

AWARIA ŚCIANY OSŁONOWEJ W CENTRUM HANDLOWYM

ZBIGNIEW PAJĄK, zbigniew.pajak@polsl.pl

MIROŚLAW WIECZOREK

Politechnika Śląska

Streszczenie: Podczas rozbudowy centrum handlowego wystąpił wyciek mieszanki betonowej w szczelinę osłonowej ściany trójwarstwowej istniejącej części obiektu. Spowodowało to odpadnięcie fragmentu elewacji z betonowych bloczków systemu TAB (TeknoAmerBlok). Po rozebraniu pozostałej części elewacji odkryto liczne wady kotwienia elewacyjnej warstwy za pomocą kotwi drutowych WK i tworzywowych kołków rozporowych SX8. Ujawnione po awarii ukryte wady kotwienia ciężkiej warstwy elewacyjnej, spowodowały konieczność wykonania wzmocnienia pozostałych elewacji TAB, w celu zapewnienia bezpieczeństwa użytkowania centrum handlowego.

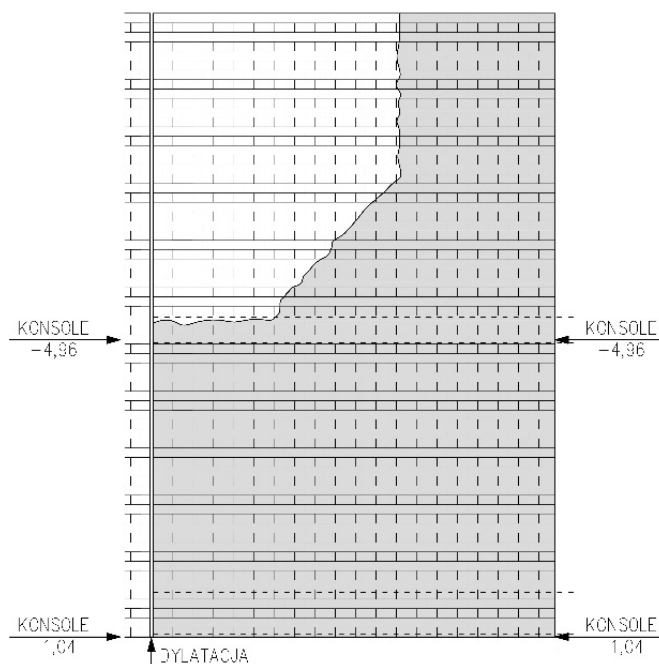
Słowa kluczowe: ściana osłonowa, kotwy drutowe, kołki rozporowe, kotwy naprawcze.

1. Wstęp

Wiosną 2013 r. trwała rozbudowa centrum handlowego. Podczas robót budowlanych związanych z betonowaniem nowego stropu w szczelinę trójwarstwowej ściany osłonowej istniejącej części centrum, wyciekła przez deskowanie niewielka ilość mieszanki betonowej. Spowodowało to odpadnięcie fragmentu elewacji TAB (system TeknoAmerBlok) z ciężkich bloczków cementowych. Odpadła około połowa powierzchni elewacji powyżej poziomej półki podporowej konsoli, usytuowanej w połowie wysokości ściany, na poziomie +4,96 m. Widok uszkodzonej elewacji przedstawiono na fot. – rys. 1 i 2. W trakcie oględzin dokonanych po awarii stwierdzono, że wszystkie drutowe kotwy zostały wyrwane z konstrukcyjnej warstwy ściany wraz z kołkami rozporowymi lub bez kołków. W następnym dniu po awarii rozebrano zagrażającą oderwaniem się od podłoża część elewacji powyżej poziomu konsoli +4,96 m – rys. 3.



