

PRZYWRACANIE DO PIONU BUDYNKÓW POCHYLONYCH ZA POMOCĄ SYSTEMU FUNDAMENTU ZESPOLONEGO

Streszczenie: Przedmiotem pracy jest koncepcja zastosowania systemu fundamentu zespolonego do przywrócenia konfiguracji pionowej obiektów budowlanych uprzednio odchylonych. System fundamentu zespolonego został opracowany w celu bezpiecznego posadowienia obiektów silnie obciążonych na gruntach o niskiej nośności oraz na terenach aktywnych sejsmicznie. Taki system konstrukcyjny może przejmować obciążenia przyłożone mimośrodowo w stosunku do jego centrum. Wybrane elementy systemu fundamentu zespolonego mogą być uzupełnione o siłowniki hydrauliczne sterowane komputerowo, których zadaniem jest absorpcja znaczącej części energii niebezpiecznych drgań. Te cechy sprawiają, że możliwe jest zaproponowanie tego systemu konstrukcyjnego do wyprostowania obiektów pochylonych o niemal dowolnych wymiarach geometrycznych i ciężarach. W pracy przedstawiono krótko jedną z podstawowych koncepcji zastosowania tego systemu dla takich celów.

BRINGING INCLINED BUILDINGS BACK TO UPRIGHT POSITION BY APPLICATION OF SYSTEM OF COMBINED FOUNDATION

Abstract: Subject of the paper is the concept of application of the system of combined foundation for needs of bringing the previously inclined buildings to the upright position. The system of combined foundation has been invented for the secure location of the heavily loaded objects on subsoil of small load carrying ability and in earthquake areas. This structural systems can be able to take loads applied in an eccentric way towards to its centre. Selected components of the system of combined foundation can be supplemented by the computer controlled hydraulic jack, which will absorb significant part of energy of the dangerous vibrations. These features cause, that it is possible to propose this structural system for restoring the upright positions of the inclined objects having almost optional geometric dimensions and weights. In the paper is briefly presented a concept of application of this system for the above mentioned purposes.

Słowa kluczowe: budynek pochylony, fundament, konfiguracja pionowa
Keywords: inclined building, foundation, upright position

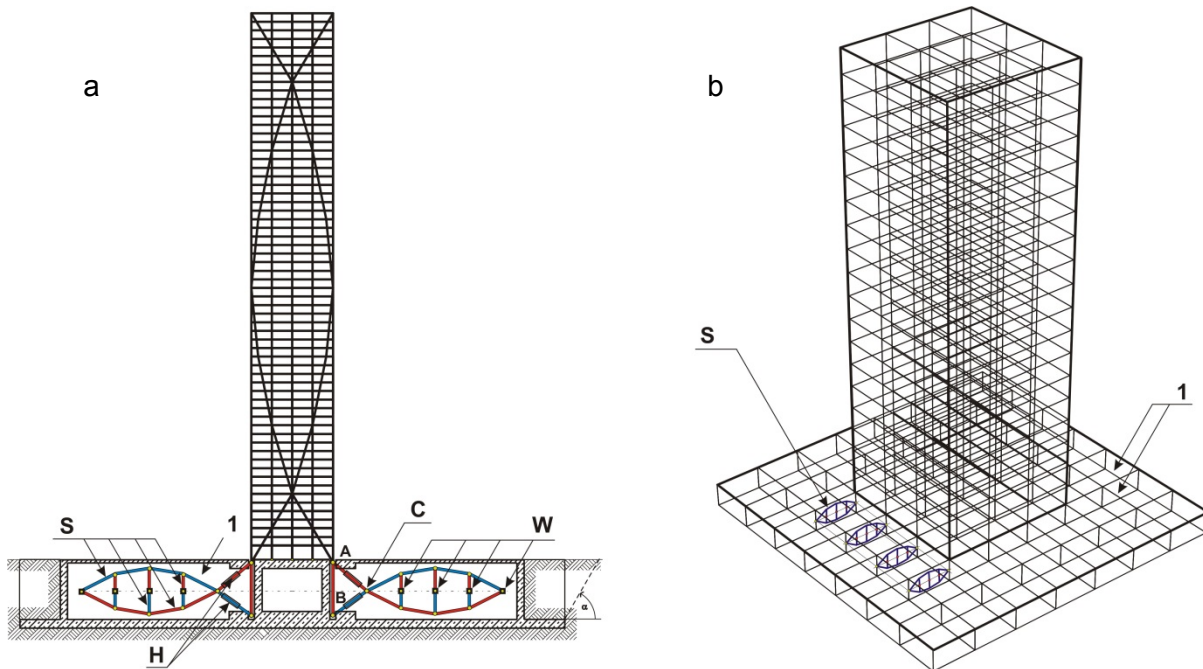
1. WPROWADZENIE

Pierwszą postać fundamentu zespolonego [1] autor opracował wiele lat temu jako propozycję kształtowania fundamentów obiektów sytuowanych na terenach szkód górniczych. Posadowienie budynków na obszarach aktywnych sejsmicznie wymaga zastosowania odpowiednich procedur projektowych i wykonawczych [2, 3, 4, 5]. Obrazy zniszczeń po

trzęsieniu ziemi na Haiti w 2010 roku skłoniły autora do zaprezentowania finalnej wersji tego uprzedniego rozwiązania w postaci systemu fundamentu zespolonego [6]. Fundament wykonany w tym nowym systemie może mieć ogromną powierzchnię i dlatego powinien umożliwić bezpieczne lokowanie budynków silnie obciążonych na gruntach o bardzo małej nośności lub nawet na takich, które dotychczas uważano za nieprzydatne do celów budowlanych [7, 8, 9]. Ponadto system fundamentu zespolonego, dzięki swej strukturze wewnętrznej, posiada cechy pozwalające na absorpcję energii drgań sejsmicznych, zdolność ta może być znacząco podniesiona przez zastosowanie i odpowiednie rozmieszczenie np. siłowników hydraulicznych sterowanych komputerowo [10, 11]. System konstrukcyjny wyposażony w takie urządzenia może być także przydatny np. dla przywrócenia do pionu obiektów istniejących, które uległy niebezpiecznemu odchyleniu od pionu.

2. KONCEPCJA ZASTOSOWANIA SYSTEMU FUNDAMENTU ZESPOLONEGO

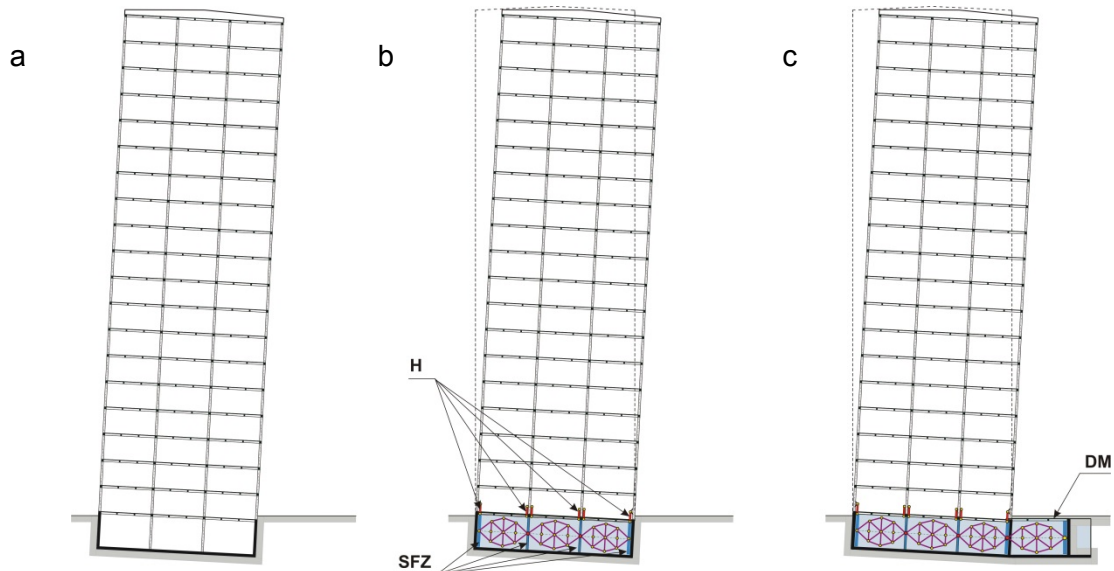
System fundamentu zespolonego został opracowany przede wszystkim dla potrzeb projektowania i wznoszenia budynków wysokich, które muszą być lokowane na gruncie o niskiej nośności oraz na terenach sejsmicznych, rys. 1a. W ujęciu ogólnym system ten jest utworzony przez poziome belki lub skrzynie (1), wykonywane głównie jako elementy żelbetowe, w wąskich przestrzeniach między którymi są odpowiednio umieszczone zestawy elementów pośrednich tworzących układy o formach soczewkowych (S). Układy te mogą składać się np. ze sztywnych prętów stalowych lub stalowo-żelbetowych, a ich węzły główne (W), traktowane teoretycznie jako przegubowe, są połączone z materiałem belek lub skrzyń głównych. Odpowiednie węzły skrajne (C) tych układów soczewkowych nie mogą być połączone z materiałem wyżej wspomnianych elementów co warunkuje prawidłowe, zgodne z założeniami funkcjonowanie tego fundamentu. Ponieważ w skrajnych węzłach głównych postaci fundamentu pokazanej na rys. 1a występują składowe reakcje podporowych skierowane w dół, dlatego strefy te mogą być odpowiednio stabilizowane z wykorzystaniem masy gruntu znajdującego się w stosownych klinach odłamu.



Rys. 1. a) Schemat głównego przekroju pionowego budynku wysokiego posadowionego na przykładowej formie konstrukcji systemu fundamentu zespolonego, b) uproszczony schemat budynku wielokondygnacyjnego o konstrukcji ramowej usytuowanego na proponowanym systemie fundamentu

Proponowana postać fundamentu może być zastosowana także dla budynków wielokondygnacyjnych, których konstrukcje kondygnacji nadziemnych zaprojektowano jako systemy ramowe, rys. 1b. Soczewkowe układy elementów pośrednich (S) są umieszczone w konfiguracji pionowej pomiędzy sąsiadującymi ścianami skrzyń fundamentowych, które dla czytelności (rys. 1b) pokazano tylko dla przykładowych lokalizacji. Liczba modułarnych pól fundamentu jest dowolna, a kształt całego systemu fundamentu zespolonego nie musi być symetryczny względem jednej lub większej liczby osi głównych podstawy budynku. Ta własność umożliwia zastosowanie omawianego systemu dla wyprostowania obiektów niebezpiecznie pochylonych. Zarys najprostszej koncepcji takiej procedury przedstawiono poniżej.

Jeśli budynek istniejący odchylił się niedopuszczalnie od pionu (rys. 2a) w wyniku np. przemieszczenia gruntu pod jedną częścią fundamentu, a jego konstrukcja oraz struktura nośna kondygnacji nadziemnych są w stanie zadowalającym, to kondygnacje te można przywrócić do pionu poprzez odpowiednie umieszczenie w przestrzeni fundamentu istniejącego dodatkowej konstrukcji systemu fundamentu zespolonego (SFZ) – rys. 2b. Ze względów statycznych elementy systemu pośredniego pokazane na rys. 2b zaproponowano w konfiguracji kratownicowej. Ta dodatkowa konstrukcja fundamentu musi odznaczać się niezwykle dużą sztywnością i niekiedy nie może być zbyt ciężka. Dlatego w takich przypadkach elementy tworzące materię belek lub skrzyń mogą być wykonane jako konstrukcje stalowe w postaci blachownic lub kratownic. W innych przypadkach wskazana jest konstrukcja żelbetowa takich elementów. Przenika ona konstrukcję fundamentu istniejącego w najmniejszej możliwej części i po zmontowaniu musi być w sposób trwały i pewny połączona z konstrukcją fundamentu zespolonego. Elementy uprzednio określone mianem belek lub skrzyń (1) mogą być wykonywane w postaci podwójnych ich zestawów i stosownie obejmować składniki fundamentu istniejącego umożliwiając jednocześnie swobodne funkcjonowanie nowego systemu, co niekiedy może być zadaniem trudnym do rozwiązania. Po upewnieniu się, że zespolenie konstrukcji dawnej i nowej fundamentu jest prawidłowe, proponuje się rozmieścić siłowniki hydrauliczne (H) sterowane komputerowo dla zapewnienia płynności i pewności procesu przywracania kondygnacji nadziemnych do pionu. W przestrzeniach tych kondygnacji można na czas tego procesu rozmieścić tymczasowe stężenia kratownicowe.



Rys. 2. a) Schemat przekroju pionowego budynku pochylonego o konstrukcji ramowej, przestrzennej, b) proponowany układ systemu fundamentu zespolonego umieszczonego w przestrzeni fundamentu istniejącego, c) schemat z dodatkowym modulem fundamentu zespolonego

Hydrauliczne lub innego rodzaju siłowniki muszą być zamocowane za pomocą węzłów przegubowych do obu części konstrukcji w odpowiednio dobranych miejscach. Węzły główne kratownicowego układu elementów pośrednich należałoby rozpatrywać w pierwszej kolejności jako najbardziej właściwe do tego celu, ponieważ gwarantuje to najbardziej równomierne rozłożenie sił w materii całego systemu konstrukcyjnego. Nie jest to jednak

warunek konieczny. Kontrolowana komputerowo praca siłowników hydraulicznych, uzależniona w czasie rzeczywistym ze wskazaniem tensometrów usytuowanych w stosownych miejscach, umożliwi bezpieczne i precyzyjne odseparowanie górnej części budynku od jego podstawy w zaprojektowanych przekrojach poziomych. W sytuacjach kiedy niebezpieczne przemieszczanie się gruntu pod częścią fundamentu postępuje stale, można w wybranych strefach, już poza przestrzenią istniejącego fundamentu, umieścić odpowiednio dodatkowe, nowe moduły systemu fundamentu zespolonego (DM) – rys. 2c. Będą one miały bardzo podobną strukturę do modułów wewnętrznych i będą się z nimi łączyć w odpowiednich węzłach centralnych (C) tego proponowanego systemu konstrukcyjnego fundamentu zespolonego.

3. UWAGI KOŃCOWE

Przywracanie budynków do pionowej konfiguracji jest zadaniem trudnym i bardzo złożonym. System fundamentu zespolonego może być bardzo przydatny do tego celu w bardzo wielu przypadkach także takich, które obecnie są uważane za niemożliwe do przeprowadzenia. Z pierwszych analiz wynika, że system ten ma potencjalnie duże możliwości zastosowań praktycznych jednak wymaga to przeprowadzenia jeszcze wielu kompleksowych badań i analiz oraz bardzo złożonych testów.

LITERATURA

- [1] Ledwoń A.J.: *Budownictwo na terenach szkód górniczych*, Arkady, Warszawa, 1983.
- [2] Wiłun Z.: *Zarys geotechniki*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1987.
- [3] Biernatowski K.: *Fundamentowanie*, PWN, Warszawa, 1984.
- [4] Kowalczyk R.M., Sim R., Kilmister M.B. (ed.): *Structural systems for tall buildings*, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, McGraw-Hill, New York, 1993.
- [5] Moehle J., Bozorgnia Y. i inni: *Case studies of the seismic performance of tall buildings designed by alternative means*, Report for the Tall Buildings Initiative, PEER Report 5 (2011) Pacific Earthquake Engineering Research Center, College of Engineering, University of California, Berkeley, CSSC Report 11-02.
- [6] Rębielak J., *Systemowy fundament zespolony*, zgłoszenie patentowe, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, nr P.394745, 2011.
- [7] Rębielak J.: *Koncepcja zespolonej postaci fundamentu oraz struktury nośnej budynku*, XV Międzynarodowa Szkoła Komputerowego Wspomagania Projektowania, Wytwarzania i Eksploatacji, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa–Jurata, 9-13 maja 2011 r., tom 2, s. 269-278, „Mechanik”, nr 7, 2011, s. 619.
- [8] Rębielak J.: *Combined form of structural system proposed for tall buildings*, Taller, Longer, Lighter – Proceedings of IABSE-IASS Symposium, London, 2011, s. 308.
- [9] Rębielak J.: *Budynek o zespolonej formie systemu konstrukcyjnego*, „Czasopismo Techniczne”, Politechnika Krakowska, zeszyt 11, rok 108, 2-A/2/2011, s. 303-308.
- [10] Rębielak J.: *Koncepcja systemu konstrukcyjnego budynku wysokiego*, „Inżynieria i Budownictwo”, nr 1, 2012, s. 45-51.
- [11] Rębielak J.: *System of combined foundation for tall buildings*, “Journal of Civil Engineering and Architecture”, Vol. 6, No 12, December 2012, s. 1627-1634.