

打設直後から振動を受ける鉄筋とコンクリートとの付着性状

福島工業高等専門学校 正 会 員 緑川猛彦
長岡技術科学大学 フェロー 丸山久一

1. はじめに

コンクリート打設の際には、コンクリートが硬化し所用の強度に達するまで、衝撃や振動等の外的圧力を極力避けることが望ましい。新規構造物のコンクリート工事においては、型枠や鉄筋等が振動していることは少ないが、特にコンクリート補修工事については、対象構造物が既に供用しているため、構造物を使用する際に生じる微少な振動等を完全に無くすることは困難であり、コンクリート工事も振動環境下において行われることになる。しかしながら、このような環境下におけるコンクリートの硬化性状およびコンクリートと鉄筋の付着性状については今だ明らかになっていない。

本研究は、コンクリート打設直後から微少な振動を鉄筋に与えた際の、コンクリートと鉄筋の付着性状について実験的に検討したものである。

2. 実験方法

使用材料を表-1に示す。対象としたコンクリートは高流動コンクリートとした。これは、従来のコンクリートと比較して高流動コンクリートが振動に対して敏感であると考えたためである。高流動コンクリートの配合を表-2に示す。高流動コンクリートにおいては各種混和材を使用することが多いが、本実験においては付着強度試験を材齢3日で実施したため、強度増進の目的から普通ポルトランドセメント単味の配合とした。コンクリートのフレッシュ性状はスランプフロー値 $65 \pm 5\text{cm}$ 、V漏斗流下時間 15 ± 5 秒とした。コンクリートの配合がケースにより若干異なっているが、これは製造時の気温等によりコンクリートのフレッシュ性状が異なったため調整した結果である。この際、強度の関係から水粉体比を変えることなく高性能減水剤添加量のみで調整し、フレッシュ性状を範囲内に収めることとした。

付着強度試験の概要を図-1に示す。JSCE-G503-1999に付着強度試験方法が記述してあるが、本実験においては実験設備の関係から、コンクリート中の鉄筋を押し抜くことにより付着強度を測定することとした。付着試験用供試体は $\phi 150\text{mm}$ 、高さ300mmの供試体を用いた。付着強度は1配合につき3供試体実施し、その平均値を付着強度とした。また、併せて圧縮強度試験および割裂強度試験の実施した。供試体作製時鋼材に与えた微少振動は、全ての供試体について1Hzとし、振幅0mm、0.8mm、2.8mm、4.1mmの4ケースとした。コンクリート打設直後から約16時間振動を与え、その後2日間気中養生した。また、鋼材はPC鋼棒SBPR785/1030、直径23mmを使用した。図-2に鋼材の振動状況を示す。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント，密度：3.15
水	水道水
細骨材	山砂，密度：2.56，吸水率：1.9%
粗骨材	碎石，密度：2.71，吸水率：0.6% 実積率：58.8%， $G_{\max}=20\text{mm}$
混和剤	ポリカルボン酸系高性能減水剤

表-2 高流動コンクリートの配合および試験結果

振幅 (mm)	W/P (%)	SP/P (%)	単 位 量 (kg/m ³)					フロー値 (cm)	V漏斗 (sec)	圧縮強度 (N/mm ²)	割裂強度 (N/mm ²)	付着強度 (N/mm ²)
			W	C	S	G	SP					
0.0	0.93	1.0	185.4	649.9	679.6	748.9	6.5	67.5	10	39.5	2.4	3.0
0.8	0.93	1.9	179.4	649.9	679.6	748.9	12.5	62.0	8	30.1	2.3	2.9
2.8	0.93	1.9	179.4	649.9	679.6	748.9	12.5	69.4	11	33.2	2.5	2.3
4.1	0.93	1.0	185.4	649.9	679.6	748.9	6.5	68.5	9	34.0	2.2	2.9

キーワード：付着性状，硬化性状，微少振動，高流動コンクリート

連絡先：〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾30 TEL：0246-46-0835 FAX：0246-46-0843

