

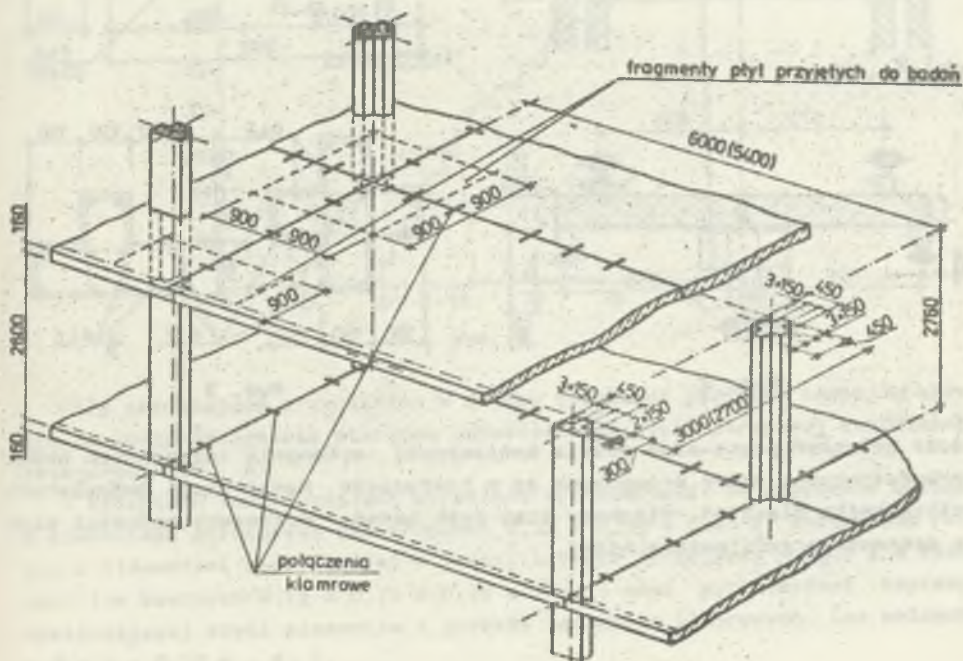
Józef BADURA

BADANIA NOŚNOŚCI NA ŚCINANIE PREFABRYKOWANYCH PŁYT  
STROPOWYCH PODPARTYCH W NAROZACH

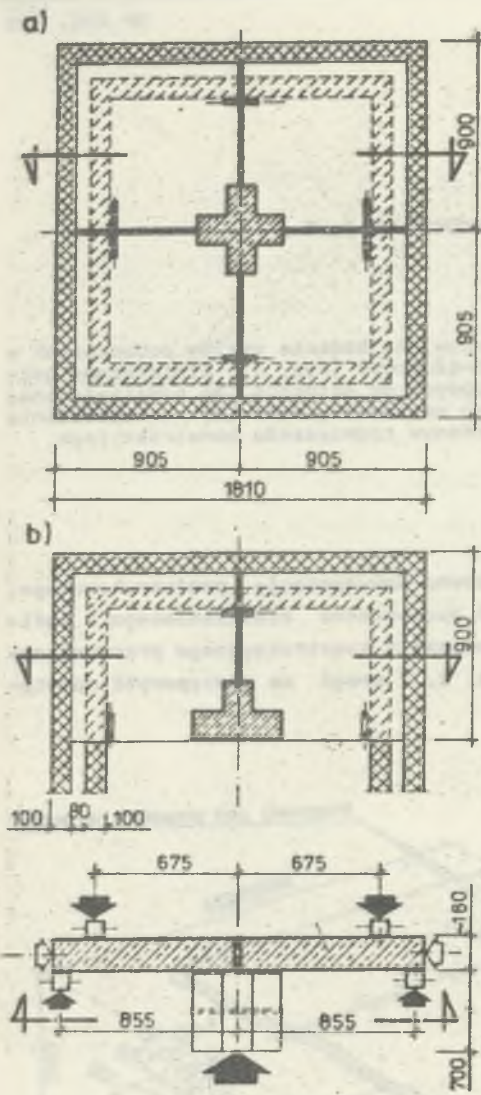
**Streszczenie.** W pracy przedstawiono badania węzłów podporowych w prefabrykowanym ustroju płytowo-słupowym (rys. 1). Stwierdzono belkowy charakter pracy płyt stropowych na ścinanie. Na podstawie analizy wyników badań zaproponowano empiryczny wzór (2) na obliczenie nośności strefy podporowej w badanym rozwiązaniu konstrukcyjnym.

