

鉄筋間隙を通過するコンクリートにおける締固めエネルギーの評価方法

大成建設（株）技術センター

正会員

○梁 俊

大成建設（株）技術センター

フェロー会員

坂本 淳

大成建設（株）技術センター

フェロー会員

丸屋 剛

1. はじめに

コンクリート構造物の施工において、施工者は、決められた配筋条件と指定されたコンクリートのスランプを前提として、適切な締固め方法により、十分な充填を確保するコンクリートの締固め計画を立てなければならないが、適切な施工計画を立てる上では、締固めに関する定量的な評価方法が課題となっている。本論文では、コンクリートの鉄筋間隙通過に必要なエネルギーと、コンクリートが締め固められるのに必要なエネルギーで構成される締固め完了エネルギーを定量的に評価するための評価方法を提案した。



図ー1 締固め完了エネルギー測定装置

2. 実験の概要

試験には、図ー1 に示す締固め完了エネルギー測定装置を使用した

1). 試験は、まず円筒容器（内径 310mm、高さ 220mm）中に鉄筋セット用治具を用い鉄筋をセットした後容器の中でスランプ試験を実施する。本論文では、D19、D25、D32、D41 の鉄筋を 4、6、9、12 本ずつセットして、それぞれの締固め完了エネルギーを測定した。表ー2 に鉄筋配置による鉄筋間最小あきを示す。鉄筋は、テフロン製円盤の孔を通して振動台上のフレームにある磁石に固定することができる。振動数 35Hz、最大加速度 1G 程度で振動を与えることにより、円盤はコンクリート上面の沈下とともに沈下する。この際に、フレームにセットされているレーザ変位計が円盤の沈下を測定し、容器の下にセットされている加速度センサーで加速度を測定して、測定されたデータはパソコンに送られるようになっている。締固め完了エネルギー測定プログラムは、送られたデータを用い締固め度と締固めエネルギーを計算する。

表ー1 コンクリートの配合

スランプ (cm)	s/a (%)	単位量(kg/m³)				Ad (C×%)
		W	C	S	G	
8	43.0	155	310	794	1058	0.10
12	43.5	159	318	796	1039	0.20
15	44.0	163	326	797	1020	0.50

表ー2 実験ケース
(鉄筋径と最小あきの組合せ)

本数 (本)	鉄筋間最小あき(mm)			
	D19	D25	D32	D41
4	161	159	158	156
6	101	98	95	90
9	61	57	52	47
12	41	36	31	25

3. 使用材料及びコンクリート配合

本実験で使用したコンクリートの配合を表ー1 に示す。鉄筋間隙を通過するコンクリートの締固め性を確認するために、本研究では、水セメント比が 50%で、スランプが 8cm、12cm、15cm の一般的な土木用コンクリートを実験の対象とした。セメントには普通ポルトランドセメントを使用した。細骨材には君津産山砂（表乾密度 2.65g/cm³、F.M.=2.71）を、粗骨材には青梅産の碎石（最大寸法 20mm、表乾密度 2.66g/cm³、F.M.=6.31）を使用した。混和剤には AE 減水剤（リグニンスルホン酸系）を使用した。

4. 実験結果及び締固め性の評価方法の検討

鉄筋間の最小あきと鉄筋の直径は両方ともに鉄筋間隙を通過するコンクリートの締固め完了エネルギーに影響を与える²⁾。鉄筋間の最小あきが大きいほど、また、鉄筋の直径が小さいほど鉄筋間隙を通過するコンク

キーワード：締固め完了エネルギー、充填性、鉄筋最小あき、鉄筋径、締固め指数

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 TEL045-814-7231

リー

トの締固め完了エネルギーは小さくなる．一般に，構造的な要求により鉄筋断面積を一定にした場合，コンクリートの締固めを容易にするためにはできる限り鉄筋径を大きくして鉄筋間の最小あきを大きくする．しかし，鉄筋間最小あきの増加はコンクリートの締固め完了エネルギーを小さくするが，鉄筋径の増加はコンクリートの締固め完了エネルギーを大きくする²⁾．設計および施工計画などの実務的なことを考慮した場合，鉄筋の直径と鉄筋の最小あきの影響を総合的に表すことができる指標が必要になる．本研究では，鉄筋の直径と鉄筋の最小あきの影響を総合的に表す指標である締固め指数を定義して鉄筋間隙を通過するコンクリートの締固め性を検討した．本研究では締固め指数を式 (1) に示すように，鉄筋の最小あきと鉄筋径の比で定義した．鉄筋間の最小あきが大きくなるほど，また，鉄筋の直径が小さくなるほど締固め指数は大きくなる．締固め指数が大きくなることによってコンクリートの締固めに必要な締固め完了エネルギーは小さくなって，鉄筋間隙を通過するコンクリートの締固め作業はしやすくなる．

