



Kruszywo z betonu

Ekologia, ekologia i jeszcze raz ekologia. Z takim stanem rzeczy mamy do czynienia w krajach wysoko rozwiniętych. Odzyskiwanie i ponowne wykorzystanie surowców wtórnych na świecie ma już pewną tradycję. Już na początku lat siedemdziesiątych w Japonii zaczęto interesować się problemem odzyskiwania i powtórnego wykorzystania materiałów pochodzących z rozbiórek obiektów budowlanych. Dlaczego jednak w Polsce najczęstszym sposobem „zagospodarowania” gruzu budowlanego jest składowisko?

W 2004 roku norma PN-86/B-06712 „Kruszywa mineralne do betonu” została zastąpiona przez zharmonizowaną normę PN EN 12620:2004 „Kruszywa do betonu”. W wyniku tego wprowadzony nowy podział kruszyw (rys. 1).

Istotną różnicą w stosunku do poprzedniej normy jest wprowadzenie kruszyw pochodzących z recyklingu, które stanowią bardzo ważny aspekt ze względu na ochronę środowiska. Zmiana ta otwiera nowe możliwości ponownego wykorzystania wytworzonego już w przeszłości betonu.

Początki i stan obecny

Pionierami w dziedzinie odzyskiwania i wtórnego wykorzystania gruzu betonowego są Japończycy. W 1971 roku rozpoczęto prace eksperymentalne dotyczące wykorzystania betonu z rozbiórki budyn-

ków, a już siedem lat później przekruszony beton był produktem handlowym [2].

Ilość gruzu betonowego powstającego podczas rozbiórki budynków rośnie. W 1980 roku suma odpadów w państwach Wspólnoty Europejskiej, Stanach Zjednoczonych i Japonii wynosiła 100 mln ton, a w 2000 roku łącznie na świecie oszacowano ją na około 1-1,2 mld ton [3]. W Europie budynki poddane rozbiórce składają się głównie z cegły i betonu (rys. 2).

Aby wykorzystać beton jako surowiec wtórny, należy już podczas rozbiórki budynku poddać go sortowaniu. Przysparza to pewnych problemów, ponieważ wymaga odpowiedniego zorganizowania prac. Nie można stosować tradycyjnego wyburzania, lecz stopniową rozbiórkę z jednoczesnym podziałem na różnego rodzaju materiały [2].

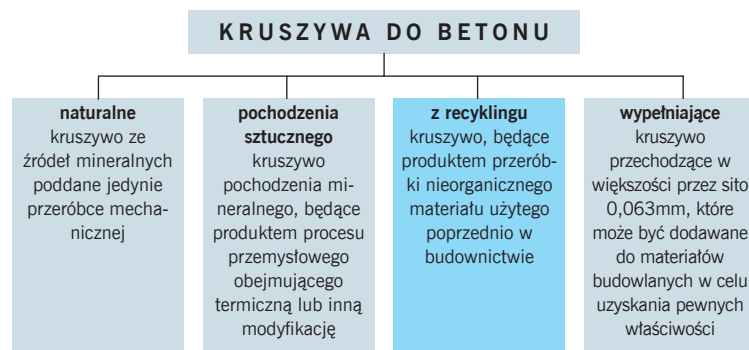
Tak przygotowany gruz betonowy, w celu powtórnego wykorzystania, należy rozdrobnić. Najczęściej do tego celu wykorzystywane są kruszarki. Ważne jest przy tym, aby uzyskać kruszywo o żądanych wymiarach, z jak najmniejszą ilością ziaren płaskich i o małej zawartości frakcji pylastych.

Wykorzystanie

Znając pochodzenie i podstawowe parametry mechaniczne tak przygotowany gruz betonowy można zagospodarować na kilka sposobów. Wśród nich można wyróżnić: rekultywację zdegradowanych terenów, jako podbudowę pod wykonanie nawierzchni drogowych, do utwardzania placów, jako warstwy ochronne uszczelnień w składowiskach odpadów komunalnych i przemysłowych, do budowy wałów przeciwpowodziowych. Można również wykorzystać go do produkcji materiałów budowlanych, ze szczególnym uwzględnieniem betonu. Przyczynia się to do zmniejszenia wykorzystania naturalnych kruszyw, których zasoby na całym świecie są ograniczone.

W latach dziewięćdziesiątych podczas rekonstrukcji odcinka autostrady Salzburg – Wiedeń wykorzystano stary beton zabudowany na tej drodze w latach 1938 do 1940 oraz 1955 do 1969. Charakteryzo-

Rys. 1. Podział kruszyw wg PN EN 12620:2004 [1]



wał się wytrzymałością na ściskanie przewyższającą 70 MPa. Po rozdrobnieniu rozfrakcjonowano go na trzy uziarnienia: 0÷4 mm, 8÷16 mm i 16÷32 mm. Frakcje drobne (0÷4 mm) wykorzystano do wykonania podbudowy, a resztę przeznaczono do zrobienia betonu klasy B35.

Polska może również poszczycić się drogą betonową, w której podczas budowy wykorzystano stary beton, pochodzący z nawierzchni. W 1994 roku w trakcie modernizacji autostrady A-18 na odcinku Golinice – Krzywa do wykonania pobocza i jednej warstwy nawierzchni betonowej zastosowano kruszywo pochodzące z recyklingu. Po blisko 12 latach droga jest w bardzo dobrym stanie i nadal można po niej bezpiecznie i komfortowo podróżować.

