

新型内部振動機の開発と施工性に関する研究

坂本信義¹

¹ 正会員 工博 東洋大学助教授 工学部土木工学科 (〒530 川越市鯨井 2100)

コンクリートの振動締固めには、適切な振動機を用いて締固めなければならないことはよく知られているが、干渉実験を目的として試作したツインタイプ回転内部振動機によってコンクリート中に生ずる振動の特性を応用して、振動締固めの有効範囲の拡大が期待できるツインタイプ回転内部振動機を開発し、これを使用した場合のコンクリート表面性状と硬化コンクリートの強度分布からこれまで使用されている通常型内部振動機との差異について検討した。さらに、締固め不良箇所が生じやすい断面形状の鉄筋コンクリート試験体を用いて、通常型内部振動機とツインタイプ回転内部振動機による振動締固め実験を行い、両者の特性を比較して新型内部振動機の長所について論じた。

Key Words: *fresh concrete, hardened concrete, reinforced concrete, twin type rotary vibrator, effective area, compacting efficiency*

1. 序 論

コンクリート構造物の施工が大型化するとともに複雑さが増加する傾向にあって、技術者の人手不足による作業の不具合が指摘されて省力化が問題となっている。これまでコンクリートの振動締固めがコンクリート施工に不可欠であると提言されながらも経験に頼っているのが現状である。このことは、実際の工事において施工不良を招く大きな理由となっているばかりでなくコンクリート施工の近代化を阻む原因となっている。このような現況の中で、既に、高流動化コンクリートによる締固め不要（自己充填）コンクリートが熟考され出現し、今日に至っているが、新しく開発したツインタイプ回転内部振動機によるコンクリート施工への適応方法も共にコンクリート産業における合理化を図ることを目的としている研究であり、その位置付けは双方にとって意義あるものと考えられる。

従来から使用されている内部振動機は、筒径の振動ヘッド内で1個の偏心重錘振子または遊星回転子を高速回転させて調和振動を発生させるもので、その改良は偏心重錘の重量と偏心距離並びに回転軸の回転数を大きくすることによる振動周波数と振幅の増大および振動ヘッドの増大に意が注がれて現在に至っている。

しかし、振動機の振動速度が大きくなると振動ヘッドとコンクリートとの間の接触の離れまたは振動ヘッドに接触しているモルタル中の水に発生するキャビテーション^{1)~3)}による気泡のために振動ヘッドからコンクリートへ伝達される振動エネルギーの割合、すなわち振動の伝達効率は振動ヘッドの運動速度の増大に伴って減少する

ことが理論的に明らかにされている⁴⁾。従って、従来の振動機の機構で性能を高めるには限界がある。

そこで、現在使用されている内部振動機の1本の振動軸の出力を大きくする代わりに、複数の振動軸にエネルギーを分割すればコンクリートに伝達される総エネルギーが増大する。すなわち、振動源を分割することにより伝達効率が向上することと、複数の波動をコンクリート中に同時に伝達させてそれらの干渉作用を利用すれば、コンクリート中の振動が増幅されることに新しい内部振動機の研究開発の方向を見いだすことができると考えた。この原理を実現させるためには、同一速度で逆方向に回転する振動軸を内蔵する2本の振動筒を振動の節の位置で緊結すればよいが、しかし、このようにしただけでは振動機に対してある特定の方向に位置するコンクリートにのみ有効な振動が生じることになる。すなわち、振動機は指向性を有することになるので、この振動系全体を低速または、中速回転させることにより全方向に対して有効に振動を放射することが可能となる。

試作したツインタイプ回転内部振動機は、1個の原動機または回転調節器の回転軸の回転を歯車装置によって互いに反対方向に同一速度で回転する2本の回転軸に分離し、それらを別個の振動筒内の偏心重錘回転に伝えることによって同じ大きさで反対方向に回転する2つの調和振動を発生させるものである⁵⁾。

これらの2本の振動筒は振動の節に当たる位置で互いに締め金具で強固に緊結してある。さらに、全体を回転させるために別に小型電動機とウォームギア装置およびコントローラを用いて回転数を可変することが可能であり、回転数をメータで読み取れるようにして適切な回転

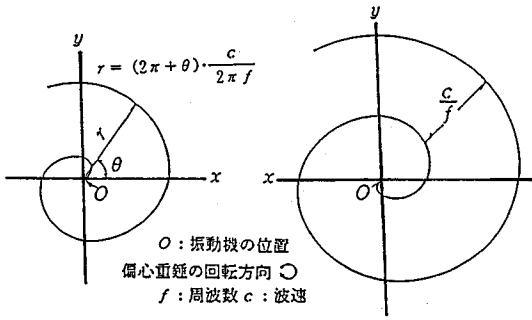


図-1 1本の振動筒から伝播する波動の波面

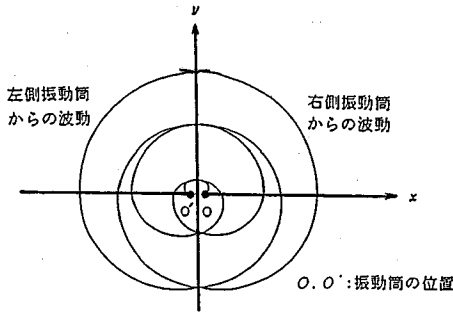


図-2 2本の振動筒から伝播する波動とその干渉

速度にセットして振動しながら回転を連続実施することができるものである。このように、新しく開発したツイントタイプ回転内部振動機を用いて振動締固めの実験を行い、締固め性能、実用上の利点と問題点などについて、通常の振動機と比較検討した。

