



Diagnostyka obiektów budowlanych w ujęciu geotechnicznym

Dr hab. inż. Jerzy Sękowski, prof. Pol. Śl., Katedra Geotechniki i Dróg, Politechnika Śląska, Gliwice

1. Wprowadzenie

Punktem wyjścia dla podjęcia prac naprawczych obiektów budowlanych powinna być poprawnie wykonana diagnoza ich stanu technicznego.

Diagnozowanie obiektów budowlanych w ujęciu geotechnicznym polega na rejestracji i analizie zachowań obiektów, mających swoją przyczynę w obszarze rozpoznawanym przez geotechników. Są nimi m.in. charakterystyczne uszkodzenia budowli i zachowanie najbliższego otoczenia.

W artykule autor przybliży problematykę diagnozowania obiektów od strony geotechnicznej, koncentrując się w szczególności na przedstawieniu metodyki diagnozowania i omówieniu poszczególnych jej etapów. Wskazane zostaną również sposoby zabezpieczenia uszkodzonych obiektów z tytułu wpływów geotechnicznych.

2. Metodyka diagnostyki

Oceny stanu technicznego dokonują rzeczoznawcy, zwykle różnych specjalności, co uwarunkowane jest charakterem i funkcją obiektu.

Istotną obok wiedzy i umiejętności rzeczoznawcy jest metodyka prowadzonej oceny, przez którą [za 2] rozumie się zbiór zasad i sposobów jej wykonywania, ukierunkowanej na osiągnięcie określonego celu. A celem tym jest rozpoznawanie, na podstawie charakterystycznych objawów, przyczyn zaistniałych uszkodzeń lub awarii obiektu – czyli diagnostyka [2] obiektu.

Tym samym metodyka diagnostyki jest postępowaniem prowadzonym według określonych zasad w celu rozpoznawania przyczyn zaistniałych uszkodzeń obiektu zakończonym opinią lub ekspertyzą techniczną, zawierającą ocenę stanu technicznego diagnozowanego obiektu.

2.1. Koncepcja postępowania

Najbardziej istotnym powodem oceny stanu technicznego obiektu są jego uszkodzenia (rys. 1).

W przekonaniu autora postępowanie zmierzające do zdiagnozowania stanu technicznego obiektu powinno obejmować następujące etapy:

1. wizję lokalną,
2. analizę dostępnej dokumentacji,
3. badania kontrolne,



Rys. 1. Przykład uszkodzonego obiektu (zdjęcie autora)

4. analizę wyników przeprowadzonych badań,
5. obliczenia,
6. wnioski końcowe i zalecenia (projekt).

2.2. Etapy postępowania

Wizja lokalna powinna być nieodłącznym elementem realizowanej pracy. W kontekście tematyki poruszanej w artykule szczególnie istotne są obserwacje ukierunkowane na charakterystyczne dla czynników geotechnicznych uszkodzenia obiektu i jego elementów oraz zachowanie najbliższego otoczenia. Mogą nimi być w przypadku:

- obiektu – zarysowania, pęknięcia, przechylenia, zniszczenie, zawilgocenia (rys. 2),
- posadzek – pęknięcia, wybrzuszenia (rys. 3),
- skarp i nasypów – lokalna utrata stateczności (rys. 4), erozja, sufozja,
- murów i ścian oporowych – przesuw, przechylenie (rys. 5).

Podczas wizji lokalnej należy zwrócić uwagę na roślinność znajdującą się w otoczeniu obiektu, oraz występowanie cieków i oczek wodnych, a także rodzaj zabudowy. Wyniki



Rys. 2. Przykład zawilgoconej piwnicy (zdjęcie Z. Pająk)



Rys. 3. Przykład wybruszenia posadzki (zdjęcie autora)



Rys. 4. Przykład utraty stateczności skarpy (zdjęcie autora)



Rys. 5. Przykład uszkodzonej ścianki oporowej (zdjęcie S. Kwiecień)

przeprowadzonej wizji lokalnej i ich analiza stanowią istotny materiał do sformułowania wstępnych wniosków.

Analiza dostępnej dokumentacji (m.in. budowlanej i geotechnicznej) jest kolejnym, bardzo ważnym, etapem diagnozowania uszkodzonego obiektu. Analiza ta, uzupełniona wynikami wizji lokalnej, pozwala niejednokrotnie na zdefiniowanie przyczyny zaistniałych uszkodzeń oraz przedstawienia propozycji ich wyeliminowania i naprawy. W wielu jednak przypadkach dostęp do dokumentacji jest utrudniony, ze względu na jej brak lub nieaktualność.