1. WPROWADZENIE

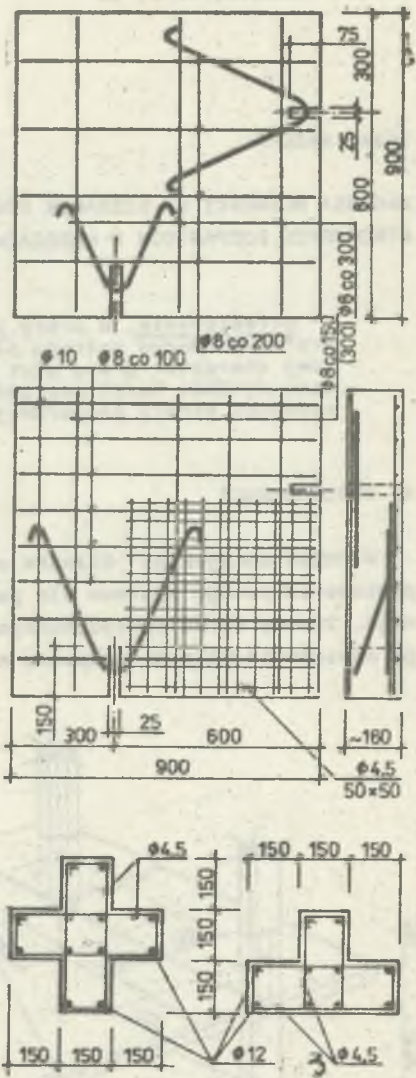
W "Miastoprojekcie" Gliwice opracowano dokumentację prefabrykowanego, płytowo-słupowego systemu dla potrzeb budownictwa mieszkaniowego i ogólnego. Ideowy obraz zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego przenoszącego obciążenia pionowe pokazano na rys. 1. Z uwagi na nietypowość rozwią-



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3

zenie połączeń płyta-słup zaszła konieczność wykonania stosownych badań sprawdzających, które prowadzone są w Instytucie Konstrukcji Budowlanych Politechniki Śląskiej. Pierwszy etap tych badań, dotyczący nośności płyt na ścinanie, przedstawiono niżej.

## 2. ZAKRES BADAŃ I MODELE BADAWCZE

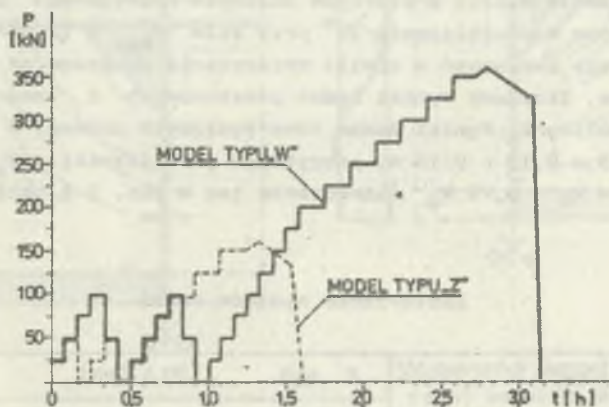
Badaniami objęto węzły wewnętrzna i skrajna. Przyjęte modele badawcze odwzorowywały w skali 1:1 sytuację występującą na najwyższej kondygnacji budynku. Szczegóły konstrukcyjne modeli wraz z układem sił w przyjętym schemacie badawczym przedstawiono na rys. 2. Zbrojenie elementów składowych modeli wykonano zgodnie z dokumentacją techniczną opracowaną dla budynku prototypowego (rys. 3).

Elementy stropowe wykonane zostały z betonu łupkoporytowego w technologii PRAS-BET, odcinki słupów z betonu żwirowego zagęszczanego przez wibrowanie.

Badano 3 modele węzła wewnętrznego (oznaczenie W) i 3 modele węzła skrajnego (oznaczenie Z), każdorazowo po 7 dniach od daty ich montażu.

## 3. PRZEBIEG BADAŃ

Cykl badawczy obejmował dwukrotne wstępne obciążenie modeli oraz badanie właściwe. Przykładowe harmonogramy obciążeń pokazano na rys. 4.



rys. 4

Siłę obciążającą przykładano w środku ciężkości podstawy słupa. Na każdym poziomie obciążenia mierzono odkształcenie płyty stropowej czujnikami zegarowymi ( $10^{-5}$  m).

