

Stal zbrojeniowa

wymagania norm budowlanych a zakładowa kontrola produkcji

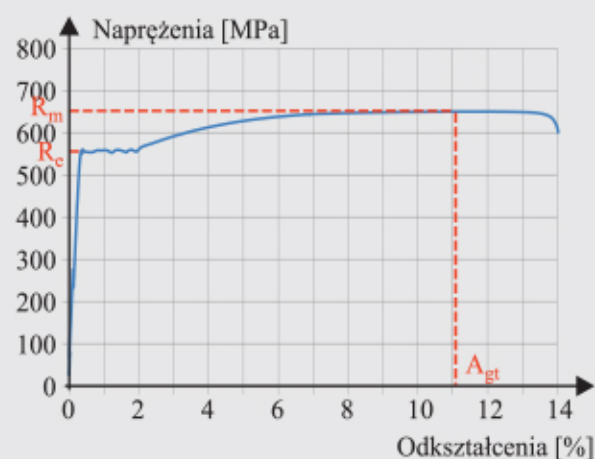
Przyjmuje się, że deklarowane przez producentów parametry wytrzymałościowo-odkształceniowe stali zbrojeniowej, uzyskiwane na podstawie długoterminowej kontroli produkcji, spełniają wymagania norm budowlanych. Charakter rozkładu ich wartości, uzyskanych w przypadku stali EPSTAL, dowodzi, że słusznie.

Najbardziej istotnymi z punktu widzenia pracy konstrukcji właściwościami stali stosowanej do zbrojenia betonu są cechy wytrzymałościowe i odkształceniowe. Decydując o wyborze gatunku i klasy stali zbrojeniowej, projektant powinien zwracać uwagę przede wszystkim na jej charakterystyczną granicę plastyczności f_{yk} (lub $f_{0,2k}$ w przypadku stali o małej ciągliwości – umowną granicę plastyczności, równą naprężeniu, przy którym odkształcenie trwałe próbki wynosi 0,2%), wytrzymałość na rozciąganie f_t oraz wydłużenie procentowe próbki pod największym obciążeniem ε_{uk} . Eurokod 2 (EC2) podaje również, jako jeden z parametrów decydujących o przydatności stali zbrojeniowej, stosunek charakterystycznych wartości wytrzymałości na rozciąganie do granicy plastyczności $k = f_{tk}/f_{yk}$. Wartości tych parametrów, podane w załączniku C do EC2, są wartościami charakterystycznymi – norma dopuszcza pewien procent gorszych wyników: w przypadku f_{yk} jest to 5%, zaś k oraz ε_{uk} 10%. Oznacza to, że odpowiednio 95% i 90% próbek z badanej serii powinno spełniać wymagania określone w EC2.

Wymienione wymagania dotyczące stali zbrojeniowej zawarte w EC2 oraz innych normach do projektowania konstrukcji, w praktyce stykają się z przedstawionymi w normach metalurgicznych, które zgoła inaczej definiują najważniejsze cechy stali. Otóż w tzw. normach produktowych dotyczących stali zbrojeniowej stosuje się następujące symbole: R_e – granica plastyczności, R_m – wytrzymałość na rozciąganie oraz A_{gt} – procentowe wydłużenie próbki pod obciążeniem maksymalnym (rysunek 1). Zasadnicza różnica pomiędzy tymi oznaczeniami sprowadza się do

założenia, że R_e , R_m i A_{gt} odnoszą się do wartości określanych na podstawie długoterminowej kontroli jakości procesu produkcji prowadzonej przez wytwórcę, zaś f_{yk} , f_{yd} oraz ε_{uk} do właściwości pręta stosowanego w konstrukcji. Można więc powiedzieć, że producent stali porusza się w zbiorze innych pojęć niż projektant konstrukcji, a pomiędzy wymaganiami, do których dostosowuje się wytwórca, a tymi, które musi spełnić konstruktor, formalnie nie ma żadnego związku. Przyjmuje się jednak, że deklarowane przez hutę cechy stali można wprost przełożyć na użytek projektu budowlanego – granicę plastyczności R_e przyjmując jako charakterystyczną wartość granicy plastyczności f_{yk} . Czy słusznie?

Ocenę zgodności prętów żebrowanych i procesu ich produkcji z wymaganiami odpowiedniej normy produktowej (hutniczej) zwykle wykonuje się zgodnie z systemem 1+ (wg normy PN-EN 10080:2005), który wymaga od producenta prowadzenia wewnętrznej kontroli produkcji, wykonania przez niego uzupełniających badań próbek pobranych w zakładzie oraz poddania



Rys. 1. Wykres zależności naprężeń od odkształceń uzyskany w przypadku stali EPSTAL z oznaczonymi parametrami wytrzymałościowo-odkształceniowymi wg normy hutniczej

się kontroli notyfikowanej jednostki certyfikującej (wykonującej wstępne badania wyrobów, inspekcję zakładu, ciągły nadzór oraz – co wyróżnia system 1+ od pozostałych – badania sondazowe próbek pobranych w zakładzie, w obrocie lub na budowie). Wszystkie wymagania dotyczące właściwości wytrzymałościowo-odkształceniowych stali odnoszą się do długoterminowego poziomu jakości, co oznacza, że producent wykazuje ich spełnienie dopiero po zebraniu określonej w normie liczby wyników badań wytrzymałościowych i opracowaniu ich statystyki. W przypadku stali B500SP norma PN-H-93220:2006 wymaga zgromadzenia ok. 200 wyników lub wyników badań z sześciu miesięcy, przy czym badana jest przynajmniej jedna próbka na każde 30 ton wyprodukowanej stali i co najmniej trzy próbki na partię do badań. Na podstawie zebranych wyników wyliczana jest wartość średnia m , odchylenie standardowe s oraz sprawdzany warunek:

$$m - ks \geq C_v \text{ dla dolnej granicy } R_e, R_m/R_e \text{ i } A_{gt}$$

oraz

$$m + ks \leq C_v \text{ dla górnej granicy } R_m/R_e,$$

gdzie:
 k – współczynnik zależny od liczby badanych próbek;
 C_v – wartość charakterystyczna danego parametru (np. 500 MPa dla granicy plastyczności).

Wykazana w ten sposób przez producenta jakość stali zbrojeniowej nie oznacza jednoznacznie spełnienia wymagań określonych w normach budowlanych. W związku z tym Eurokod 2 zastrzega, że, aby można było uznać taką zgodność i przyjąć przy projektowaniu konstrukcji żelbetowych wartości deklarowane przez wytwórcę, wszystkie wyniki pojedynczych badań muszą spełniać wymagania dotyczące wartości charakterystycznych (np. granica plastyczności R_e co najmniej 500 MPa), a wartość średnia z próby powinna spełniać warunek: