上させるものである。

2.3 試験体の製作（施工手順）

試験体は、以下の手順で製作した。

- ① 打込み・締固め：部材厚 1.2m を、0.5m、0.5m、0.2m の 3 層に分けてコンクリートを打ち込んだ。打重ね時間間隔はおおよそ 80 分であった。外気温は 7.3～21.7℃範囲にあり、日平均気温は 14.7℃であった。
- ② 荒均し：トンボを用いて天端の平坦性を確保した。
- ③ 表層の締固め：荒均し完了から 30 分後にスラブ上面を 3.0m/分の速度で 1 往復した。
- ④ 金ごて押さえ：1 回押さえを行う範囲と 2 回押さえを行う範囲を設けた。また、2 回押さえの場合は、1 回押さえの終了後

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m3)					
			W	C	S1	S2	G	Ad
52.2	12.0	4.5	168	322	546	293	960	3.22

W:地下水, C: 高炉セメント B 種 (密度: 3.04g/cm³), S1: 砕砂(表乾密度: 2.63g/cm³, 粗粒率: 3.10), S2: 山砂(表乾密度: 2.59g/cm³, 粗粒率: 1.70), G: 砕石 2005(表乾密度: 2.65g/cm³, 実積率: 59.0%), Ad: AE 減水剤(リグニンスルホン酸塩)

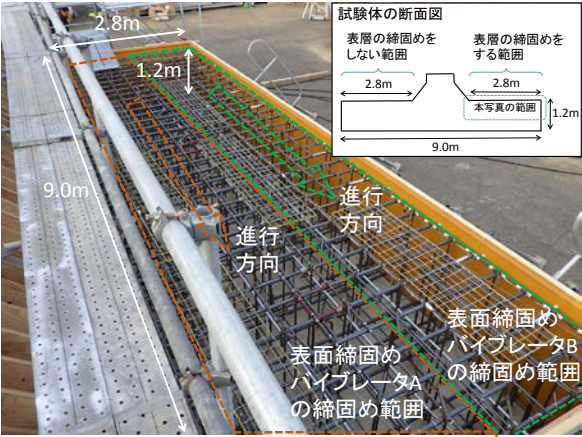


写真-1 試験体の寸法および配筋の状況
(表面締固めバイブレータの締固め範囲も併記)

表-2 実験ケース

締固めの方法	鉄筋かぶりの深さ	金ごて押さえの回数
締固め A	30mm, 80mm	1 回, 2 回
締固め B	30mm, 80mm	1 回, 2 回
締固めなし	30mm, 80mm	1 回, 2 回



写真-2 表面締固めバイブレータの使用状況

キーワード 締固め, 沈みひび割れ, プラスティック収縮ひび割れ, ブリーディング, スラブ

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 042-489-6748

60～90 分の間隔を空けて 2 回目の押さえを行った。

⑤ 養生：打込み完了から 19 時間後となる翌朝に養生マットを敷設して散水した。

2.4 評価方法

(1) 沈みひび割れの観察

沈みひび割れは、金ごて押さえを行う前に観察した。また、確認された沈みひび割れは観察後に再仕上げを行って消去した。

(2) ブリーディングの測定

荒均しまたは締固めの完了後に、コンクリート天端面に内径 $\phi 300\text{mm}$ の塩ビパイプを設置し、30 分ごとに内部に生じたブリーディング水をキッチンペーパーで吸い取り、質量を測定した。

(3) プラスティック収縮ひび割れの観察

プラスチック収縮ひび割れは、翌朝の養生マットを敷設する前に観察した。

3. 測定結果

3.1 沈みひび割れ（金ごて押さえの前に観察）

荒均しから 2 時間後に打上がり表面を観察した結果、締固めなしのケースでは、かぶり 30mm、80mm のいずれにおいてもひび割れの発生が認められた。また、その後の観察では、経時に伴い沈みひび割れの幅が大きくなる傾向も観察された。図-1 に沈みひび割れの発生率を示す。ここで、沈みひび割れの発生率(m/m)は、ひび割れの総延長を対象となる鉄筋の総延長で除したものである。沈みひび割れの発生率は、締固めなしのケースにおいてかぶり 30mm の場合で 0.585m/m、80mm の場合は 0.021m/m であり、かぶりが小さい場合には特に発生率が高い結果であった。一方、締固め A および B のケースでは、沈みひび割れの発生は観察されず、表面の締固めが沈みひび割れの抑制に効果的であったことを示唆するものと考えられる。