Przeprowadzenie **dodatkowych badań geotechnicznych** uwarunkowane jest zwykle brakiem określonych informacji. Badania mogą mieć charakter kontrolny lub uzupełniający, zarówno w odniesieniu do fundamentu jak i podłoża. Celem badań geotechnicznych jest rozpoznanie podłoża i geotechnicznych warunków posadowienia obiektu, co można uzyskać m.in. wykonując odkrywki fundamentowe, wiercenia, sondowania, badania geofizyczne, pomiary inklinometryczne, obserwacje lustra wody (piezometry), monitorowanie obiektu i otoczenia (obserwacje geodezyjne), a także badania laboratoryjne pobranych próbek gruntów i wody gruntowej.

Uzyskane wyniki umożliwiają szczegółową **analizę problemu** i wykonanie **obliczeń numerycznych** . Celem obliczeń jest porównanie stanu istniejącego z wymaganiami właściwych norm (np. [5]) lub z warunkami ustalonymi przez projektanta.

Efektym końcowym przedstawionego powyżej procesu diagnozowania obiektów budowlanych są propozycje napraw uszkodzeń jak i usunięcia źródła ich przyczyn, sformułowane w postaci: **wniosków, zaleceń lub wytycznych** . Wnioski z przeprowadzonych badań i obliczeń powinny być jasno sprecyzowane i zakończone propozycją w formie wytycznych w odniesieniu do zakresu napraw jak i prac eliminujących przyczyny zaistniałej sytuacji. Naturalnym elementem dalszych działań jest odpowiedni projekt, a w dalszej konsekwencji prace budowlane.

3. Zabezpieczenie uszkodzonych obiektów budowlanych

Źródłem problemów geotechnicznych w odniesieniu do istniejących obiektów są najczęściej:

spadek nośności fundamentów w wyniku starzenia tworzywa,

- rekonstrukcja obiektu,
- usytuowanie obiektu na skarpie lub zboczu,
- awaria systemu odwadniającego,
- brak izolacji podziemia,
- niekorzystne zmiany warunków hydrogeologicznych,
- inwazyjne roboty geotechniczne w sąsiedztwie,
- wpływy górnicze i oddziaływania parasejsmiczne,
- inne.



Udokumentowanie związku potencjalnych lub też zaistniałych uszkodzeń z przekroczeniem nośności podłoża lub jego nadmiernymi osiadaniem ukierunkowuje działania na wzmocnienie posadowienia obiektu, które można realizować przez [3]:

- wzmocnienia konstrukcji fundamentu,
- wzmocnienie gruntu znajdującego się pod fundamentami,
- przekazanie obciążeń z fundamentu poprzez dodatkowe elementy (pale, studnie) na głębiej położone nośne warstwy gruntów.

Przykładem pierwszej grupy są: poszerzenie, podbudowa, scalanie, odciążenie, wykonanie opasek i naprawa fundamentów [3].

Do drugiej grupy należy zaliczyć liczne metody polepszenia właściwości podłoża gruntowego proponowane przez współczesną geoinżynierię [4]. Niektóre z nich sprowadzają się do ulepszenia gruntu, inne do wykonania w uzdatnionym gruncie elementów o większej sztywności niż sam grunt. Spośród kilkudziesięciu stosowanych, przydatne okazują się m.in. metody, które wykorzystują mechanizm cementacji [2], w tym np. iniekcje klasyczne.

Istotą rozwiązań reprezentujących trzecią grupę metod wzmocnienia posadowienia obiektu jest przekazanie obciążeń z fundamentu na głębsze warstwy podłoża poprzez dodatkowe elementy, którymi są najczęściej pale lub kolumny wykonane w technologii iniekcji strumieniowej.

Zagrożeniem dla istniejących obiektów są ruchy masowe, do których zaliczamy: usuwiska skarp, spęzanie zboczy, obrywy skalne. Sprzyja im wydatnie woda gruntowa. Udokumentowany brak stateczności skarpy oznacza podjęcie różnorodnych działań, eliminujących istniejące zagrożenie. Do często stosowanych współcześnie rozwiązań zaliczyć należy: gwoździe, kotwy i pale oraz powierzchniowe zbrojenie skarp siatkami. Stosowane są ponadto rozwiązania zabezpieczające masyw przed infiltracją wód powierzchniowych i gruntowych (np. drenaże z odprowadzeniem wody poza zagrożony stok) (np. [6]).