2. ツイントタイプ回転内部振動機によってコンクリート中に生じる振動の特性

内部振動機の振動筒内で偏心重錘軸を高速回転させてコンクリート中に挿入した場合、1本の振動機の振動筒からコンクリートに伝播する波面は、図-1に示すようにうず巻状の形の蚊取線香を回転させた状態となって振動機から周辺に伝播され、この波面の間隔、すなわち波長は、 $\lambda = c/f$ (c : 波速, f : 振動数) となるが、開発したツイントタイプ回転内部振動機は、図-2のように2つのうず巻き線の回転を組み合わせたものとなり両者の支点においては2つの波動の位相が一致して振幅は2倍となる。また、2本の振動機を結ぶ線上つまり、図-2のx軸上では2つの波動の位相は逆になって振幅は小さくなり、もし、2つの振動源の位置が同一点であれば0となる。

このように、振動の中心から任意の点における振動は干渉による影響で振動源からの伝播距離による減衰が加わる結果、振動伝播による等振幅線は、x軸方向におい

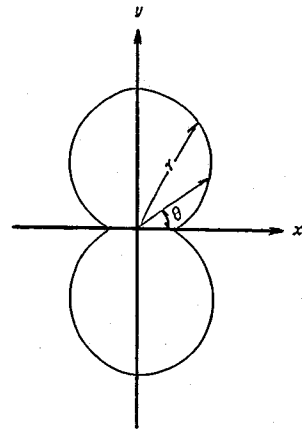


図-3 二点振動源からの等振幅線

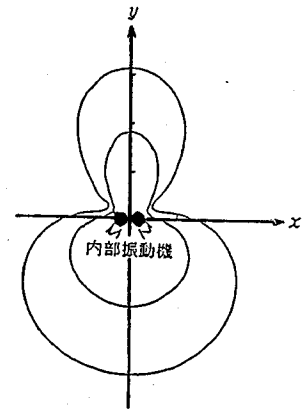


図-4 ツイントタイプ回転内部振動機による等振幅線

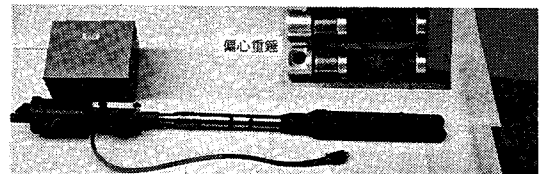


写真-1 ツイントタイプ回転内部振動機

て最小となり、偏角 θ とともに増大して、 $\theta = \pi/2$ で最大となる。

図-3は、2つの振動源が原点に重なって存在する場合の現象を図示したものである。

実際に試作した振動機では、2本の振動機の中心位置がずれているから図-4のような等振幅線となる。

従って、2本の振動機の2軸の中間点を中心として低速度、あるいは高速度で回転することにより、全方向のコンクリートに対して振動締固めによる有効範囲の拡大をはかることが可能となる。新しく開発した重量: 32.46kgのツイントタイプ回転内部振動機を写真-1に示し、その形状と寸法については図-5に示した。

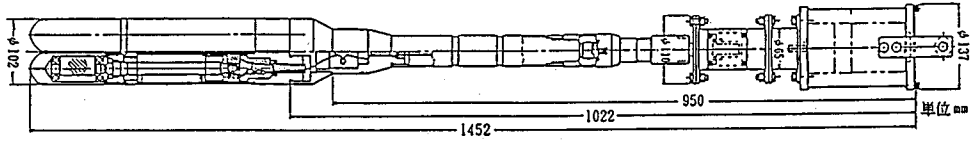


図-5 ツインタイプ回転内部振動機の形状と寸法

表-1 実験に使用したコンクリートの配合

コンクリートの種類	骨材の最大寸法 (mm)	スタンプの範囲 (cm)	空気量 (x)	水セメント比 V/C (x)	骨材率 s/a (x)	単位量 (kg/cm ³)				
						水 w	セメント C	骨材 S	骨材 G	骨材 Ad
non-AE	20	3~4	2.0	55	46	166	302	865	1028	—
AE	20	3~4	4.0	55	46	146	265	880	1037	0.05

表-2 実験に使用した内部振動機の性能

筒径 (mm)	加速度振幅 (g)		振動周波数 (Hz)		全振幅 (mm)		遠心力 (kgf)
	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	
φ50	106	78	198	195	0.67	0.51	266

3. ツインタイプ回転内部振動機を用いたコンクリートの締固め時における表面形状変化と強度特性

(1) 実験概要

コンクリートの性質は、表-1に示した配合を使用した。振動機は、表-2に示した性能を持つ通常型内部振動機と通常型内部振動機の性能と全く同等の機能である内部振動機を2本抱き合わせ緊結したツインタイプ回転内部振動機(写真-1, 図-5)を回転速度を設定するための予備実験の結果を参考にして、1分間に6回、回転するように設定し、通常型内部振動機とツインタイプ回転内部振動機を用いて振動締固めによるコンクリート表面の気泡とブリージングおよびコンクリート中の加速度振幅とコンクリート床版の強度を求め比較検討した。

コンクリートの打設方法は、図-6に示した200×200×25cmの鋼製型枠を200×100×25cm区画に分割して1つの区画にコンクリートを打設して30秒間の締固めが終了した後に次の区画にコンクリートを打設する手順で実験を行った。また、図-6に振動締固め時の通常型内部振動機の挿入位置とツインタイプ回転内部振動機の挿入位置を示した。

さらに、締固めた後のコンクリートの品質を検討するために図-6に示した通常型内部振動機およびツインタイプ回転内部振動機を中心とした同心円状にある位置からφ100×240mmのコアを採取し、その供試体の両端を約φ100×200mmに切断して、キャッピングを施し成形した供試体を圧縮強度用供試体として用いた。供試体は、室内養生(室温:20°C, 湿度:70%)による材令28日をもって強度試験を実施した。

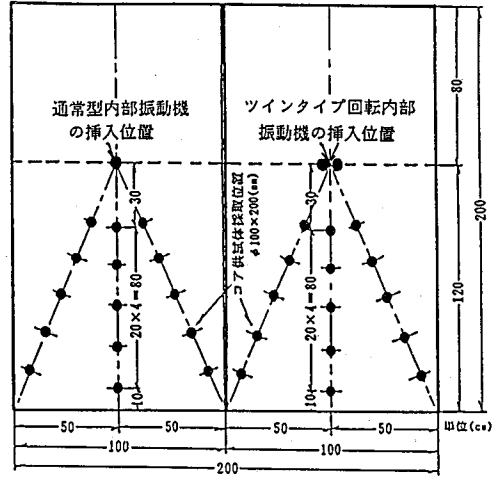


図-6 実験に用いた型枠、振動機の挿入位置とコア供試体の採取位置との関係

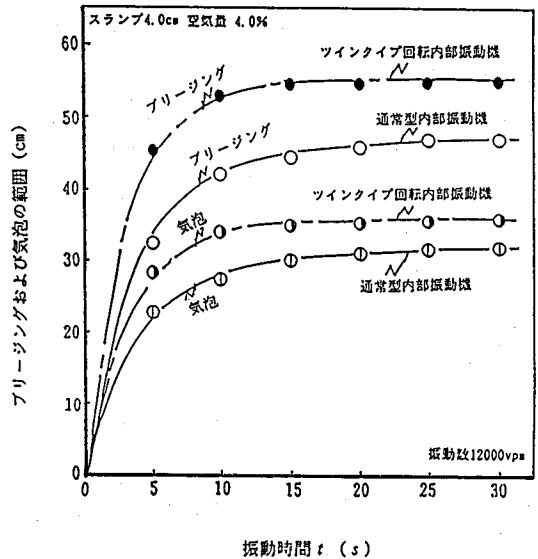


図-7 ブリージングと気泡の経時変化

(2) ツインタイプ回転内部振動機によって締固めたコンクリートの表面形状と強度との関係

実験は、表-1に示したAEコンクリートを使用し、通常型内部振動機とツインタイプ回転内部振動機によって、振動数12000vpmで30秒間締固めたときのコンクリート表面のブリージングと気泡の関係を図-7に示し

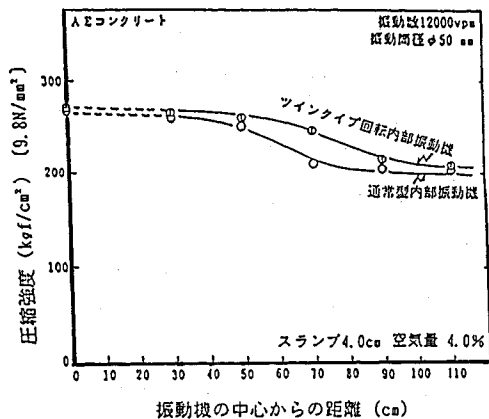


図-8 圧縮強度に及ぼす振動機の影響

た、締固めによるコンクリート表面のブリージングおよび気泡の広がり、通常型内部振動機に比較して、ツインタイプ回転内部振動機の方が約1.16~1.22倍になっていて、その範囲が広がっている。

締固めによって、コンクリート表面に浮上するブリージングや気泡の範囲は、これまでの実験研究^{6)~8)}の結果から締固まったと判断してさしつかえないとされていることから、コンクリート表面のブリージングや気泡の領域が有効範囲として拡大されることは振動締固めによるコンクリート作業の能率が促進されることを意味しているものとする。

