

Piotr PENNO

Stanisław PONIKIEWSKI

Mieczysław WĘGRZYN

## WPLYW REWIBRACJI NA NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI LEKKIEGO BETONU ŁUPKOPORYTOWEGO

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wpływ rewibracji na niektóre właściwości lekkiego betonu łupkoporytowego, takie jak: wytrzymałość betonu na ściskanie, gęstość pozorną i nasiąkliwość wagową. W wyniku rewibracji uzyskano polepszenie ww. właściwości betonu oraz możliwość polepszenia innych właściwości lekkiego betonu łupkoporytowego.

### 1. WSTĘP

Zagęszczenie betonu lekkiego, w szczególności betonu łupkoporytowego, różni się nieco od zagęszczenia betonu zwykłego, por. [1], [2]. Można się spodziewać, że parametry rewibracji betonu lekkiego będą również nieco odmienne od parametrów rewibracji zwykłego betonu. Przypuszczenie to stało się przyczyną rozpoczęcia badań w tym zakresie. Badania wykonano w Instytucie Konstrukcji Budowlanych Politechniki Śląskiej. Badano wpływ rewibracji na wytrzymałość (na ściskanie), gęstość pozorną i nasiąkliwość wagową betonu łupkoporytowego.

### 2. METODA BADAŃ

Wpływ rewibracji na właściwości betonu badano na próbkach sześciennych o wymiarach 15 x 15 x 15 cm. Pierwsze (wibrowanie) i kolejne (rewibrowanie) zagęszczenie mieszanki betonowej odbywało się na standardowym stole wibracyjnym, typ SW-1, o następującej charakterystyce (określonej podczas badań):

częstotliwość drgań - 50 Hz,

amplituda przemieszczeń - 0,8 mm,

przyśpieszenie drgań - 8 g,

gdzie:  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  - przyśpieszenie ziemskie.

Rewibrację wykonano w trzech charakterystycznych punktach podczas wiązania cementu:

po 2 godz. 30 min - na początku czasu wiązania,

po 3 godz. 30 min - w połowie czasu wiązania,  
 po 4 godz. 45 min - pod koniec czasu wiązania  
 oraz dodatkowo po 8 godz. od czasu wykonania próbek.

Początek i koniec czasu wiązania określono doświadczalnie w pracy [3].

Czas trwania rewibracji ustalono na podstawie badań wstępnych oraz prac [4], [5] jako równy około 10 s, przy czym w połowie czasu wiązania stosowano dodatkowo czas rewibracji 5 s i 15 s.

Do wykonania próbek stosowano mieszankę betonową o konsystencji gęstoplastycznej przygotowywanej wg [1], [2], [6], [7], [8]:

kruziec + 2/3 wody,

mieszanie,

ceмент + 1/3 wody,

mieszanie.

Skład mieszanki betonowej dla betonu klasy B20 ustalono na podstawie badań wstępnych oraz prac [1], [2], [6], [7], [8]:

żupkoporyt 0/5	550 kg
żupkoporyt 5/10	275 kg
żupkoporyt 10/20	275 kg
ceмент "350"	261 kg
woda	288 kg

R a z e m: 1649 kg

Po zagęszczeniu i rewibracji próbki przechowywano w komorze klimatycznej, w temperaturze  $+18^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  i wilgotności powyżej 95%.

Próbki badano po 7 i 28 dniach, określając ww. właściwości betonu zgodnie z normą [9]. Wyniki badań opracowano zgodnie z zasadami statystyki i rachunku prawdopodobieństwa przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

### 3. DOBÓR KONSYSTENCJI MIESZANKI BETONOWEJ

Konsystencję mieszanki betonowej do badania wpływu rewibracji określono na podstawie badań wstępnych (na 36 próbkach) obejmujących trzy konsystencje, por. tabl. 3.1.

Mimo że największy przyrost wytrzymałości na ściskanie wystąpił w betonach wykonanych z mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej, nie stosowano jej w dalszych badaniach z uwagi na:

- niską wytrzymałość na ściskanie betonu,
- mały przyrost pozornej gęstości betonu,
- trudność zagęszczania wibrowaniem i rewibrowaniem mieszanki betonowej,
- rzadkość stosowania w praktyce.