W badaniach towarzyszących określano wytrzymałość na ściekanie betonu w elementach stropowych (na próbkach  $0,32 \times 0,29 \times 0,15$  m wykonanych razem z elementami podstawowymi w jednej matrycy formującej -  $R_{\beta}$ ) i w słupach (na kostkach  $0,15 \times 0,15 \times 0,15$  m -  $R_{\phi}$ ) oraz wytrzymałość zaprawy wypełniającej styki elementów i gniazda łączników kłamrowych (na walcach o  $\phi = h = 0,08$  m -  $R_{\phi}$ ).

## 4. WYNIKI BADAŃ

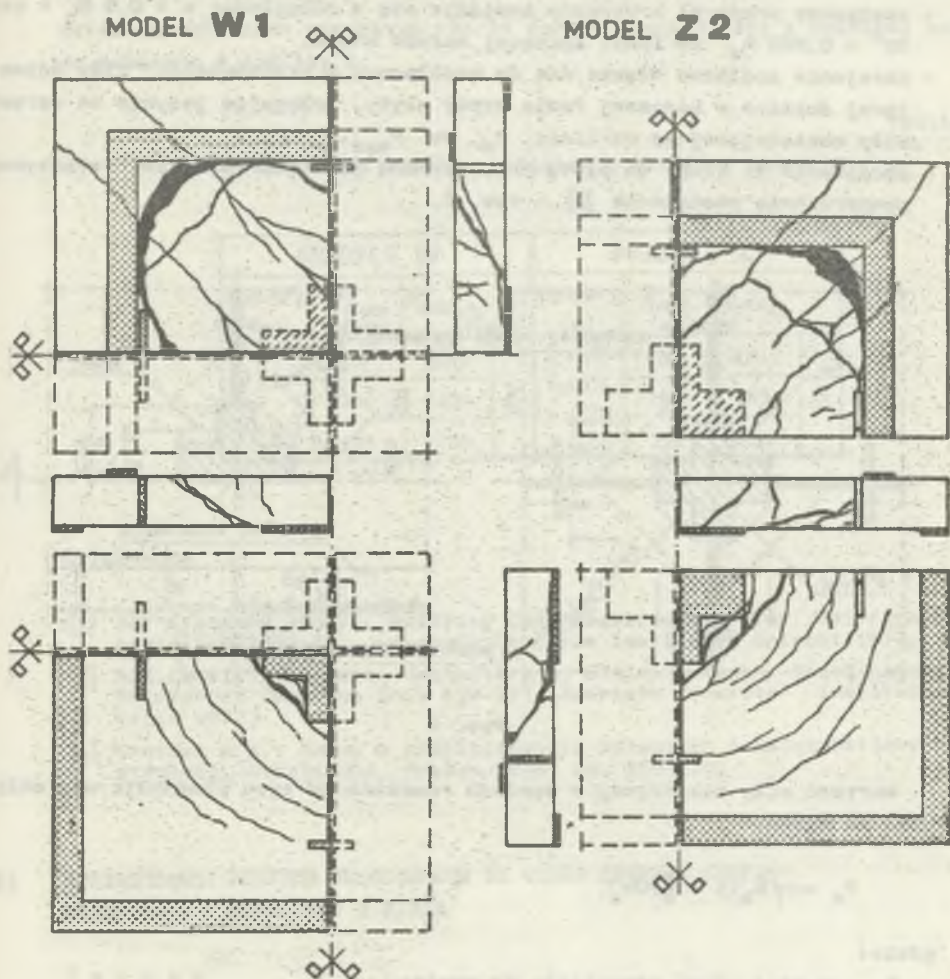
Zarysowania zaprawy w stykach elementów (na ich górnych powierzchniach) występowały przy sile  $P_z = (0,308-0,333)P_N$ , gdzie  $P_N$  jest obciążeniem niszczącym. Po wyraźnym oddzieleniu się od siebie elementów składowych płyty stropowej następowało ich zarysowanie. W modelach węzłów wewnętrznych (W) pierwsze rysy pojawiły się na górnych powierzchniach płyty, przy sile  $P_p = (0,692-0,750)P_N$ , biegnąc w przybliżeniu równoległe do przekątnych elementów składowych płyty. Przy dalszym wzroście siły do  $P_p = (0,753-0,975)P_N$  powstawały rysy na powierzchniach dolnych, rozpoczynające się na ogół w narożach gniazd, w których osadzono łączniki klamrowe. W modelach węzłów skrajnych (Z) w pierwszej kolejności powstały zarysowania na dolnych powierzchniach płyt przy sile  $P_p = (0,667-0,833)P_N$ , znacznie silniejsze od odpowiadających im zarysowań węzłów wewnętrznych (W). Rysy na górnej powierzchni pojawiły się przy  $P_p = (0,835-0,967)P_N$ . Proces niszczenia obu typów modeli charakteryzował się znacznym przyrostem odkształceń przy stałej wartości siły obciążającej, którą to wartość przyjęto traktować jako obciążenie niszczące  $P_N$ . W końcowym stadium obciążenia obserwowano chwilowe wzmocnienie badanych stref podporowych. Ostateczne zniszczenie następowało wzdłuż przekrojów ukośnych nachylanych do poziomu pod kątem wynoszącym w przybliżeniu  $30^\circ$  przy sile  $P_{max} = (1,02-1,12)P_N$ .