次に、振動数12000vpmで30秒間締固めたコンクリート床版の強度に及ぼす影響について実験を行い検討したのが図-8である。

図-8から締固めた後のコンクリート床版の強度は、振動機の中心より30cmの位置ではほぼ同様の強度を得ているが、振動機からの距離が離れるに従ってツインタイプ回転内部振動機と通常型内部振動機による強度の差が生じている。通常型内部振動機からの距離が50cmの位置とツインタイプ回転内部振動機からの距離70cmの位置での強度が等しくなっていて、その距離は約1.4倍になっている。このツインタイプ回転内部振動機から70cmの位置での強度は最大強度の約90%に値している。このように、ツインタイプ回転内部振動機の有効範囲(振動締固めによる安全性とコンクリートの品質管理による設計基準強度などを考慮に入れて、締固めによる最大強度の80%以上の振動機からの位置を締固めによる有効範囲とした。)が拡大していることがわかる。さらに、通常型内部振動機から70cmの強度とツインタイプ回転内部振動機から90cmの位置における強度がほぼ等しくなっていて、このときの位置の差は、1.3倍程度になっている。また、強度は最大強度の約80%であった。これより、ツインタイプ回転内部振動機は、通常型内部

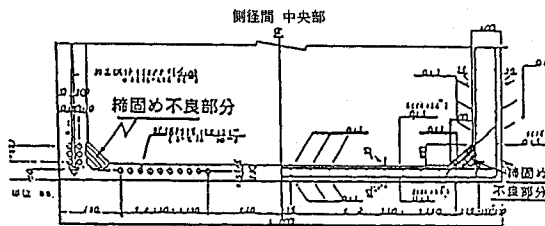
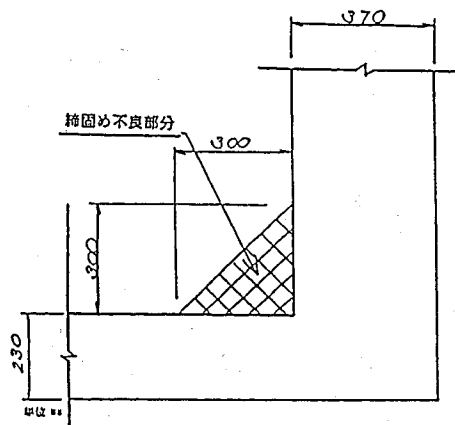


図-9 橋桁下床版付近での締固め不良部分

振動機に比較して、コンクリートの品質面からの有効範囲の拡充が確かめられたことは、コンクリート施工の合理化に役立つものと考えられる。

4. ツインタイプ回転内部振動機を使用して締固めた鉄筋コンクリートの特性

國島⁹⁾は、密実なコンクリート構造物を実現する設計方法に対する提案の中で、コンクリートを打設して型枠を取り外した直後に目視によって認めることのできる密実でない部分として図-9を示し、橋桁下床版付近での締固め不良部分を指摘している。

これらは、コンクリート構造物に配置された鉄筋が阻害してコンクリートが十分構造物中に充填しないためであると同時に鉄筋の密な配筋のために振動の伝播が不可能となってコンクリートがせき板まで十分締固められないことが原因しているものとする。

このような施工不良をできるだけ軽減して、より密実なコンクリート構造物を実現することもツインタイプ回転内部振動機の目的でもある。そこで、この振動機を用いて、写真-2および図-10に示すような型枠によるL型鉄筋コンクリート試験体を対象として、通常型内部振動機とツインタイプ回転内部振動機により締固め実験を行った。締固めにより影響する要因については、これまで振動機の性能とコンクリートの性質が深く関係することを指摘してきたが^{4)~8)}、ここでは、表-1に示したコン

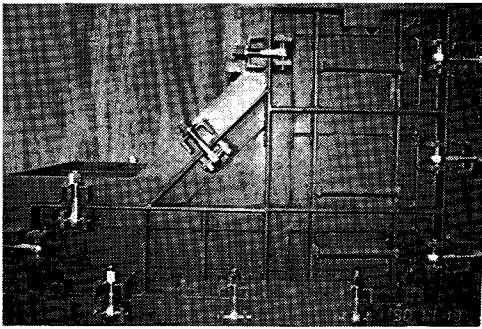


写真-2 実験に使用した鋼製型枠

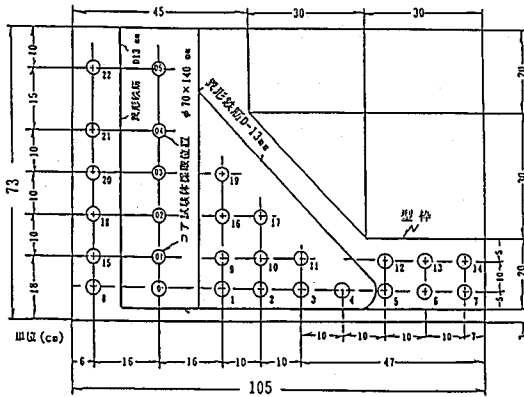


図-10 実験に使用した型枠寸法とコア供試体の採取位置 (No.) との関係

クリートの性質から一般に締固めが容易でないとして、硬練り non-AE コンクリートを用いて、通常型内部振動機とツインタイプ回転内部振動機を用いて締固めによるフレッシュコンクリートの充填性について実験を行った。