$$\alpha = s/d \quad (1)$$

α : 締固め指数, s : 鉄筋最小あき (mm), d : 鉄筋の直径 (mm)

スランプ 8cm で前記の鉄筋径と最小あきの組合せでの実験結果について，締固め指数と締固め完了エネルギーとの関係を整理したのが図-2 の(a)である．締固め指数と締固め完了エネルギーはよい相関を示している．同様に，図-2 の(b)，(c)にスランプ 12cm，スランプ 15cm のコンクリートを用いた場合の両者の関係を示す．ばらつきはあるものの，スランプが変化しても締固め指数と鉄筋間隙を通過するコンクリートの締固めエネルギーの間には一定の相関性があることがわかる．締固め指数により鉄筋配置の変化による締固め完了エネルギーの相違が評価されるので，同指標により鉄筋間隙を通過するコンクリートの締固め性を評価することができると考えられる．

5. まとめ

本研究では，新しく開発した試験装置により鉄筋間の間隙を通過するのに必要なエネルギーまで含めた締固め完了エネルギーを測定することを可能にした．また，締固め指数を定義することで，異なる配筋条件での鉄筋間隙を通過するコンクリートの締固め作業に対する検討を机上で検討することを可能にした．

参考文献

- 1) 梁 俊，丸屋 剛，坂本 淳：締固めエネルギーによる鉄筋コンクリートの締固め性評価装置の開発，土木学会第 65 回年次学術講演会，V-683，pp. 1365～1366
- 2) 梁 俊，丸屋 剛，坂本 淳，井櫻 潤示：締固めエネルギーに基づく鉄筋間隙を通過するコンクリートの締固め性に関する研究，土木学会論文集（投稿中）

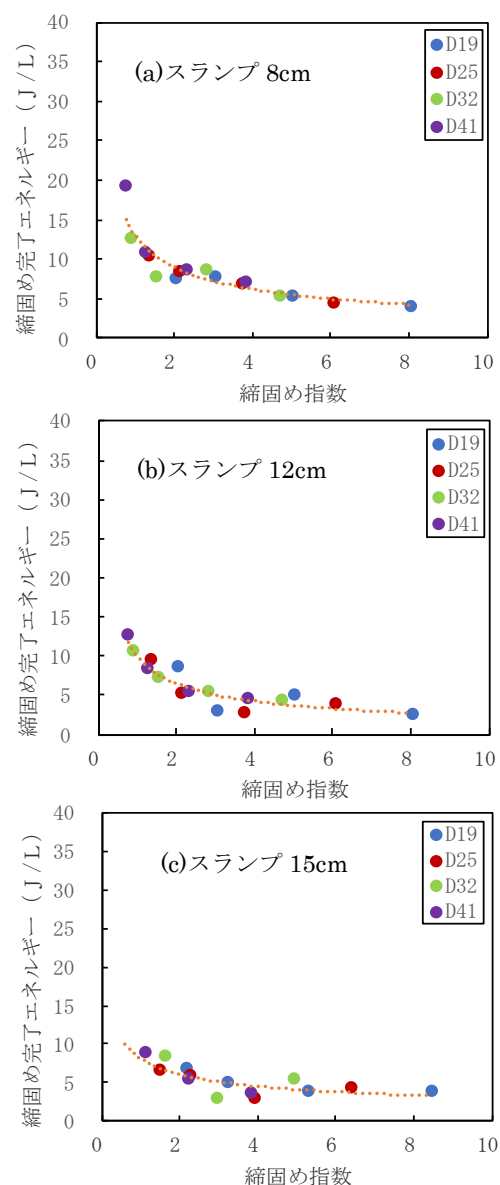


図-2 締固め指数と締固め完了エネルギーの相関性