

間隙水圧の測定に基づくコンクリートの最適な振動締固めに関する実験的検討

日本大学大学院 学生会員 ○遠藤 頌梧
 日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明
 日本大学工学部 正会員 子田 康弘

1. はじめに

国土交通省東北地方整備局は、「コンクリート構造物の品質確保の手引(案)」²⁾を発刊し、施工におけるコンクリートの品質低下を防止し、長期耐久性を確保する取り組みを行っている。この手引きには丁寧な施工の方法として、バイブレータの挿入間隔は50cm以下とすることや締固め時間の管理などが明記されている。しかし、丁寧な施工がコンクリートの品質にどのような影響をもたらすかは硬化後の表層品質によって定量評価はされているものの、施工中のコンクリートの状態は定性的な評価も行われてはおらず、丁寧な施工とは何か、という問いに対する施工者目線の解は未だ示されていないと考えられる。本研究では、バイブレータによる振動締固めは“コンクリートを液状化させる行為”と考え、間隙水圧を測定しその変化から締固め中のコンクリートの状態を評価した。

2. 実験概要

表-1に、コンクリートの配合を示す。本実験では、水セメント比55%、単位水量 160kg/m^3 という配合とし、混和剤量を変えることでスランプ値を変化させ、スランプの大小による間隙水圧の変化を測定した。なお、実測スランプ値は、6.0cm、7.5cm、9.5cm、18.5cmであった。実験は、まず型枠として、図-1に示す高さ500mm、長さ600mm、幅150mmのメタルフォームを用いた。この形状は、高さを打込み高さの上限50cmを考慮したためである。型枠長さは型枠側面からそれぞれ50mm離れた箇所にバイブレータおよび間隙水圧計を挿入することで、締固め間隔の上限50cmを確保するためである。間隙水圧計は、容量100kPaのものを上面から50mmと450mm位置に設置した。写真-1に、使用した間隙水圧センサーを示す。実験手順としては、製造したコンクリートを型枠上面まで打ち込み、まずバイブレータと間隙水圧計間500mm位置にバイブレータを挿入し(図-1の(1)位置)、90秒間の締固めを行い、次に250mm位置(図-1の(2)位置)にバイブレータを挿入、90秒間の締固めを行った。90秒は振動中の間隙水圧の変化を計測記録するために設定した。バイブレータの仕様は、振動部分の長さが570mm、直径が23mm、振動周波数が235-285Hzである。計測は型枠へのコンクリート打ち込み開始から0.2秒間隔で動的計測を実施した。写真-2は、締固め状況である。振動締固めによる間隙水圧の計測後は、コンクリートを静置させた状態で間隙水圧の変化を引き続き計測した。

3. 実験結果及び考察

図-2に、コンクリートの締固めによる間隙水圧の変化をスランプ別にそれぞれ示す。まず総論としては、測定開始から大凡200秒経過までが、コンクリートの打ち込み作業である。多少、打ち込み作業中の間隙水圧計の

表-1 コンクリートの配合

粗骨材 最大寸法 (mm)	スラン プ (cm)	水セメ ント比 (%)	空気 量 (%)	細骨 材率 (%)	単位量(kg/m ³)					
					水	セメ ント	細骨 材	粗骨 材	混和剤	
									AE減 水剤	AE 助剤
20	6.0	55	4.5	46	160	291	841	1029	1.16	0.87
	7.5								2.33	
	9.5								3.49	
	18.5								4.66	

