

Metoda oceny rozkładu masy, gęstości i wytrzymałości

Sposób na zmniejszenie odchylenia standardowego w procesie produkcji betonowych bloczków i kostki brukowej

Proces produkcji wibroprasowanych wyrobów betonowych jest zupełnie inny niż w przypadku elementów produkowanych z mieszanki betonowej o konsystencji ciekłej. W przypadku ciekłej mieszanki betonowej najważniejszym czynnikiem wpływającym bezpośrednio na jakość produkowanych wyrobów jest współczynnik wodno-cementowy (w/c), podczas gdy w przypadku wyrobów wibroprasowanych liczy się przede wszystkim ostateczna gęstość betonu po prawidłowym zagęszczeniu poprzez wibroprasowanie. Wynika to z tego, że ostateczna gęstość elementu betonowego zależy bezpośrednio od stopnia zagęszczenia mieszanki betonowej przez wibroprasę, co wpływa także na porowatość, nasiąkliwość, wytrzymałość i przepuszczalność betonu.

■ Idário D. Fernandez, Doutor Bloco, Brazylia ■

Badania przeprowadzone przez autora niniejszego artykułu dowiodły, że zależność między wytrzymałością na ściskanie, a wskaźnikiem w/c jest dla tych betonów do pewnego momentu odwrotna, co wynika z różnic w gęstości.

Ponadto, w wielu krajach, m. in. w Brazylii, odchylenie wytrzymałości od wartości średniej (czyli odchylenie standardowe) jest wykorzystywane do obliczania charakterystycznej wytrzymałości wyrobów. Do oceny jakości wibroprasowanych elementów betonowych mogą służyć również inne parametry, takie jak na przykład wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie, nasiąkliwość i ścieralność powierzchni. Wszystkie te parametry zależą w dużej mierze od gęstości mieszanki betonowej po zagęszczeniu, względnie od gęstości stwardniałego elementu betonowego.

Istnieje wiele innych czynników związanych z procesem produkcyjnym, wpływających na zmiany powyższych parametrów. Zmianę parametrów betonu, głównie wytrzymałości na ściskanie, powoduje na przykład zmiana współczynnika w/c podczas procesu dojrzewania, średnica ziaren kruszywa, rodzaj cementu, proporcje składników w momencie mieszania oraz skuteczność działania domieszek chemicznych.

Niemniej jednak wszystkie wymienione zmienne rzadziej ulegają wahaniom niż gęstość elementów po prawidłowym zagęszczeniu mieszanki betonowej. Do zmiany gęstości elementów betonowych może dochodzić przy każdym nowym zarobie mieszanki betonowej, jeśli nastąpią wahania w ilości dozowanej wody. Zmiany gęstości mogą również występować w ramach kolejnych cykli produkcyjnych z wykorzystaniem tego samego zarobu mieszanki betonowej, co może być spowodowane różnicą w poziomie napętnienia szuflady zasypowej.

W przypadku wahań w gęstości elementy wyprodukowane na tym samym podkładzie będą różniły się poziomem zagęszczenia – będą mniej lub bardziej zagęszczone w zależności od położenia na podkładzie (pośrodku lub z brzegu) na skutek różnego napętnienia gniazd formy. Kontrola gęstości elementów betonowych może być bardzo pomocna w zmniejszeniu odchylenia standardowego w procesie produkcyjnym i może przyczynić się do zwiększenia charakterystycznej wytrzymałości na ściskanie całej partii wyrobów.

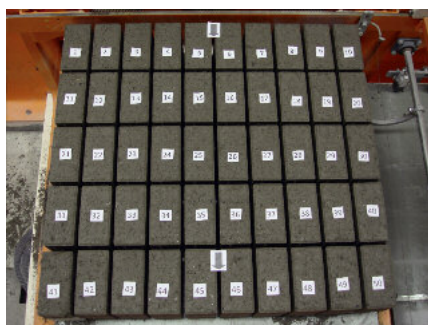
Najpopularniejszą ze stosowanych metod jest pomiar masy elementów przed procesem wibrowania i zagęszczenia oraz bezpośrednio po jego zakończeniu. Niemniej jednak dużo ważniejsze od kontroli gęsto-

Podkład 1				
3580	3508	3502	3445	3390
3588	3588	3490	3486	3398
3602	3585	3580	3499	3440
3650	3595	3565	3545	3490
3645	3608	3570	3554	3498
3661	3625	3588	3568	3500
3664	3618	3580	3580	3472
3659	3605	3591	3576	3477
3640	3601	3576	3535	3414
3636	3594	3555	3502	3406
3632,5	3592,7	3559,7	3529	3448,5
Maksimum	3664			
Minimum	3390			
Średnia	3552			

Arkusz kalkulacyjny w Excelu z danymi dotyczącymi podkładu.

ści jest stwierdzenie źródła odchylenia, gdyż znając ich przyczynę i skalę można dążyć do ich wyeliminowania. Pierwszym krokiem jest poznanie odchylenia standardowego, czyli stwierdzenie gdzie na podkładzie znajdują się najbardziej krytyczne elementy, czyli te, których gęstość najbardziej odbiega od średniej dla danego podkładu czy partii wyrobów.

W pierwszej kolejności należy sfotografować podkład wyjeżdżający z wibroprasy



Podkład z kostką brukową z lewej strony maszyny.