Rys. 1. Widok elewacji po awarii



Rys. 2. Fragment oderwanej warstwy fakturowej TAB podczas awarii



Rys. 3. Widok ściany po rozebraniu zagrażającej odpadnięciem części elewacji

2. Konstrukcja elewacji

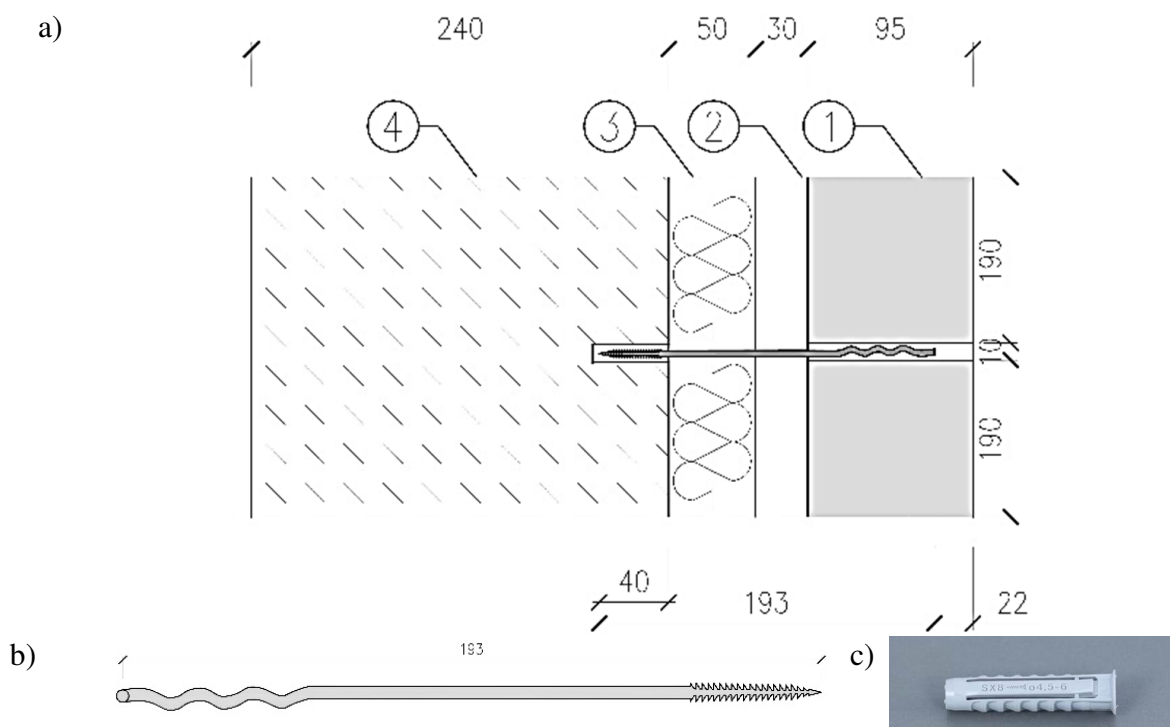
Przedmiotowe elewacje centrum handlowego zaprojektowano i wykonano z cementowych pustaków TAB, w postaci kurtynowej ściany (warstwy fakturowej), kotwionej do warstwy konstrukcyjnej zewnętrznych trójwarstwowych osłonowych ścian budynku. Pomiędzy kurtyną elewacyjną a warstwą konstrukcyjną ścian zastosowano szczelinę o szerokości 80 mm, wewnątrz której usytuowano ocieplenie z wełny mineralnej o grubości 50 mm (rys. 4).

Zastosowano łupane pustaki TAB o grubości 95 mm i wymiarach 190×380 mm, murowane na cementowej zaprawie, kotwione do warstwy konstrukcyjnej za pomocą kotew drutowych i podparte na wspornikowych konsolach w dwóch poziomach – 1,04 m i + 4,96 m (rys. 2). Wysokość kurtyny elewacyjnej wynosi około 12,0 m. Warstwę konstrukcyjną ściany

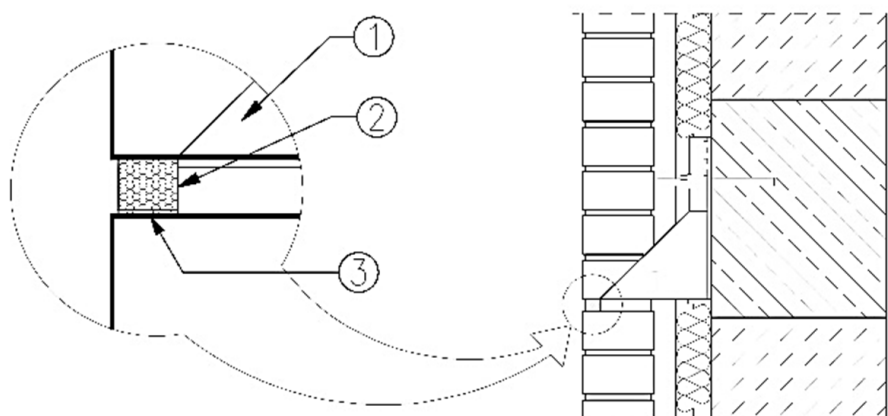
wykonano z pustaków cementowych TAB o grubości 240 mm, łączonych na strzępia z monolitycznymi żelbetowymi słupami szkieletu budynku.

Do konstrukcji połączeń elewacji z warstwą nośną ścian adaptowano rozwiązania firmy HABE [1]. Do kotwienia przewidziano wkręcane kotwy drutowe typu WK o średnicy 3,6 mm i długości 193 mm, z nierdzewnej stali kwasoodpornej – rys. 4. Zaprojektowano rozstaw kotew wynoszący 45 cm w pionie i 50 cm w poziomie, z dodatkowym zagęszczeniem do 3 kotew na mb. wzdłuż krawędzi i wokół otworów. Do osadzenia kotew WK w warstwie konstrukcyjnej ściany przyjęto tworzywowe kołki rozporowe SX8 o długości kotwienia 40 mm, wg Aprobaty [2].