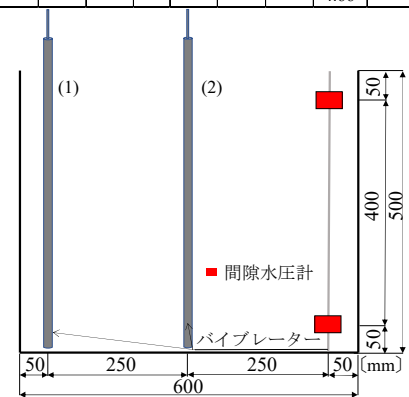


図-1 実験方法の概要



写真-1 間隙水圧センサー



写真-2 締固め状況

キーワード 振動締固め, スランプ, 間隙水圧

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 TEL 024-956-8721

乱れはあるが、作業の間はスランプの大小によらず間隙水圧の発生は認められなかった。打込み時、スランプが大きい程、打込み作業行為によっても多少なりとも締固めがなされているように視認されるが、実際はバイブレータ等による締固め行為を行わなければ締め固まった状態とは言い難いと示唆された。振動締固め作業(図中の300秒前後)を見ると、間隙水圧は増加する傾向、つまり間隙水圧が上昇しており、締固め中のコンクリートは地盤における液状化のような振る舞いをすると考えられた。そして、450mm位置の間隙水圧は約10kPa強の値で頭打ちになり、締固めを継続してもこれ以上値は増加しない。そして、振動締固めを終えると徐々に間隙水圧は消散して減少する傾向であるが、これはコンクリート中の余剰水が徐々に上方へ移動している状況と推察された。50mm位置では、振動締固め終了後(大凡400秒経過後)も間隙水圧1.5kPa程度を保っている。これは余剰水の上昇に起因すると考えている。次に、スランプ別の傾向を見ると、図-2(a)と(b)のスランプ6.0cmと7.5cmの場合、バイブレータ挿入距離500mmでは90秒の振動を終えた直後、間隙水圧は急激に減少した。しかし、挿入距離250mmでは間隙水圧が最大値に達しその後徐々に間隙水圧が低下する傾向となった。よって、締固め完了とは間隙水圧が最大値に達する状態と考えられ、最大値以下で締固めを終えるとコンクリートはまだ粗な状態のため水圧を保持できず急減すると推察した。また、間隙水圧が最大値に達する時間は約10秒であった。図-2(c)と(d)のスランプ9.5cmと18.5cmの場合、バイブレータ挿入距離500mmでも間隙水圧は最大値に達した。これは、スランプ6.0、7.5cmよりも9.5、18.5cmの方が液相が支配的な分、振動が伝達したことによると考えられる。なお、挿入距離250mmにバイブレータを移動させる間も間隙水圧の減少は見られなかった。これより、上述のように間隙水圧が最大値に達することが締固め完了と考える。また、間隙水圧が最大値に達する時間は図-2(a)と(b)と同様約10秒であった。これより、スランプに応じた挿入間隔も振動締固めに重要と判断された。

4. まとめ

本実験の範囲内より、最適な締固め状態を表す1つの指標として、コンクリート中の間隙水圧が最大値に達することと考えられた。また振動締固めは、バイブレータによる振動締固め時間管理の他、スランプに応じた挿入間隔も重要といえる。今後は、コンクリート中の粉体量や細骨材率といった配合の影響、また再振動による間隙水圧の変化について検討する予定である。

【参考文献】

- 1)国土交通省東北地方整備局：東北地方におけるRC床版の耐久性確保の手引(案)，2019
- 2)国土交通省東北地方整備局：コンクリート構造物の品質確保の手引(案)，2021.6

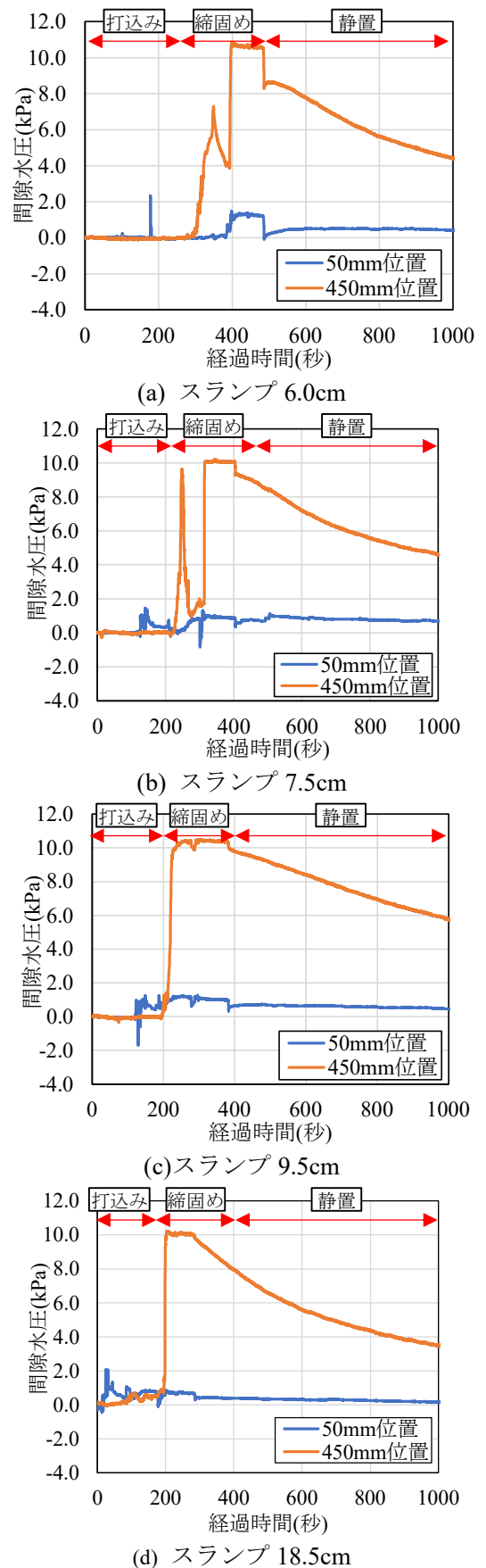


図-2 間隙水圧の変化(スランプ別)