Do dalszych badań przyjęto gęstoplastyczną konsystencję mieszanki betonowej z uwagi na wyższą wytrzymałość i największy przyrost gęstości pozornej oraz dobrą urabialność.

Tablica 3.1

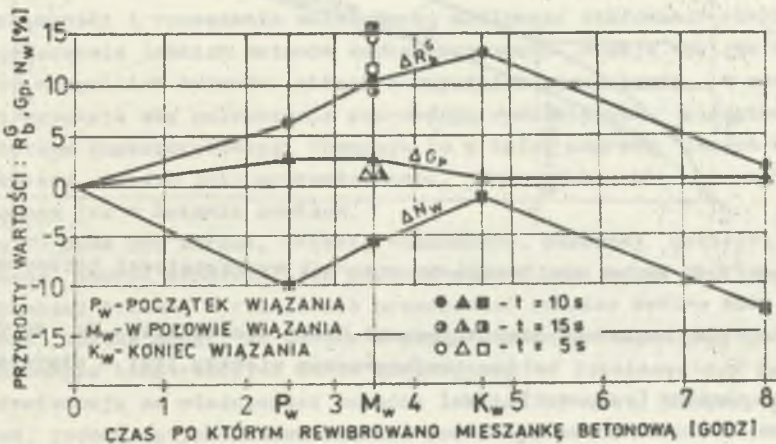
Wpływ rewibracji na niektóre właściwości lekkiego betonu żupkoporytowego w zależności od konsystencji<sup>1)</sup>

Konsystencja mieszanki betonowej w stopniach wg Ve-Be [s]	Rodzaj zagęszczenia	Wytrzyma. $R_b^G$ [MPa]	Przyrosty [%]	
			wytrzymałość	gęstość
Plastyczna [10]	wibrowany	9,37	-	-
	rewibrowany	12,84	37,0	1,2
Gęstoplastyczna [24]	wibrowany	7,69	-	-
	rewibrowany	10,83	40,8	1,4
Wilgotna [30]	wibrowany	4,30	-	-
	rewibrowany	7,54	75,3	0,7

<sup>1)</sup> Czas rewibracji  $t \approx 10$  s po 4 godz. od wykonania próbek, badanie betonu po 7 dniach.

4. WPŁYW REWIBRACJI NA NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI BETONU

Wpływ rewibracji na wytrzymałość (na ściskanie) oraz gęstość pozorną betonu po 28 dniach określono na 210 próbkach (po 30 w każdym charakterystycznym punkcie dojrzewania betonu). Wpływ rewibracji na nasiąkliwość wagową betonu po 28 dniach określono na 21 próbkach (po 3 w punktach jw.). Wyniki badań zestawiono w tabelicy 4.1 oraz przedstawiono graficznie na rys. 4.1.



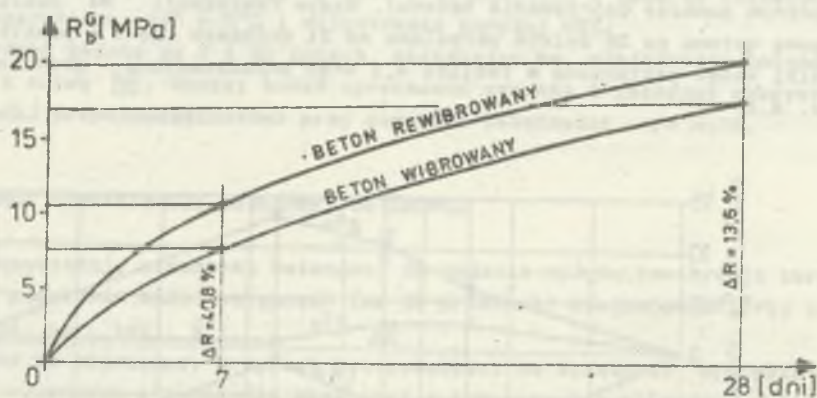
Rys. 4.1. Wpływ rewibracji na właściwości betonu lekkiego



Tablica 4.1

Wpływ rewibracji na niektóre właściwości lekkiego betonu żupkoporytowego po 28 dniach