Typowe obrazy zarysowań w chwili zniszczenia pokazano na rys. 5. Charakterystyczne, liczbowe wyniki badań podstawowych i towarzyszących zestawiono w tabelicy 1. Wyniki badań towarzyszących podano w przeliczeniu na kostki  $0,15 \times 0,15 \times 0,15$  m, przyjmując przeliczniki:  $R_b = R_\phi = 1,205 R_\phi$  oraz  $R_b = R_\phi = 0,75 R_\phi$  (oznaczenie jak w poz. 3 i tabl. 1).

Tabela 1

Zestawienie wyników badań

TYP WĘZŁA	NR MODELU	ŚREDNIA WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE [MPa]			SIŁA [kN]							
		PŁYTY $\bar{R}_b$	SŁUPA $\bar{R}_b^s$	ZAPRAWY $\bar{R}_z$	STAN ZARYSOWANIA				STAN ZNISZCZENIA			
					$P_z$	śr.	$P_p$	śr.	$P_N$	śr.	$P_{max}$	śr.
w	1	48,3	24,5	7,2	100	100,0	225	225,0	300	316,7	308	341,0
	2	41,9	26,5	14,8	100		225		325		350	
	3	53,3	32,9	5,6	100		225		325		365	
z	1	46,9	24,5	3,2	50	50,0	125	116,7	160	153,3	163	162,0
	2	52,3	25,5	3,2	50		125		150		168	
	3	46,7	24,5	3,9	50		100		150		155	



Rys. 5

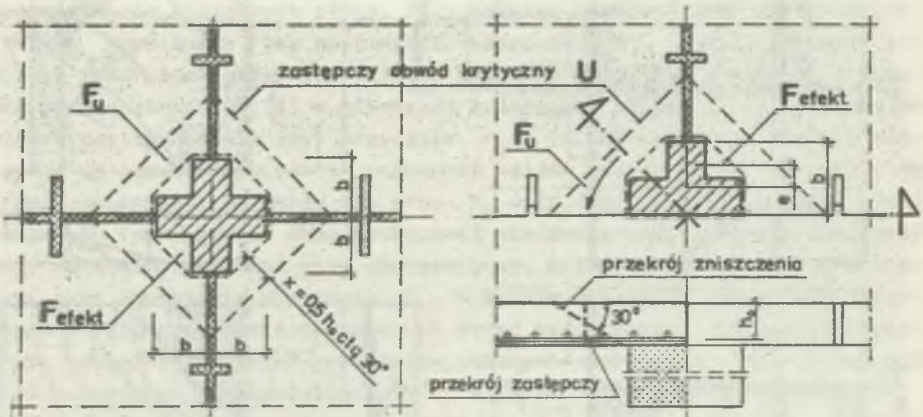
## 5. ANALIZA WYNIKÓW

Proces powstawania zarysowań dowodzi, że odmianna była praca płyt w modelach węzłów wewnętrznych (W) i skrajnych (Z), mimo że ostateczne obrazy zniszczeń są podobne (rys. 5). Charakter tych zniszczeń świadczy o tzw. belkowej pracy płyt na ścinanie [1].