Do najbardziej uciążliwych uszkodzeń obiektów budowlanych należy zaliczyć zawilgocenie ich ścian i piwnic. Przyczynami są najczęściej: brak lub degradacja zabezpieczeń przeciwwilgotnościowych, niewydolny lub uszkodzony drenaż, awaria systemu odwadniającego, zmiana warunków wodnych, gwałtowny napływ wody opadowej. Zawilgoceniu obiektu sprzyja również nieszczelny system zbierania i odprowadzania wód opadowych z obiektu oraz z jego otoczenia. Woda infiltrująca w podłoże może również powodować lokalne wymywanie gruntu, pogarszając geotechniczne warunki posadowienia obiektu. Identyfikacja, podobnie jak naprawa tego typu uszkodzeń, jest trudna, zwłaszcza że skutki negatywnego oddziaływania wody na obiekt budowlany mogą się objawić po pewnym czasie. Prace naprawcze powinny zmierzać w ogólności do ustabilizowania wspomnianych warunków. Można to osiągnąć m.in. poprzez wykonanie izolacji przeciwwodnych, drenażu i odpowiednie ukształtowanie terenu.

Wykonywanie głębokich wykopów, zwłaszcza w sąsiedztwie istniejących obiektów wymaga odpowiednich zabezpieczeń

(palisady, ścianki szczelne, obudowy), a przy wysokim poziomie wód gruntowych także doraźnego odwodnienia. Skutki błędnego rozwiązania tego problemu mogą mieć bardzo poważne następstwa (przemieszczenie obudowy, zalanie wykopu, uszkodzenia obiektu). W takich przypadkach podstawą właściwie sporządzonego projektu jest więc bardzo staranne rozpoznanie podłoża, w tym warunków wodnych.

Wpływy sejsmiczne jak i wstrząsy towarzyszące: pracom wyburzeniowym, wykonywaniu ścian szczelinowych, pali i kolumn kamiennych lub formowaniu nasypów budowlanych są również przyczyną uszkodzeń, w szczególności płytko posadowionych obiektów budowlanych wykonanych w konstrukcji tradycyjnej. Równie poważnym zagrożeniem dla obiektów i infrastruktury są pustki poeksploatacyjne. Skutkiem potencjalnych zagrożeń można przeciwdziałać lub też je ograniczyć przez zastosowanie odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych, technologii realizacji inwestycji, i/lub usuwając pustki przez zastosowanie konsolidacji dynamicznej względnie iniektując głębiej zlokalizowane nieciągłości masywu gruntowego [1, 5]), a płytsze wypełniając zagęszczanym materiałem gruntowym.

Do innych, potencjalnych przyczyn uszkodzeń obiektów budowlanych należy zaliczyć: destrukcyjne oddziaływanie sił przyrody np. wiatru, powodzi oraz prace prowadzone w gęstej zabudowie dla potrzeb układania instalacji wodnych i sanitarnych jak również niedbałość o obiekt ze strony jego właściciela lub administratora.

4. Podsumowanie

Przedstawiona metodyka diagnozowania uszkodzonego obiektu budowlanego, począwszy od wizji lokalnej po wnioski końcowe z propozycją napraw i odpowiednim projektem wydaje się logiczna, uzasadniona i uniwersalna. Przedstawiony sposób postępowania odnosi się co prawda do sytuacji, gdy przyczynami uszkodzenia obiektu są czynniki geotechniczne, niemniej jednak można go wykorzystać w szerszym zakresie.

W tego typu opracowaniach, obejmujących również projekty napraw zaistniałych uszkodzeń, szczególnie ważne są: wiedza i umiejętności diagnozującego oraz jego doświadczenie zawodowe.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Juraszczyk-Pawlica K., Stryczek S., Technologie iniekcyjne na każdy grunt. Nowoczesne budownictwo inżynieryjne, lipiec-sierpień, 2008, s. 34–37
- [2] Słownik wyrazów obcych. PWN Warszawa, 1980
- [3] Pająk Z., Sękowski J., Wzmacnianie stóp i ław fundamentowych. Przegląd Budowlany, 7–8, 2001, s. 52–56
- [4] Sękowski J., Metody geoinżynierii w ulepszaniu gruntów starych. Współczesne konstrukcje i instalacje w budownictwie. Monografia pod redakcją Wojciecha Dornowskiego. Wydział Architektury WSEiZ w Warszawie, Warszawa, 2011, rozdział 6.1, s. 147–169
- [5] Sękowski J., Nieciągłości i pustki w podłożu budowlanym. Magazyn Autostrady, 11, 2012, s. 54–59
- [6] Sternik K., Grygierek M., Zabezpieczenie skarpy drogowej w rejonie osuwiska we fliszu karpackim. Magazyn Autostrady, 10, 2009, s. 24–31