

Janusz Szwabowski

WŁASNOŚCI MECHANICZNE ŁUPKOPORYTOWEJ
MASY BETONOWEJ ZAGĘSZCZONEJ METODĄ
"PRAS-BET"

Streszczenie. Przedstawiono wyniki badań granicy ścinania, kąta tarcia wewnętrznego i współczynnika tarcia o stal łupkoporytowej masy betonowej oraz wpływu ciśnienia prasującego na wymienione wielkości.

W technologii produkcji elementów prefabrykowanych "Pras-bet" zagęszczenie masy betonowej i formowanie elementu polega na prasowaniu z jednoczesnym próżniowaniem gorącej masy betonowej w formie - matrycy. Dla technicznej realizacji tego procesu konieczne jest określenie parcia masy betonowej na ściany formy w trakcie zagęszczania, w zależności od wymiarów elementu, rodzaju masy oraz wielkości i prędkości ciśnienia prasującego. Wymaga to wyznaczenia własności mechanicznych masy betonowej dla określonych wcześniej rodzajów mas oraz wielkości ciśnień, technologicznie optymalnych.

Opierając się na przeprowadzonych przez L'Hermite'a [1] i Desowa [2] badaniach, można przyjąć zgodnie z hipotezą Coulomba-Mohra, że mechaniczną zmianę stanu zagęszczonej masy betonowej opisuje równanie

$$\tau = \tau_0 + \delta \operatorname{tg} \varphi \quad (1)$$

Można zatem zagęszczoną masę betonową traktować jako ośrodek dwuparametrowy, którego mechaniczna zmiana stanu w trakcie zagęszczania jest zdeterminowana granicą ścinania (spójnością) τ_0 , kątem tarcia wewnętrznego φ , a wpływy zakłócające ściany i dna formy zależą od współ-

czynnika tarcia masy betonowej o materiał formy μ . Kąt tarcia wewnętrzznego oraz granica ścinania traktowane są tutaj jako stałe materiałowe. Dla zagęszczonej metodą "Pras-bet" masy betonowej, jako ciała sztywno plastycznego, wyznaczenie tych wielkości związane jest ściśle z graficzną interpretacją równania (1). Zakłada się przy tym nieodkształcalność ziarn kruszywa, czyli tarcie wewnętrzne i tarcie o ściany formy traktowane jest jako tarcie ciał sztywnych.

Dla wyznaczenia granicy ścinania, kąta tarcia wewnętrzznego i współczynnika tarcia o stal, zaprojektowano i wykonano badania czynnikowe, a jako czynniki przyjęto:

ciśnienie prasujące - 30, 60, 90, 120, 150, 180 kg/cm^2

rodzaj masy - "L", "L + P"

wysokość poziomu pomiaru w próbce - 4,0 i 12,0 cm.

Dla każdej kombinacji poziomów badanych czynników wykonano 4 powtórzenia.

Badanie wpływu prędkości prasowania na własności mechaniczne masy przeprowadzono w prostym układzie czynnikowym dla dwóch poziomów prędkości 15,5 i 0,42 mm/min .

Pomiary przeprowadzono metodą wywołania stałej prędkości odkształceń lub przemieszczeń i pomiaru sił działających w płaszczyźnie odkształcenia lub przemieszczenia, co umożliwia śledzenie zmian tych sił przy zmianie prędkości odkształceń lub poziomu pomiaru.

Jako urządzenie pomiarowe zastosowano aparat bezpośredniego ścinania AB-2 umożliwiający realizację ścinania dla sześciu różnych prędkości. Dla umożliwienia ścinania próbek cylindrycznych zmodyfikowano komorę prób, zmieniając komorę kwadratową stosowaną w tego typu aparatach na komorę cylindryczną pozwalającą na ścinanie próbek na dwu różnych wysokościach $G = 12,0 \text{ cm}$, $D = 4,0 \text{ cm}$.

Badania przeprowadzono dla dwóch rodzajów mas o podanych poniżej recepturach.