実験に使用したコンクリートの試験体は、橋桁下床内面側ハッチ部分付近に集中して締固め不良部分が現れることが指摘されていることを考慮に入れて、図-11 と写真-3 および写真-4 に示す異形鉄筋 (D-13) を用いて、鋼製型枠の中に鉄筋間隔を変えた L 型組鉄筋 (図-11, 写真-3) を設置した。

振動機の挿入位置は図-12 に示した通りであって、鋼製型枠上端までの高さ 73cm と振動によるコンクリートの沈降を考慮して余盛部分の高さを 15cm とし、全高さ 88 cm を 10 秒間で型枠床板から 5.0cm の位置まで振動機を挿入して、振動数 12000vpm と締固め時間 50 秒で実験を行った。型枠中の鉄筋状態を写真-4 と写真-5 に示した。

硬化後の L 型鉄筋コンクリート試験体を打設方向と直角にした側面から $\phi 70\text{mm} \times 550\text{mm}$ のコア供試体を採取して 3 等分に切断し、供試体の両面を研磨およびキャッピングを施し、室内養生 (室温 20°C, 湿度 70%)

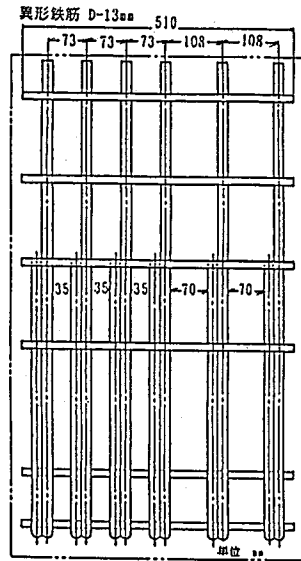


図-11 鉄筋の配筋間隔 (異形鉄筋 D-13)

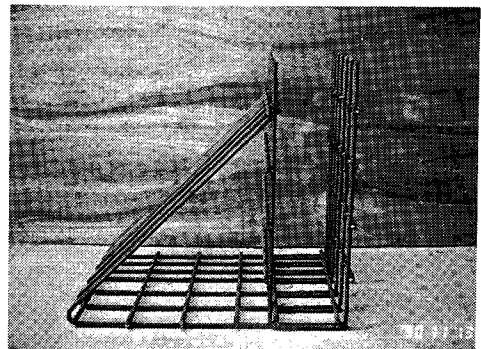


写真-3 実験に用いた鉄筋組枠

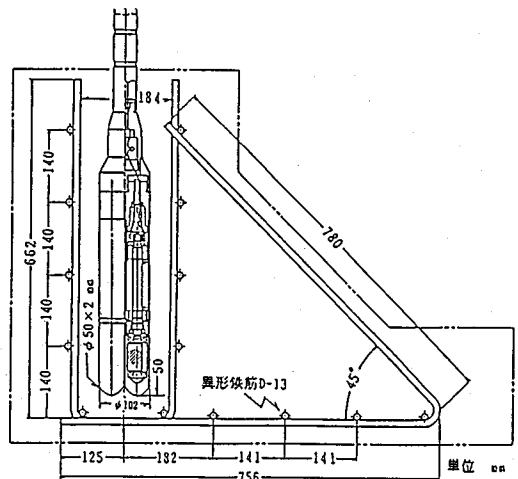


図-12 振動機の挿入位置と鉄筋間隔との関係

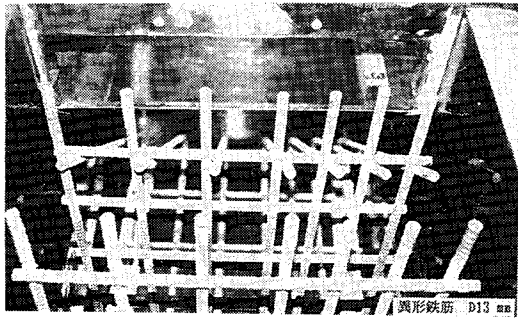


写真-4 型枠中の鉄筋（上端面）

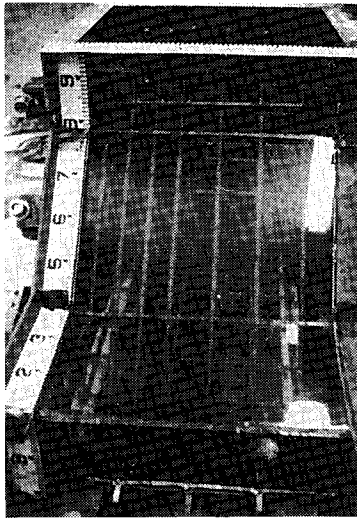


写真-5 型枠中に取付けた鉄筋（L型前面）

を行って材令 28 日によって圧縮強度試験を行い、3 本の供試体の平均値を用いて締固めの評価をした。

L 型鉄筋コンクリート試験体から採取したコア供試体位置 (No.) と圧縮強度の関係を示したのが表-3 である。また、締固め不良によってコア供試体が採取不可能な間隙部分の位置も併せて示した。