Dla opisu stanu wyężenia płyt w strefie przypodporowej przyjęto uproszczony model (rys. 6), w którym założono, że:

- o granicznej nośności decyduje przede wszystkim główne naprężenia ścinające w betonie  $\tau_b = \alpha \sqrt{R_b}$ , gdzie  $\alpha = \beta \delta$ .

- zastępczy przekrój krytyczny znajduje się w odległości  $x = 0,5 h_0 \times \text{ctg } 30^\circ = 0,866 h_0$  od linii łączącej naroża słupa,
- zbrojenie podłużne włącza się do współpracy w przenoszeniu siły ściskającej dopiero w końcowej fazie pracy płyty, wpływając jedynie na wzrost siły obciążającej od wartości  $P_N$  do  $P_{\text{max}}$ ,
- obciążenie ze słupa na płytę przekazywane jest poprzez tzw. efektywną powierzchnię obciążenia [2] - rys. 6.



Rys. 6

Wartość siły niszczącej w węzłach rozważanego typu proponuje się obliczać ze wzoru:

$$P_N = \alpha \sqrt{R_b} \left(1 - \frac{e}{b}\right) U h_0 \quad (1)$$

gdzie:

- $b$  - wymiar słupa równoległy do wymiaru  $e$ ,
- $e$  - odległość między środkiem ciężkości efektywnej powierzchni obciążenia  $F_{\text{efekt}}$  a środkiem ciężkości powierzchni ograniczonej obwodem zastępczym  $F_U$  (rys. 6),
- $h_0$  - wysokość użyteczna płyty,
- $U$  - obwód zastępczy.

Przyjmując ze normy [1], że przy belkowym ścienieniu  $\tau_b = 2 \beta \sqrt{f_c}$  [Pa] =  $= 0,151 \beta \sqrt{R_b}$  [MPa] oraz wartość współczynnika korekcyjnego z uwagi na rodzaj betonu  $\beta = 0,8$  (wg normy [1] dla betonów lekkich  $\beta = 0,75-0,85$ , wg zaleceń [3] dla betonów na kruszywach porowatych  $\beta = 0,8$ ), zależność (1) przyjmuje następującą postać szczególną:

$$P_N = 0,121 \sqrt{R_b} \left(1 - \frac{e}{b}\right) U h_0 \quad (2)$$

Wartości obliczone powyższym wzorem dobrze zgadzają się z wynikami badań, co pokazano w tabelicy 2.

Tabelica 2

Porównanie wyników obliczeń z wynikami badań

MODELE W			MODELE Z		
wymiary [m]	$P_{Nobl.}$ [kN]	$P_{Nobl.}/P_{Nbad.}$	wymiary [m]	$P_{Nobl.}$ [kN]	$P_{Nobl.}/P_{Nbad.}$
$\bar{u} = 270$	316	1,052	$\bar{u} = 1,55$ $\bar{h}_0 = 0,14$	151	0,942
	304	0,934		159	1,062
$h = 0,14$	331	1,020	$\bar{e} = 0,05$	152	1,015

#### LITERATURA

- [1] ACI Standard 318-77. Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-77). American Concrete Institute, Detroit 1977.
- [2] ACI Committee Report, Commentary on Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-77). American Concrete Institute, Detroit 1977.
- [3] Gwozdew A.A.: Nowoe w proektirowanii betonnykh i zelezobetonnykh konstrukcij. Strojizdat, Moskwa 1978, se. 109-110.

#### ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НА СДВИГ СБОРНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ С ПОДПОРАМИ В УГЛАХ

#### Р е з ю м е

В статье представлены исследования подпорных узлов в сборной, плитно-колонной конструкции. Установлено балочный характер режима работы на сдвиг плит перекрытия. Путем обработки результатов опытов выведено формулу для расчета несущей способности подпорных зон в исследованной конструкции.

# SHEAR CAPACITY TESTS ON THE PRECAST FLOOR PANELS SUPPORTED IN THE CORNERS

## Summary

Test of the support joint capacity in the panel-column structure is described in the paper. The beam character of the panel shear transfer in zone of the floor-column joint has been found. The empirical formula for the calculation of the destruction force in enlaised structure has been proposed.



*[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]*

*[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]*

*[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]*

*[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]*

$$F_u = 0.45 F_{cu} b d$$