Symbol	Czas, po którym rewibrowano	Czas rewibracji [s]	Wytrzymałość $R_b^G$ [MPa]	Przyrosty [%]		
				wytrzymałość	gęstość	naślakliwość
-	Beton wibrowany (próbki porównawcze)	-	17,7	-	-	-
$P_W$	Na początku czasu wiązania 2 godz. 30 min	10	19,1	7,9	3,1	-10,0
$M_W$	W połowie czasu wiązania 3 godz. 30 min	10	19,6	10,7	2,5	-5,3
$M_W$	"	5	20,3	14,7	0,6	11,3
$M_W$	"	15	19,4	9,6	0,6	15,3
$K_W$	Pod koniec czasu wiązania 4 godz. 45 min	10	20,1	13,6	0,6	-0,7
-	8 godz. od czasu wykonania próbek	10	18,0	1,7	0,6	-12,7



Rys. 4.2. Wpływ rewibracji na przyrost wytrzymałości betonu w czasie

Na podstawie niepełnych jeszcze badań zauważa się, że do 28 dni przyrost wytrzymałości betonu rewibrowanego większy jest w pierwszym tygodniu dojrzewania (rys. 4.2).

## 5. PROCES REWIBRACJI W LEKKIM BETONIE ŁUPKOPORYTOWYM

Rewibracji lekkiego betonu łupkoporytowego dokonuje się w tych samych charakterystycznych punktach dojrzewania co w betonie zwykłym, jednak potrzebny jest nieco dłuższy 2-3 a czasu rewibracji, por. [3], [4], [5], [10], [11], [12], [13].

Efekt rewibracji w lekkim betonie łupkoporytowym jest podobny jak w betonie zwykłym, przy czym rewibracja pod koniec czasu wiązania, a nawet po zakończeniu czasu wiązania (po 8 godz. od czasu wykonania próbek) powoduje przyrosty rozpatrywanych właściwości betonu. Wynika to najprawdopodobniej ze struktury kruszywa łupkoporytowego, zawierającego znaczną liczbę por oraz posiadającego dużą powierzchnię właściwą. W otwartych porach zewnętrznych i zamkniętych porach wewnętrznych gromadzi się wolna nie związana woda, w której następuje rozszerzenie zakresu hydratacji cementu. Z tych samych powodów może się również zwiększyć dyspersja ziarn cementu. Możliwe jest również kształtowanie się innej, niż w betonie zwykłym, struktury krystalicznej. Występowanie ww. zjawisk wymaga potwierdzenia w badaniach krystalograficznych, która są przygotowywane. Wyniki podobnych badań, przedstawionych w pracy [10], potwierdzają wpływ rewibracji na strukturę krystaliczną zaczynu cementowego w betonie zwykłym.

Zaobserwowany podczas badań wpływ rewibracji na przyrost wytrzymałości betonu w czasie, por. rys. 4.2, może być spowodowany różnymi czynnikami np. skurczeniem betonu, podobnie jak w betonach poddanych napierzeniu.

Zbliżone wyniki wpływu rewibracji uzyskano w pracy [5] dla lekkich betonów pumeksowych z dodatkiem popiołów lotnych.

## 6. UWAGI KOŃCOWE

Powyższe wyniki i rozważenia wskazują na możliwość stosowania rewibracji do zagęszczania lekkich betonów łupkoporytowych. Wydaje się, że może to dotyczyć wszystkich betonów lekkich z wyjątkiem gazobetonów. W wyniku rewibracji uzyskuje się polepszenie poprzednio wymienionych właściwości lekkiego betonu łupkoporytowego. Powoduje to z kolei poprawę innych właściwości betonu, takich jak: mrozoodporność, przesiąkliwość, szczelność itp., podobnie jak w betonie zwykłym.

Dyskusyjny może być wzrost, zresztą nieznaczny, pozornej gęstości betonu lekkiego, jednak mankament ten rekompensowany jest przez poprawę innych właściwości betonu. W rezultacie przewodność cieplna betonu może nie ulec zmianie. Należy dodać, że betony łupkoporytowe wyższych klas znajdują zastosowanie konstrukcyjne a nie izolacyjne.

Wpływ rewibracji na właściwości betonów lekkich wymaga jeszcze dalszych badań, jednak dotychczasowe badania pozwalają na sformułowanie wniosku, że rewibracja betonów lekkich jest możliwa i korzystna, obniżając zużycie cementu.

