

5.1. Zjawisko zmęczenia korozyjnego w mostach stalowych

Zjawisko korozji, jego procesy oraz zależności od właściwości fizykochemicznych korodowanego materiału i środowiska, w jakim zachodzi, a także zagadnienia związane z ochroną antykorozyjną, są tematem licznych prac badawczych. Stosunkowo jednak niewiele jest opracowań zajmujących się zagadnieniem wpływu korozji na wytrzymałość budowli, szczególnie w zakresie jej wpływu na wytrzymałość zmęczeniową materiału budowlanego (w tym stali mostowych).

Co więcej, mimo wstępnego rozpoznania dotyczącego wpływu wżerów korozyjnych na zmęczenie stali konstrukcyjnych i stwierdzenie istotnego wpływu tych karbów na obniżenie się wytrzymałości zmęczeniowej nie wprowadzono dotychczas odpowiednich współczynników w większości normatywów dotyczących projektowania mostów stalowych na świecie, które uwzględniałyby ten negatywny wpływ. Jest to istotne, gdyż wiąże się to z poziomem bezpieczeństwa również konstrukcji mostów stalowych, które poddane są w szczególny sposób zjawisku zmęczenia. Może to wynikać z faktu, że w odróżnieniu od wpływu korozji na nośność doraźną – opisaną w rozdziale 4, wpływ korozji na nośność zmęczeniową jest zjawiskiem względnie mało rozpoznanym. Jedną z przyczyn tego stanu rzeczy jest konieczność wykonania długotrwałych i pracochłonnych, a przy tym kosztownych, badań przy wielu zmiennych parametrach dużych populacji próbek. Istotna jest przy tym jednoznaczna identyfikacja zmian korozyjnych próbek będących przedmiotem analiz.

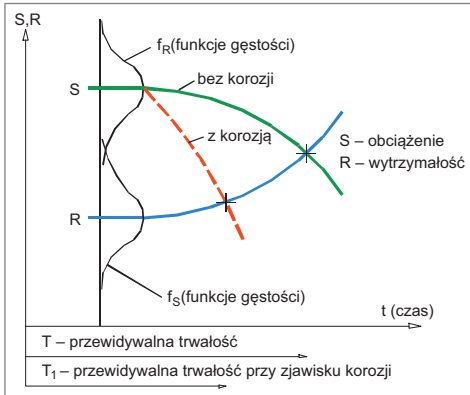
Jak opisano w podrozdziale 4.1, z praktyki inżynierskiej wynika, że korozja w mostach stalowych ma najczęściej charakter punktowy, następnie plamowy, a w warunkach ekstremalnych – wżerowy. Tym samym wpływa to w wyraźny sposób na wytrzymałość zmęczeniową elementów konstrukcyjnych, co opisano w dalszej części tego podrozdziału. Utworzone w wyniku procesu korozyjnego mikrokarby obniżają wytrzymałość zmęczeniową elementów i często są ogniskami pęknięć zmęczeniowych.

Szkodliwość działania korozji ulega znacznemu spotęgowaniu w przypadku działania zmiennych naprężeń, korozja zaś na ogół ułatwia proces zmęczenia. Tym samym zjawisko zmęczenia jest ściśle związane z procesem korozji, jego postaciami i przebiegiem [5.43]. Stąd przy ocenie trwałości mostów stalowych wpływ korozji należy uwzględnić razem z wpływem wytrzymałości zmęczeniowej, na co wskazują dotychczasowe nieliczne badania [5.1], [5.2] podkreślające istotny wpływ korozji na nośność zmęczeniową konstrukcji stalowych. Obrazowo wpływ ten ilustruje rys. 5.1.

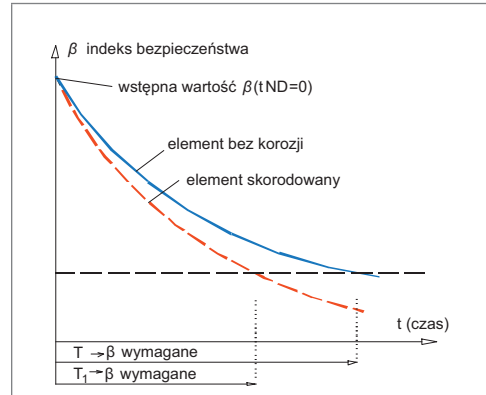
Dodatkowo, zmęczenie w przypadku korozji w znacznym stopniu zwiększa prawdopodobieństwo zniszczenia w stosunku do samego zmęczenia. Niezawodność zmęczeniowa może być oszacowana probabilistycznie metodą Hosofera-Linda, w której wielkości statystyczne zmieniają się w czasie, co wiąże się też ze zmianą indeksu bezpieczeństwa β . Zależności te związane z korozją zostały zamieszczone na rys. 5.2.

Rezultaty prac badawczych [5.38] wskazują, że po kilkudziesięciu latach użytkowania indeks bezpieczeństwa β może obniżyć się poniżej wymaganej wartości.

Zmniejszenie nośności zmęczeniowej mostów stalowych na skutek korozji występuje głównie w dwóch aspektach. Pierwszy aspekt, podobnie jak w przypadku nośności doraźnej, dotyczy wpływu korozji na ogólny ubytek przekroju elementów stalowych, a co za tym idzie ogólne zwiększenie naprężeń w przekroju. Drugi aspekt dotyczy wpływu



Rys. 5.1. Ilustracja graficzna wpływu korozji na zmęczenie stalowych elementów konstrukcyjnych [5.39]



Rys. 5.2. Ilustracja graficzna zależności niezawodności i trwałości przy zmęczeniu korozyjnym [5.39]

wzrów korozyjnych, które lokalnie w tych miejscach przekroju potęgują amplitudę naprężeń w elementach stalowych mostu [5.38], [5.39] przy równocześnie występujących obciążeniach cyklicznych. Wpływ korozji na wytrzymałość zmęczeniową stali obserwuje się we wszystkich elementach stalowych konstrukcji obiektów mostowych. Szczególnie ma to istotne znaczenie w przypadku elementów nośnych (pierwszorzędnych) – poddanych oddziaływaniom długotrwałym cyklicznie zmiennym. Techniczne i praktyczne znaczenie opisywanego zjawiska wpływu wżerów korozyjnych na nośność zmęczeniową obrazuje przykład dźwigara stalowego eksploatowanego mostu stalowego z uszkodzoną punktowo powłoką malarską, pokazany na rys. 5.3. Eksploatacja elementów w takim stanie technicznym prowadzi do powstawania wżeru korozyjnego. Powoduje to redukcję nośności zmęczeniowej elementu konstrukcyjnego – dźwigara, będącego w eksploatacji obiektu mostowego.



Rys. 5.3. Przykład dźwigara stalowego eksploatowanego mostu stalowego z uszkodzoną punktowo powłoką malarską powodującą powstawanie korozji wżerowej stali konstrukcyjnej