	Masa "I"	Masa "I + P"
Cement "350"	250 kg	270 kg
Żupkoporyt 0 ÷ 4	640 kg	330 kg
Żupkoporyt 4 ÷ 10	450 kg	610 kg
Piasek	-	290 kg
Pył dynamicowy	280 kg	235 kg
Woda	360 kg	310 kg

Przygotowanie próbek przebiegało wg następującego cyklu:

- przygotowanie masy zgodnie z recepturą,
- podgrzanie masy do temperatury 70°C przy pomocy elektronagrzewu,
- ułożenie masy w ciśnieniowej, podgrzewanej stalowej formie cylindrycznej o wymiarach $h = 16 \text{ cm}$, $d = 16 \text{ cm}$,
- zagęszczenie próbki metodą gorącego prasowania z próżniowaniem - $p = 0,9$,
- rozformowanie próbki i umieszczenie jej w komorze prób aparatu bezpośredniego ścinania.

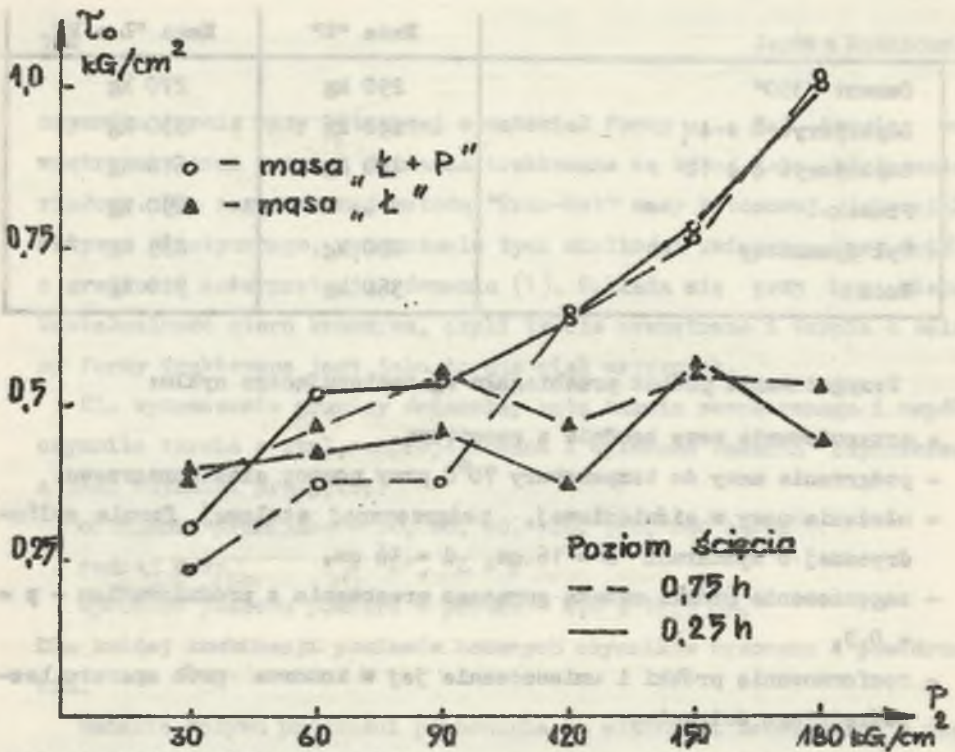
Tak przygotowane próbki poddawano ścinaniu mierząc wielkość granicznego oporu ścinania przy dwu różnych zadanych obciążeniach normalnych do płaszczyzny ścinania, aby wyznaczyć prostą Coulomba. Parametry prostej określono dla wszystkich kombinacji poziomów czynników.

Wyniki pomiarów τ_0 , $\text{tg } \phi$ i μ przedstawiono w postaci graficznej na rys. 1, 2, 3.

Dla określenia wpływu wzrostu ciśnienia prasującego, rodzaju masy i poziomu ścinania, na własności głównych wymienionych czynników posłużono się analizą czynnikową otrzymanych wyników pomiarów.

Rezultaty tej analizy przedstawiono w tabelicy 1.

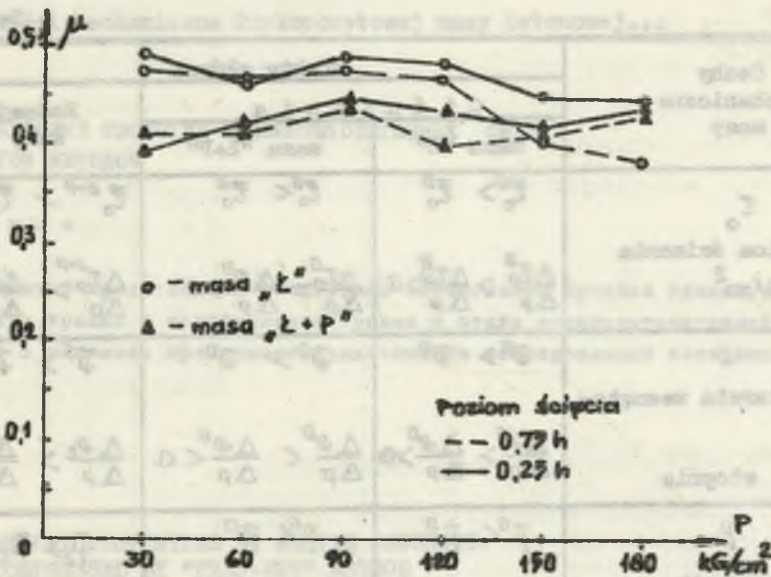
Przeprowadzona analiza czynnikowa wpływu zmian prędkości ścinania na opór ścinania wykazała, że dla masy I + P wpływu tego nie obserwuje się, natomiast dla masy "I" zmniejszenie prędkości o rząd wielkości wywołuje wzrost oporów ścinania średnio o 10%.



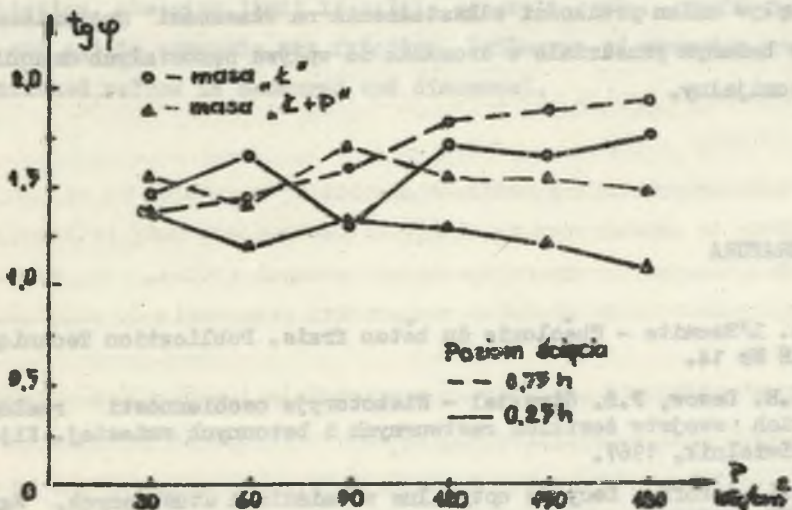
Rys. 1. Zależność granicy ścinania masy betonowej zagęszczonej metodą "Pras-bet" od ciśnienia prasującego

W oparciu o wyniki pomiarów i ich analizę można wyciągnąć następujące wnioski:

- 1) w badanym przedziale poziomów czynników obserwuje się wyraźny wpływ ciśnienia prasującego na właściwości mechaniczne masy betonowej;
- 2) wpływ ten jest różny po wysokości badanych próbek, co wskazuje na jego zależność od stosunku powierzchni prasowania do objętości elementu;
- 3) wzrost ciśnienia prasującego w przedziale 30-180 kg/cm² wywołuje:
 - silny wzrost granicy ścinania,
 - zmniejszenie się kąta tarcia wewnętrznego, w masie "I + P" zaś jego zwiększenie w masie "I",
 - zwiększenie się współczynnika tarcia o stal masy "I + P" zaś jego zmniejszenie dla masy "I",