図-2 にブリーディング水の累計量を示す。締固めなしのケースでは、累計量の最終値が 84ml となった。これに対し、締固め A および B のケースでは、それぞれ 75ml および 66ml であった。このことから、荒均し後の表層の締固め時に、コンクリート中の余剰水の排出が促進され、それらが除去された結果、その後の沈下量が小さくなり、沈みひび割れを抑制することができたものと考えられる。

3.2 プラスティック収縮ひび割れ（養生マットの敷設前に観察）

打込みの翌朝に打上がり表面を観察した結果、締固めの有無によらず金ごて押さえ 1 回の場合にのみひび割れが観察された。締固めなしのケースでは、ひび割れ幅が 0.10～0.15mm、ひび割れの総延長が 1,890mm であったのに対し、締固め A および B のケースでは、ひび割れ幅が 0.04mm 以下、ひび割れの総延長はそれぞれ 520mm および 250mm であった。図-3 にプラスチック収縮ひび割れの発生密度を示す。ここで、プラスチック収縮ひび割れの発生密度(mm^2/m^2)は、ひび割れの総延長とひび割れ幅の積をひび割れを観察した仕上がり面の面積で除して求めた。ひび割れの発生密度は、締固めなしのケースで $17.2\text{mm}^2/\text{m}^2$ 、締固め A および B のケースでそれぞれ $3.3\text{mm}^2/\text{m}^2$ および $1.6\text{mm}^2/\text{m}^2$ であり、表層の締固めを行うことで 8 割以上低減できる結果となった。

4. まとめ

コンクリート表層の締固めの有無や方法が初期ひび割れの発生に及ぼす影響について実験的に検討した。その結果、表層の締固めは沈みひび割れの抑制に効果があり、その後の乾燥によるひび割れの低減に有効であることが確認された。今後は、物質透過抵抗性への影響等について確認する予定である。

参考文献 1) 前川 他：表面締固めバイブレータによるスラブ部材の品質向上効果，土木学会第 69 回年次講演概要集，2014。

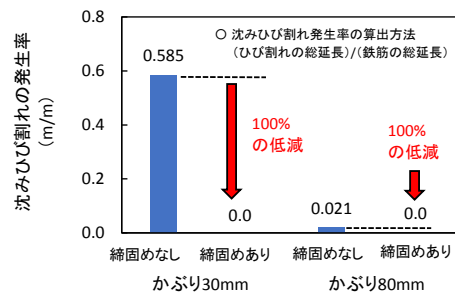


図-1 沈みひび割れの発生率

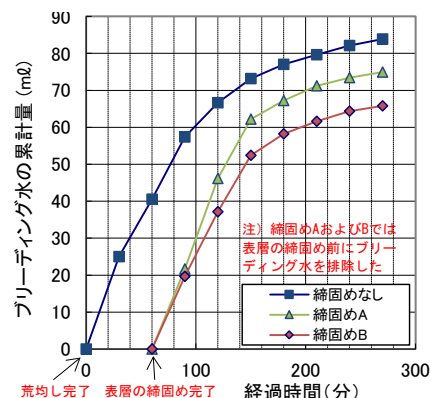


図-2 ブリーディング水の累計量

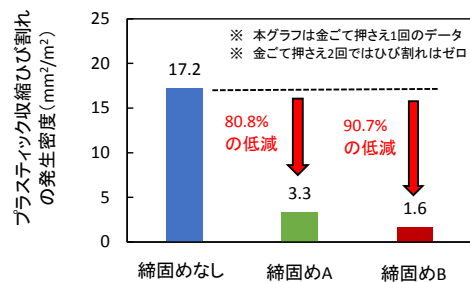


図-3 プラスティック収縮ひび割れの発生密度