## LITERATURA

- [1] Roszak W., Kubiczek F.: *Technologie betonów z kruszyw lekkich*. Arkady, Warszawa 1979.
- [2] Robakowski M.: *Niektóre zagadnienia technologii betonów lekkich wysokich marek na kruszywie agloporytomowym z żupków przywęglowych*. Praca doktorska, Gliwice 1965.
- [3] Penno P., Ponikiewski S.: *Wpływ drgań podczas wiązania i twardnienia na właściwości betonu lekkiego i zwykłego*. Praca dyplomowa wykonana w Instytucie Konstrukcji Budowlanych Politechniki Śląskiej pod kierunkiem M. Węgrzyna, Gliwice 1983/84.
- [4] Kaźmierczak J.: *Wpływ rewibracji na wytrzymałość betonu*. Materiały III Konferencji Naukowej Instytutu Budownictwa Lądowego Akademii Techniczno-Rolniczej i Oddziału Wojewódzkiego PZITB w Bydgoszczy, 24/25. 11.1982.
- [5] Mikoś J., Wiecheć E.: *Wpływ opóźnionego betonowania i rewibracji na wytrzymałość pumeksoporytobetonów*. Przegląd Budowlany 6/1970.
- [6] Pudlik R.: *Podstawowe własności mechaniczno-reologiczne betonu z agloporytu żupkowego*. Praca doktorska, Gliwice 1965.
- [7] Węgrzyn M.: *Cechy dynamiczne i drgania elementów żupkoporytobetonowych*. Praca doktorska, Gliwice 1971.
- [8] Instrukcja ITB nr 236. *Instrukcja wykonywania żupkoporytobetonu*. Warszawa 1980.
- [9] PN-80/B-06263 *Beton lekki z porowatych kruszyw lekkich*.
- [10] Avram K.N., Paunesku M., Wojna N.Z.: *Nekatoryje waproxy powtornogo wibrirowaniya batona*. Beton i Żelzobeton, nr 1/1964.
- [11] Tichonov W.A., Bondar Ju.W.: *Wliyanie powtornoy vibracii i zmenenie struktury cementogo kamiya*. Beton i Żelzobeton, nr 10/1969.
- [12] Bonzel J., Schmidt M.: *Einfluss von Erschütterungen auf frischen und auf jungen Beton*. Düsseldorf, Beton, nr 9 und 10/1982.
- [13] Kasorzyk W., Kosteczka B.: *Wpływ drgań podczas wiązania i twardnienia betonu na jego właściwości*. Praca dyplomowa wykonana w Instytucie Konstrukcji Budowlanych Politechniki Śląskiej pod kierunkiem M. Węgrzyna, Gliwice 1982/83.

ВЛИЯНИЕ ПОВТОРНОЙ ВИБРАЦИИ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА  
ЛЕГКОГО АГЛОПОРИТОВОГО БЕТОНА

## Резюме

В работе представлено влияние повторной вибрации на некоторые свойства легкого аглопоритового бетона такие как: прочность на сжатие, видимая плотность и весовая намокаемость. В результате повторной вибрации получено улучшение вышеуказанных свойств бетона, а также возможность улучшения и других свойств легкого аглопоритового бетона.



INFLUENCE OF REVIBRATING FOR SOME PROPERTIES, OF LEIGHTWEIGHT CONCRETE WITH SINDERED AGGREGATE

Summary

In this paper the influence of revibrating for some properties of leightweight concrete with sindered aggregate (for example: compressive strength, apparent density and weight absorbability) is presented. As the result of revibrating improvement of these properties has been obtained. The improvement of others properties is also possible.

1. WSTĘP

W niniejszym artykule przedstawiono wpływ rewibracji na niektóre właściwości lekkiego betonu z agregatem sieniastym (na przykład: wytrzymałość, gęstość pozorną i pochłanianie wody). Wyniki badań wykazują, że rewibracja przyczynia się do poprawy tych właściwości. Możliwe jest również poprawienie innych właściwości.

W niniejszym artykule przedstawiono wpływ rewibracji na niektóre właściwości lekkiego betonu z agregatem sieniastym (na przykład: wytrzymałość, gęstość pozorną i pochłanianie wody). Wyniki badań wykazują, że rewibracja przyczynia się do poprawy tych właściwości. Możliwe jest również poprawienie innych właściwości.

$R_{pr} = R_{pr0} + \Delta R_{pr}$

$R_{pr} = R_{pr0} + \Delta R_{pr}$