	Minimum		Średnia		Maksimum				
	3390		3552		3664				
	-5,0%	-3,8%	-2,5%	-1,3%	1,3%	2,5%	3,8%	5,0%	
	3375	3419	3464	3508	3597	3641	3686	3730	
	D	C	B	A	=< klasa => A		B	C	D
	Słabo zagęszczone				Silnie zagęszczone				

Arkusz kalkulacyjny w Excelu z kolorowymi oznaczeniami elementów.



■ Idário Fernandez jest technikiem budowlanym i inżynierem budownictwa z ponad 30-letnim doświadczeniem w produkcji cementu i kontroli jakości. Poprowadził w Brazylii i Ameryce Południowej ponad 250 kursów i wykładów na temat cementu i betonu oraz opublikował różne artykuły specjalistyczne poświęcone tematyce cementu. Jest autorem książek „Blocks and Pavers - Production and Quality Control” („Drobnowymiarowe elementy prefabrykowane i kostka brukowa - produkcja i kontrola jakości”) oraz „Concrete Tiles - Production and Quality Control” („Płytki betonowe - produkcja i kontrola jakości”). Idário Fernandes jest doradcą w zakresie technologii betonu oraz systemów budowlanych na bazie cementu. Specjalizuje się głównie w drobnowymiarowych elementach prefabrykowanych, kostce brukowej ząbającej się oraz wyrobach betonowych wykonywanych w technologii wibroprasowania. Jest dyrektorem technicznym w firmie Interblock Arfatos de Cimento. idariof@uol.com.br

i zidentyfikować elementy, np. od lewej do prawej lub od przodu do tyłu, co przedstawia rysunek 1.

Następnie można zaprojektować i wypełnić tabelę w Excelu odzwierciedlającą konfigurację elementów na podkładzie, tak jak ilustruje to poniższy przykład (rys. 2).

Dodatkowa kolumna służy do identyfikacji wartości odbiegających od średniej za pomocą różnych kolorów wypełnienia komórek zgodnie z przedstawionym przykładem. Tym sposobem można zidentyfikować elementy na podkładzie, które otrzymały za dużo lub za mało mieszanki betonowej w stosunku do średniej, przez co mają zawyżone lub zaniżone wartości masy i gęstości.

Pod adresem www.doutorbloco.com.br można pobrać przykład ułatwiający zaprojektowanie własnego arkusza kalkulacyjnego zgodny z konfiguracją elementów w podkładzie.

Pozwala to też rozpoznać elementy, które z powodu zbyt dużej ilości materiału blokują płytki dociskowe uniemożliwiając prawidłowe zagęszczenie elementów, które otrzymały najmniej mieszanki betonowej. W celu określenia przyczyny niejednorodnego napętniania gniazd formy można modyfikować proces produkcyjny poprzez regulację systemu przenośników, systemu rozprowadzania mieszanki betonowej w zasobniku i szuffladzie zasypowej, czasu pracy rusztu wstrząsającego i jego rozstawu, wysokości zgarniacza, częstotliwości i amplitudy drgań w różnych punktach podkładu, tak by wyrównać ilość mieszanki betonowej trafiającej do poszczególnych gniazd formy.

Odchylenia wynikające z wahań w ilości dozowanych składników

Jeśli odchylenie wynika z wahań w ilości dozowanych składników mieszanki, to można je łatwo rozpoznać po tym, że odchylenie w wytrzymałości na ściskanie nie idzie w parze ze zmianą gęstości, ale zmianą tekstury lub koloru, czyli wyglądu elementów betonowych. Najprostszą metodą kontroli jest porównanie całkowitej ilości składników pod koniec dnia roboczego (system sterowania zazwyczaj dostarcza takich informacji) z całkowitą masą wyprodukowanych elementów. Można to zrobić mnożąc liczbę wyprodukowanych elementów przez średnią masę elementu. Jeśli porównywane wartości nie są do siebie zbliżone, to należy poszukać przyczyny tej różnicy.

Odchylenia wynikające z wahań zawartości wody w mieszance betonowej

Inną możliwą przyczyną odchylenia standardowego jest zmiana zawartości wody w mieszance betonowej. W takim przypadku zaleca się instalację jednej z renomowanych sond wilgotności, np. Conductive, Hydronix lub Hydrostop, które umożliwiają rozwiązanie tego problemu. Jeśli nie ma możliwości wykorzystania sondy wilgotności lub ulegnie ona awarii, pionowe powierzchnie elementów można skontrolować pod kątem ewentualnych zacieków. Innym sposobem jest kontrola wzrokowa górnej powierzchni elementów w celu sprawdzenia czy powstaje tzw. efekt „pomarańczowej skórki”, który świadczy o prawidłowej zawartości wody i właściwym zagęszczeniu. ■

■ made
■ in
■ Germany

Rekers - to niezawodny partner dla zakresach przemysłu produkcji wyrobów betonowych w zakresie:
- wibroprasy, technika transportu i pakowania
- obiegi technologiczne do transportu rur i kręgów betonowych
- **wewnątrzzakładowy transport betonu**
- **obiegi technologiczne dla produkcji betonowych podkładów kolejowych**
- sterowanie węzłów betoniarskich oraz instalacji dozowania



REKERS GmbH
Maschinen- und Anlagenbau
Postfach 1165
D - 48478 Spelle
Tel. 05977/936-0
Fax 05977/936-250
www.rekers.de
info@reakers.de

Dr Andrzej Gontarz
Ścinawa 51
PL-55-200 Oława
Telefon/ Fax: +48 71 31 32 822
Mobil: +48 601 417875
andrzej.gontarz@neostrada.pl
gontarzd@aol.com