図-13 は、通常型振動機で締固めたコンクリート試験体による鉄筋の内外での強度の関係を示した図である。採取したコアの位置を示した図-13 と照合してみると鉄筋の内外での締固めの差異がわかる。

通常型内部振動機で締固めた L 型鉄筋コンクリート試験体は、斜目鉄筋 (45°) の先端部分での鉄筋の障害によって型枠のせき板までコンクリートが充填されない状態にある (写真-6)。

締固めた L 型鉄筋コンクリート試験体の強度は、振動機の先端部分 (図-10, No.: O の位置) で強度が 240 kgf/cm² であって、L 型鉄筋コーナー部分 (図-10, No.: 4 の位置) では、180kgf/cm² の強度を示している。振動機の先端付近の締固めが有効に作用しているの対

表-3 振動機の種類と圧縮強度の関係

供試体 No.	振動機の中心からの距離 (cm)	σ ₁₁ 圧縮強度 (kgf/cm ²) (9.8N/cm ²)				ツインタイプ振動機*			
		通常型内部振動機				ツインタイプ振動機*			
		1	2	3	平均値	1	2	3	平均値
0	0	247	235	239	240	242	247	250	246
01	10	248	238	240	242	240	236	256	244
02	20	220	232	238	230	222	240	198	220
03	30	間隙			—	232	183	216	210
04	40	180	196	188	188	192	184	203	193
05	55	167	181	174	174	178	192	182	184
1	16	237	216	230	228	226	241	236	234
2	26	218	191	221	210	210	230	214	218
3	36	175	178	181	178	180	193	176	183
4	46	169	180	191	180	162	178	164	168
5	56	間隙			—	148	140	142	143
6	66	間隙			—	124	119	110	118
7	76	間隙			—	83	105	89	92
8	16	231	223	217	224	230	237	223	230
9	19	207	193	218	206	220	241	215	225
10	28	209	188	215	204	218	220	192	210
11	37	158	176	160	165	175	172	163	170
12	57	間隙			—	118	109	104	110
13	67	間隙			—	117	86	98	100
14	77	間隙			—	80	94	73	83
15	19	216	227	193	212	237	226	211	225
16	26	175	189	201	188	221	196	213	210
17	33	間隙			—	168	184	164	172
18	26	185	190	210	195	213	218	223	218
19	34	間隙			—	190	178	185	184
20	34	間隙			—	171	169	175	172
21	43	165	170	150	155	161	158	169	163
22	57	162	168	164	165	160	154	165	160

*: ツインタイプ回転内部振動機

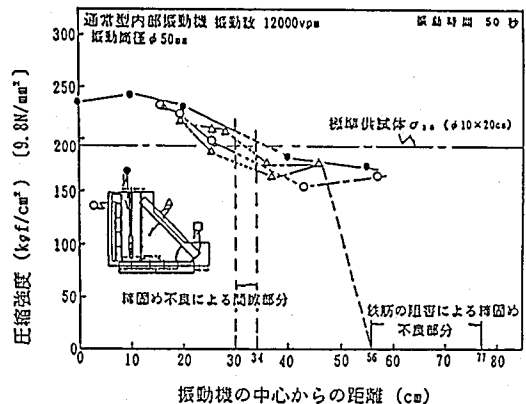
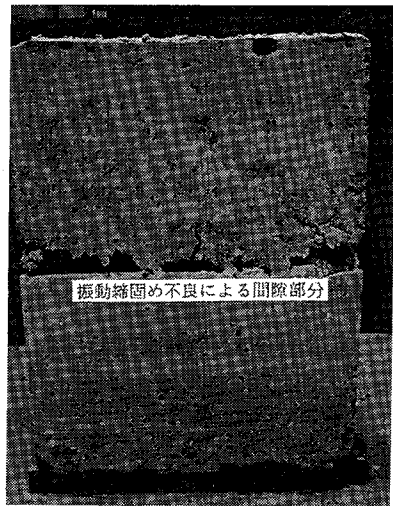


図-13 通常型振動機で締固めた試験体の圧縮強度

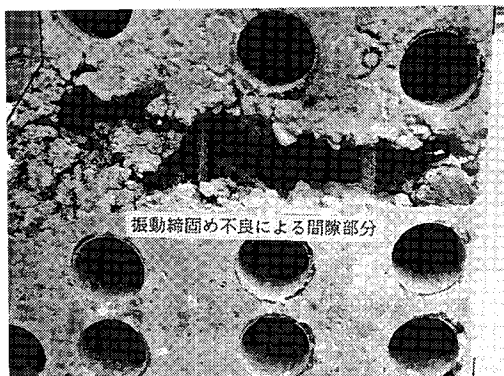
して、振動機の先端から水平に 46cm 離れた位置の強度は、それに比較して 75% に減少している。また、型枠上端から 30cm 前後に締固めによる不良箇所が生じて間隙部分が発生していることが硬化後の L 型鉄筋コンクリート試験体から確認された。その結果を写真-7 および写真-8 に示した。