Rys. 2. Zależność współczynnika tarcia o stal masy betonowej zagęszczonoj metodą "Pras-bet" od ciśnienia prasującego



Rys. 3. Zależność współczynnika tarcia wewnętrznej masy betonowej zagęszczonoj metodą "Pras-bet" od ciśnienia prasującego

Tablica 1

Cechy mechaniczne masy	Efekty główne		Rodzaju masy
	Ci ś n i e n i a		
	masa "I"	masa "I+P"	
τ_0 Granica ścinania kg/cm ²	$\bar{\tau}_0^G > \bar{\tau}_0^D$ $\frac{\Delta \tau_0^G}{\Delta \rho} > \frac{\Delta \tau_0^D}{\Delta \rho} > 0$	$\bar{\tau}_0^G < \bar{\tau}_0^D$ $\frac{\Delta \tau_0^G}{\Delta \rho} \approx \frac{\Delta \tau_0^D}{\Delta \rho} > 0$	$\bar{\tau}_0^{I+P} > \bar{\tau}_0^I$ $\frac{\Delta \tau_0^{I+P}}{\Delta \rho} > \frac{\Delta \tau_0^I}{\Delta \rho}$
φ Kąt tarcia wewnętrz- nego stopnie	$\bar{\varphi}^G > \bar{\varphi}^D$ $\frac{\Delta \varphi^G}{\Delta \rho} > \frac{\Delta \varphi^D}{\Delta \rho} > 0$	$\bar{\varphi}^G > \bar{\varphi}^D$ $\frac{\Delta \varphi^D}{\Delta \rho} < \frac{\Delta \varphi^G}{\Delta \rho} < 0$	$\bar{\varphi}^G > \bar{\varphi}^D$ $\frac{\Delta \varphi_t}{\Delta \rho} > \frac{\Delta \varphi_{t+P}}{\Delta \rho}$
μ Współczynnik tarcia stal	$\bar{\mu}^G < \bar{\mu}^D$ $\frac{\Delta \mu^G}{\Delta \rho} < \frac{\Delta \mu^D}{\Delta \rho} < 0$	$\bar{\mu}^G < \bar{\mu}^D$ $\frac{\Delta \mu^D}{\Delta \rho} > \frac{\Delta \mu^G}{\Delta \rho} > 0$	$\bar{\mu}_t > \bar{\mu}_{t+P}$ $\frac{\Delta \mu_{t+P}}{\Delta \rho} > \frac{\Delta \mu_t}{\Delta \rho}$

- 4) wpływ zmian prędkości odkształcenia na własności mechaniczne masy w badanym przedziale w stosunku do wpływu pozostałych czynników jest pomijalny.

LITERATURA

1. R. L'Hermite - Rheologie du beton frais. Publication Technique CERIL LH Nr 14.
2. A.E. Desow, F.B. Girsztel - Niekotoryje osobienności reologicznych i własności żelkich i betonnych mieszej. Kijów, i - diwielnik, 1967.
3. R.L. Ackoff - Decyzje optymalne w badaniach stosowanych. Warszawa, PWN, 1969.

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АГЛОПОРЫТОБЕТОННЫХ СМЕСИ
ОГУЩАЮЩЕЙ МЕТОДОМ**

Р е з ю м е

В статье представлены результаты исследований предела сдвига, угла внутреннего трения и коэффициента трения о сталь аглопорытобетонной — смеси, вместе с влиянием прессующего давления на исследованные величины.

**MECHANICAL PROPERTIES OF AGLITE CONCRETE
MIX COMPRESSED BY "PRAS-BET" METHOD**

S u m m a r y

In the paper are presented investigations on coefficient of internal friction, shearing limit in aglite concrete mix, coefficient of steel and aglite concrete mix friction. Influence of pressing pressure on mentioned values is measured and discussed.