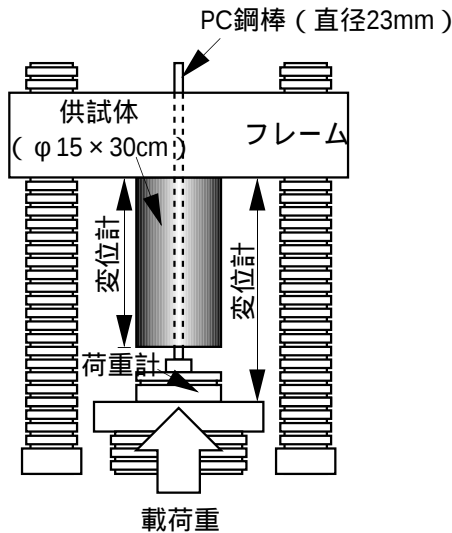


図-1 付着強度試験方法

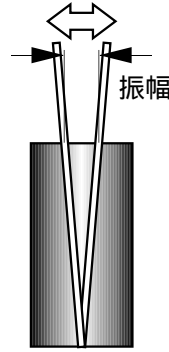


図-2 振動状況

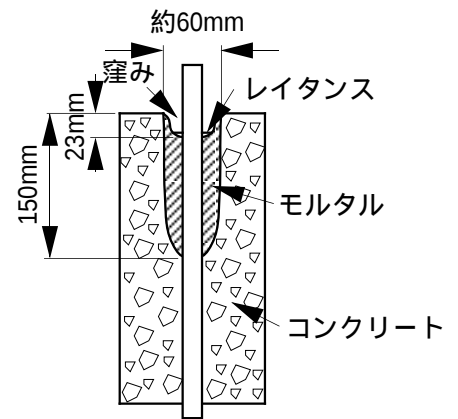


図-3 供試体断面

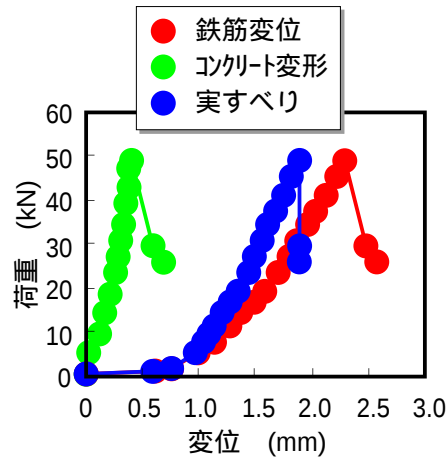


図-4 荷重-すべり曲線

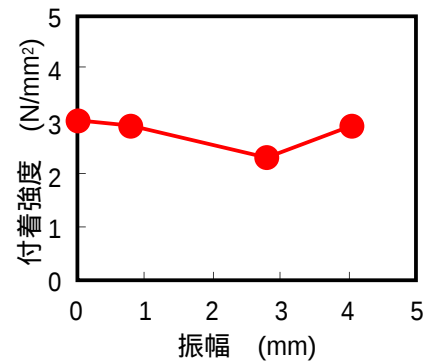


図-5 振幅と付着強度との関係

3. 結果および考察

3.1 供試体の概観

図-3に振幅4.1mmの供試体における断面図を模式的に示す。打設後約10分程度から鋼材部周辺に細かい気泡が発生し、その後その気泡が壊れるにしたがい供試体の鋼材挿入部には大きな窪み（直径約60mm）ができた。また、

窪み内部にはレイタンスと見られる白い粉末が発生した。鋼材とコンクリートの付着は打設後約16時間程度で完了し、その後は鋼材の振動に応じて供試体も振動するようになった。供試体を割裂し内部を観察したところ、鋼材の振動により鋼材付近のコンクリートには粗骨材が見られずモルタルのみとなっていたが、鋼材の振幅が小さい供試体下部においては、材料分離の無い良好なコンクリートであった。以上の傾向は、振幅が小さくなるにしたがい通常のコンクリートの状態に近くなり、鋼材を振動させることによりコンクリート内部の空気が抜けると共に、鋼材付近の粗骨材が材料分離をしたためと考えられる。

3.2 振幅と付着性状との関係

図-4に振幅4.1mmのケースにおける荷重すべり曲線を示す。鋼材を押し抜くことによりコンクリート供試体自身も圧縮変形するため、鋼材の変形からコンクリートの変形を差し引いたものが実すべり量である。押抜き荷重を増加するにつれてすべり量が増加し、約2mmのすべり量で急激に付着が切れることとなった。

鉄筋の振幅と付着性状との関係を図-5に示す。鋼材の振動によりコンクリートとの付着強度が低下するものと予想されたが、付着強度はほぼ一定の値を示すこととなった。振幅2.8mmのケースにおいて若干低下しているものの、これは誤差の範囲であると予想される。このような付着性状を示した要因として、鋼材がV字形の振動であるため供試体下部においては通常の付着強度であること、振動により鋼材周辺部は材料分離を生じモルタルのみとなるものの振動により内部の空隙が排除され密実なモルタルとなること、および振動終了後2日間の静置期間で付着強度が回復したこと等が考えられる。

4. 結論

鋼材に微小振動を与えた場合のコンクリートと鋼材の付着性状について基礎的実験を行った。本実験範囲内で得られた知見を以下に示す。

- 1) 振動を与えた鋼材付近ではコンクリート内部で材料分離が生じ、鋼材周辺部はモルタルのみとなった。
- 2) コンクリート打設直後から内部鋼材をV字形に振動させ、コンクリートと鋼材の付着強度を比較した結果、ほぼ同じ付着強度となり振動の影響は見られなかった。