写真—6 通常型内部振動機で締固めたL型鉄筋コンクリート試験体の締固め後の状況



写真—8 L型試験体の締固め不良による間隙部分の例（裏側）

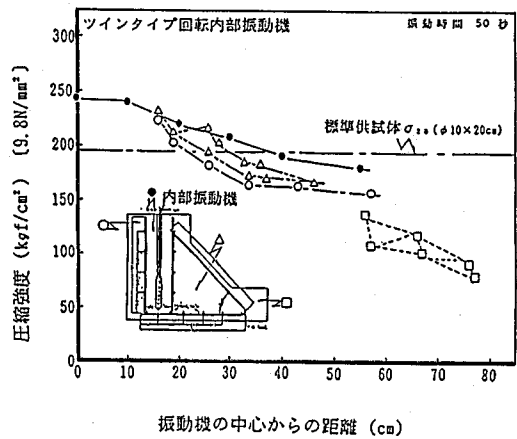


写真—7 L型試験体の締固め不良による間隙部分の例（側面）

この原因について考えると、L型鉄筋の配筋が鉛直から45°に変わる位置と空隙部分の位置が一致していること、通常型内部振動機自体の振動の有効部分は約15cm～25cmであることおよび硬練りコンクリートであること、さらに、鉛直鉄筋および斜め鉄筋によって妨げられコンクリートが下層部からL型鉄筋のコーナーを通して型枠せき板まで充填されなかったこと、そして、コンクリートが振動機に追従できなかったため振動の伝播が不十分となったことなどによるものと考えられる。

次に、通常型内部振動機で行った実験方法と全く同様の締固めによって、ツインタイプ回転内部振動機を用いて、L型鉄筋コンクリート試験体を締固めた結果の振動機の中心からの距離と圧縮強度との関係を示したのが図—14である。

ツインタイプ回転内部振動機のL型鉄筋コンクリート試験体による締固め性状は、写真—9に示したように、コンクリートは鉄筋による拘束を通過して型枠のせき板まで充填されていることがわかる。これは、前述のよう



図—14 ツインタイプ回転内部振動機で締固めたL型鉄筋コンクリート試験体の圧縮強度



写真—9 ツインタイプ回転内部振動機で締固めたL型鉄筋コンクリート試験体の状況

に、振動機からの伝播波形の干渉による波動の最大位置が指向性を有することを利用して、この方向を回転させたことによって、振動の伝播に対する鉄筋による阻害の影響が小さくなりコンクリートが流動化して型枠のせき

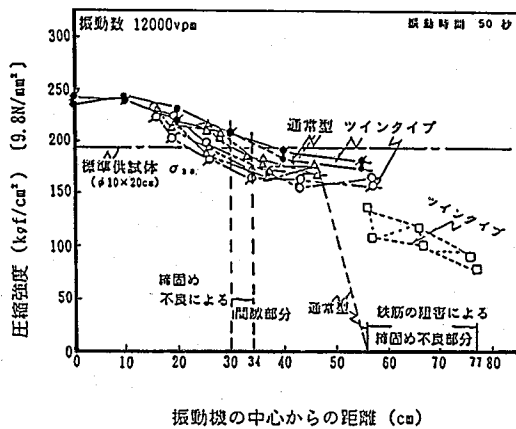


図-15 通常型内部振動機とツインタイプ回転内部振動機で締固めた場合の圧縮強度の分布

板まで到達したものと考える。

図-15は、通常型内部振動機とツインタイプ回転内部振動機で締固めた圧縮強度の関係を1つの図に示して比較したものである。

これをみると、通常型内部振動機およびツインタイプ回転内部振動機ともに振動機が挿入された鉛直方向の下層部分の供試体 No. (図-10) は、No. 0~No. 02 (246 kgf/cm²~220kgf/cm²), No. 1~No. 2 (234kgf/cm²~218kgf/cm²), No. 8~No. 9 (230kgf/cm²~235kgf/cm²) および No. 10 (210kgf/cm²) の位置で標準供試体の強度：195kgf/cm² より大きな値を示している。また、L型鉄筋コンクリート試験体のコーナ部分で、前述したように通常型内部振動機ではコンクリートの充填がみられなかったが、図-15に示したツインタイプ回転内部振動機で締固めた試験体は、L型コーナの先端までコンクリートが充填されていることがわかる。その時の供試体の強度は、供試体 No. (図-10), No. 5~No. 7 (143kgf/cm²~92kgf/cm²) と No. 12~No. 14 (110kgf/cm²~83 kgf/cm²) の位置で、締固まったと考えられる強度：220 kgf/cm² の約38%から65%であった。

このことから、締固めが困難であるとされているL型鉄筋コンクリート試験体を用いて行った実験結果は、干渉波を利用したツインタイプ回転内部振動機を回転しながら振動締固めを行うことによって、通常型内部振動機では、鉄筋の拘束による阻害によってコンクリートの移動が停止する状態にある場合でもツインタイプ回転内部振動機を使用することによって鉄筋の阻害を越えコンクリートを送り出すことが確かめられた。このような結果から、開発したツインタイプ回転内部振動機の使用は、コンクリートおよび鉄筋コンクリートの振動締固めの改善に有効であると考えられる。