Beton wykonany z betonu

Podczas produkcji betonu mamy do dyspozycji różne materiały. Tylko od nas zależy, czy wykorzystamy tylko i wyłącznie surowce naturalne, czy choć w części zastąpimy je „odpadami”, które można ponownie wykorzystać. W tej sytuacji należy sobie zadać pytanie: czy zawsze i w jakiej ilości możemy zastąpić kruszywo naturalne gruzem betonowym przy produkcji betonu? Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta i wymaga dość obszernego komentarza. W oparciu o wyniki badań kilku autorów [2, 4] można stwierdzić, że jest możliwe wykorzystanie gruzu betonowego z dużym powodzeniem we wszystkich betonach. W Holandii, państwie, które ma bardzo ograniczone zasoby kruszyw naturalnych, w latach 90. został wprowadzony obowiązek stosowania wtórnego kruszywa grubego w ilości co najmniej 20% do mieszanek betonowych [5].

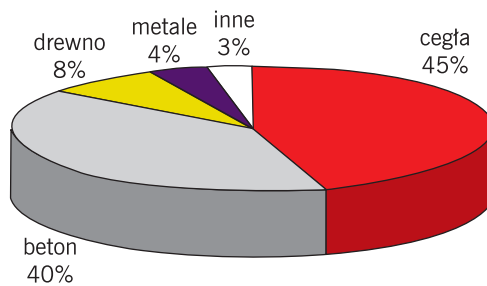
Jednoznacznie udowodniono, że nie należy stosować rozdrobnionego betonu o frakcjach 0÷4 mm ze względu na wysoką wodoodporność tych kruszyw, jak również w konsekwencji mniejsze wytrzymałości na ściskanie takiego betonu (spadek o 35÷50% w porównaniu z betonem wykonanym na kruszywach naturalnych) [2].

Zastosowanie kruszyw grubych z recykliczowanego betonu nie wpływa aż tak negatywnie. Wprawdzie następuje spadek parametrów fizykochemicznych betonu, lecz nie jest on tak wielki. W porównaniu do betonów wykonanych na kruszywach naturalnych obserwuje się [2]:

- spadek wytrzymałości na ściskanie (10÷30%)
- niższą wytrzymałość na rozciąganie (10%)
- mniejszy współczynnik sprężystości (10÷40%)
- większy skurcz (55%)
- szybszą utratę urabialności świeżej mieszanki betonowej
- nieznacznie szybszy proces karbonatyzacji (10%).

Tak duże rozbieżności mogą być wynikiem wykorzystania w badaniach przekruszonego betonu pochodzącego z różnych źródeł o zróżnicowanej jakości. Niemniej jednak zastępując całkowicie kruszywo naturalne kruszywem z recyklingu można otrzymywać betony wysokowartościowe, których wytrzymałości sięgają nawet 90 MPa (po dodaniu pyłu krzemionkowego i superplastyfikatora).

Pogorszeniu nie ulega mrozoodporność, a nawet w niektórych przypadkach można poprawić tę cechę [2, 4]. Badania zagraniczne [6, 7] wykazują, że świeżo przekruszony beton wysokiej jakości, z dużym udziałem zaczynu cementowego, jest kru-



Rys. 2. Procentowy udział głównych materiałów w rozbiernych budynkach [3]

szym w pewnym stopniu aktywnym, gdyż odstąpienie przełamy betonu umożliwia reakcję faz klinkierowych na powierzchni ziarn.

Przedstawione powyżej cechy betonu dotyczą całkowitego zastąpienia kruszywa naturalnego rozdrobnionym betonem. W przypadku gdy wprowadzimy tylko część kruszywa grubego z recyklingu do betonu, na przykład 10÷30%, możemy się spodziewać, że ostatecznie uzyskamy beton o parametrach wyjściowych bardzo zbliżonych do właściwości betonu opartego jedynie o kruszywo naturalne.

W Polsce zasoby kruszyw naturalnych są ograniczone. Zdarzają się przypadki, że musimy importować kruszywo z innych krajów. Dlaczego więc nie wykorzystywać do produkcji betonu kruszywa z betonu? Poprzez takie działanie przyczyniamy się do ochrony środowiska, redukując wykorzystanie zasobów, jakimi obdarzyła nas Matka Natura. Zapobiegamy powstawaniu składowisk odpadów, a powstałe w ten sposób tereny możemy zagospodarować na inne cele.

mgr inż. Grzegorz Kijowski

Literatura:

- 1 PN EN 12620:2004 „Kruszywa do betonu”
- 2 A. Kliszczewicz, *Betony wysokowartościowe na kruszywach wtórnych*, Konferencja Dni Betonu 2002, s. 69-90
- 3 E.K. Lauritzen, *Goals and Barriers to Recycling of Concrete and Masonry*. 2nd International Conference on „Fracture and Damage of Concrete and Rock”, Vienna, Austria, 9-13 Nov. 1992, E and FN SPON, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras 1993, s. 269-283
- 4 Matthias Maultzsch, *Wykorzystanie przetworzonego gruzu budowlanego – przyczynek do zrównoważonego rozwoju technologii betonu*. Konferencja Dni Betonu 2002, s. 621-640
- 5 S. Alexander, *Precast Concrete Construction Seen From an Ecological Point of View*. Proc. FIB Symposium 1997 The Concrete Way to Development, Johannesburg, 9-12 March 1997; Vol. 3, s. 901-907
- 6 R. Cava, D. Gallo, G. Spadea, G. Frigione, *Recycled Aggregates with Fly-Ash: An Ecological and Energy Saving Concrete*. 2nd International Conference on “Fracture and Damage of Concrete and Rock”, Vienna, Austria, 9-13 Nov. 1992, E and FN SPON, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras 1993, s. 284-291
- 7 *Demolition and Reuse of Concrete and Masonry*. 2nd International Symposium held by RILEM org. by the Building Research Institute, Ministry of Construction, Japan and co-organized by Nihon University, Tokyo, Japan, 7-11 November, 1988, Chapman and Hall, USA, London, New York 1988, s. 774