5. 結論

通常型内部振動機と開発したツインタイプ回転内部振動機の実験結果について論じたが、本研究の範囲で得られた結果の結論を要約すると以下のとおりである。

1) 波動の干渉を利用したツインタイプ回転内部振動機で、スランプ4.0cm、空気量4.0%のAEコンクリートを用いて30秒間締固めた結果は、通常型内部振動機に比べて、コンクリート表面のブリージング発生領域の半径が1.2倍以上、面積で約1.5倍以上に拡大されてブリージングの発生を締固め完了の目安とした場合コンクリートの打込み作業の時間短縮につながることを考えられる。

また、強度に関しては、ツインタイプ回転内部振動機で締固めたコンクリート床版の材令28日強度は、通常型内部振動機で締固めた場合の1.4倍離れた位置で等しくなっている。この位置は最大強度の90%であった。この事は、ツインタイプ回転内部振動機の有効範囲がコンクリート表面のブリージング発生域と硬化後の強度の双方において通常型内部振動機の約1.5~2倍の面積に拡大されていることを示すもので、今後のコンクリート作業の合理化に役立つものと考えられる。

2) L型鉄筋コンクリート試験体の締固め後の強度試験結果によれば、通常型内部振動機の場合には、試験体のL型の先端部分にコンクリートが充填されずコンクリートの強度試験が不可能であったが、ツインタイプ回転内部振動機の場合には、先端部分までコンクリートが充填されることが確かめられた。これは、通常型内部振動機で締固めた状態では、型枠の形状および鉄筋によって振動機からの振動が到達し得ない場合でも、ツインタイプ回転内部振動機の場合には指向性を有する振動の最大位置が回転することにより振動がせき板まで到達したことによるものと考えられる。

解析結果に基づいて試作したツインタイプ回転内部振動機をどのように応用するかは今後の問題ではあるが、ツインタイプ回転内部振動機は比較的硬練りのコンクリートを締固めることができること、複数の振動機を1列に並べて同時締固めを行う場合、振動機の間隔を狭くすることは可能であっても、差しかえ間隔は振動機の有効範囲に支配されること、振動機の形状、寸法、重量などを考慮に入れて、従来の土木建設機械(例えば、ユンボ)に取付け遠隔操作によって、マスコンクリートやダムコンクリート、舗装コンクリートなどへの適応も一つの可能性として考えられる。

謝辞：本研究の実施に際して、詳細なご指導を賜った東洋大学工学部教授岩崎訓明博士に対して深甚なる感謝の意を表します。また、実験にご協力頂いた土木工学科コ

ンクリート実験室, 畑野敏夫氏にお礼申し上げます.

参考文献

- 1) Klieger, P.: *Recommended for No-Slump Concrete ACI Committee*, pp. 1-22, 1965.
- 2) Forssblad, L.: *Investigations of Internal Vibration of Concrete*, Acta Polytechnica Scandinarica, Civil Engineering and Building Construction Series. No. 29, pp. 1-32, 1963.
- 3) ACI Committee 309: *Behavior of Fresh Concrete During Vibration*, pp. 36-53, 1981.
- 4) 坂本信義: 内部振動機によるコンクリートの振動締固めに関する研究 学位論文 (東洋大学), pp. 88-91, 1993.
- 5) 岩崎訓明, 坂本信義: コンクリート中における内部振動機の振動の伝播特性, 土木学会論文集, No. 402/V-10, pp. 87-96, 1989.
- 6) 坂本信義, 岩崎訓明: かた練り人工軽量骨材コンクリートの振動締固めに関する研究, コンクリートジャーナル論文, Vol. 9, No. 4 pp. 1-11 (日本コンクリート工学協会) 1971.
- 7) 岩崎訓明, 坂本信義: コンクリート中における振動伝播に関する基礎研究 フレッシュコンクリートの物性とその施工への適用に関するシンポジウム論文集, 土木学会, pp. 113-118, 1986.
- 8) 岩崎訓明, 坂本信義: 内部振動機によるコンクリートの締固めに関する研究, フレッシュコンクリートの挙動とその施工への適用に関するシンポジウム論文, 日本コンクリート工学協会, pp. 121-126, 1989.
- 9) 國島正彦: 密実なコンクリート構造物を実験する設計・施工方法に関する研究, 学位論文 (東京大学), pp. 26-28, 1988.

(1994.3.2 受付)

A STUDY ON DEVELOPMENT AND COMPACTING EFFICIENCY OF A NEW TYPE OF INTERNAL VIBRATOR FOR CONCRETE

Nobuyoshi SAKAMOTO

Vibratory consolidation of fresh concrete is known to require adequate vibrators. The author investigated the characteristics of concrete vibration generated by an experimental twin vibrator designed for testing the interference of waves, and applied these characteristics to the development of a new type of twin vibrator, which is expected to increase the effective area of vibratory consolidation. The differences between this twin vibrator and conventional normal vibrator are discussed here with regard to the surface appearance and strength distribution of hardened concrete. This paper also reveals the results of experiments using reinforced concrete specimens whose cross-sectional shapes are prone to cause consolidation-related defects. Conventional vibrator and the newly developed vibrator are compared in these experiments, and advantages of the new type of vibrator are cited.