Do poziomego podparcia elewacyjnych kurtyn przewidziano konsole HABE typu AV, montowane do żelbetowych wieńców za pomocą stalowych prętów wklejanych – rys. 5.



Rys. 4. Mocowanie kotew drutowych WK: a) sposób kotwienia warstwy elewacyjnej, b) kotwy drutowe WK, c) kołek rozporowy SX8; 1 – warstwa elewacyjna, 2 – pustka powietrzna, 3 – izolacja, 4 – warstwa konstrukcyjna

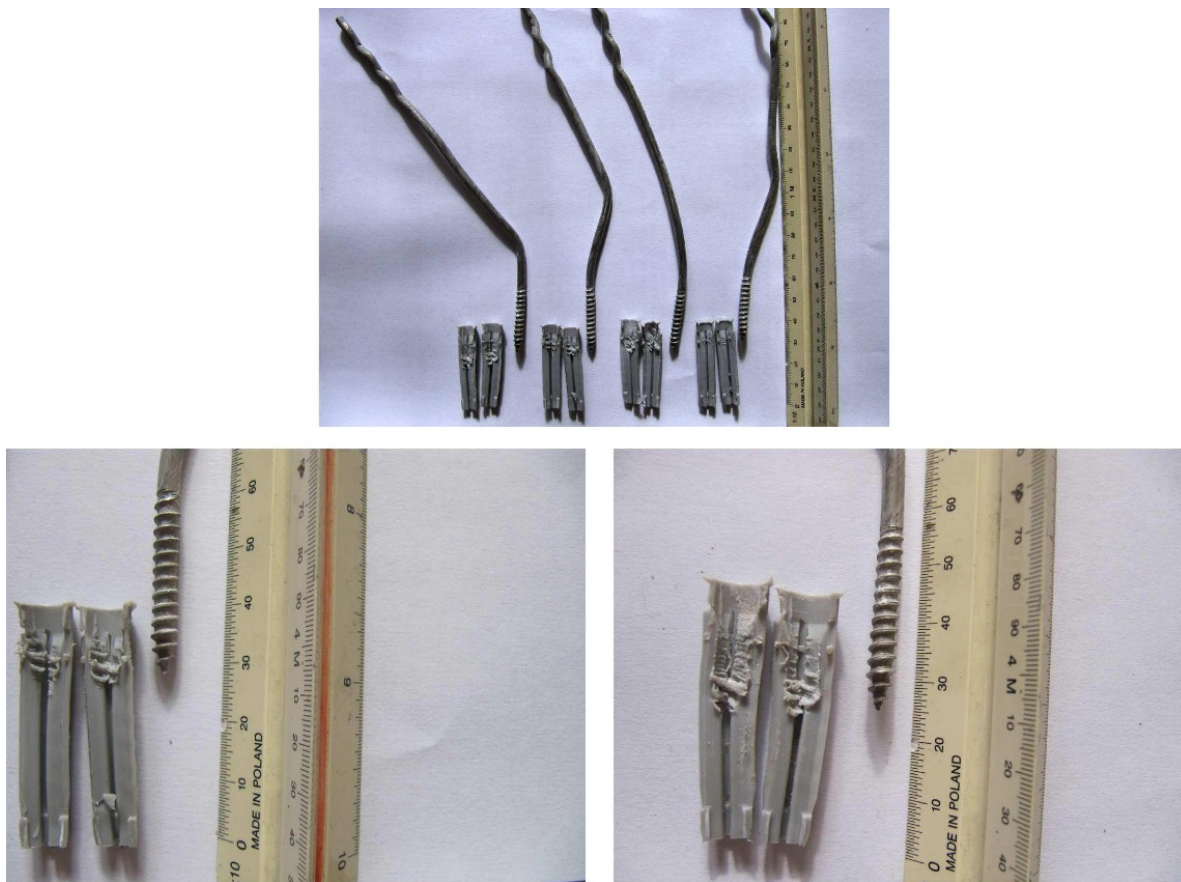


Rys. 5. Mocowanie konsol poziomego podparcia elewacji TAB: 1 – konsola, 2 – wkładka rozprężna, 3 – taśma samoprzylepna

3. Analiza przyczyn awarii

Bezpośrednią przyczyną awarii elewacji było wpłynięcie, podczas prowadzonych robót, mieszanki betonowej do szczeliny warstwowej ściany. Po awarii ujawniły się liczne ukryte wykonawcze wady kotwienia elewacji, mające istotny wpływ na nośność połączeń kurtynowej warstwy elewacji TAB z warstwą konstrukcyjną.

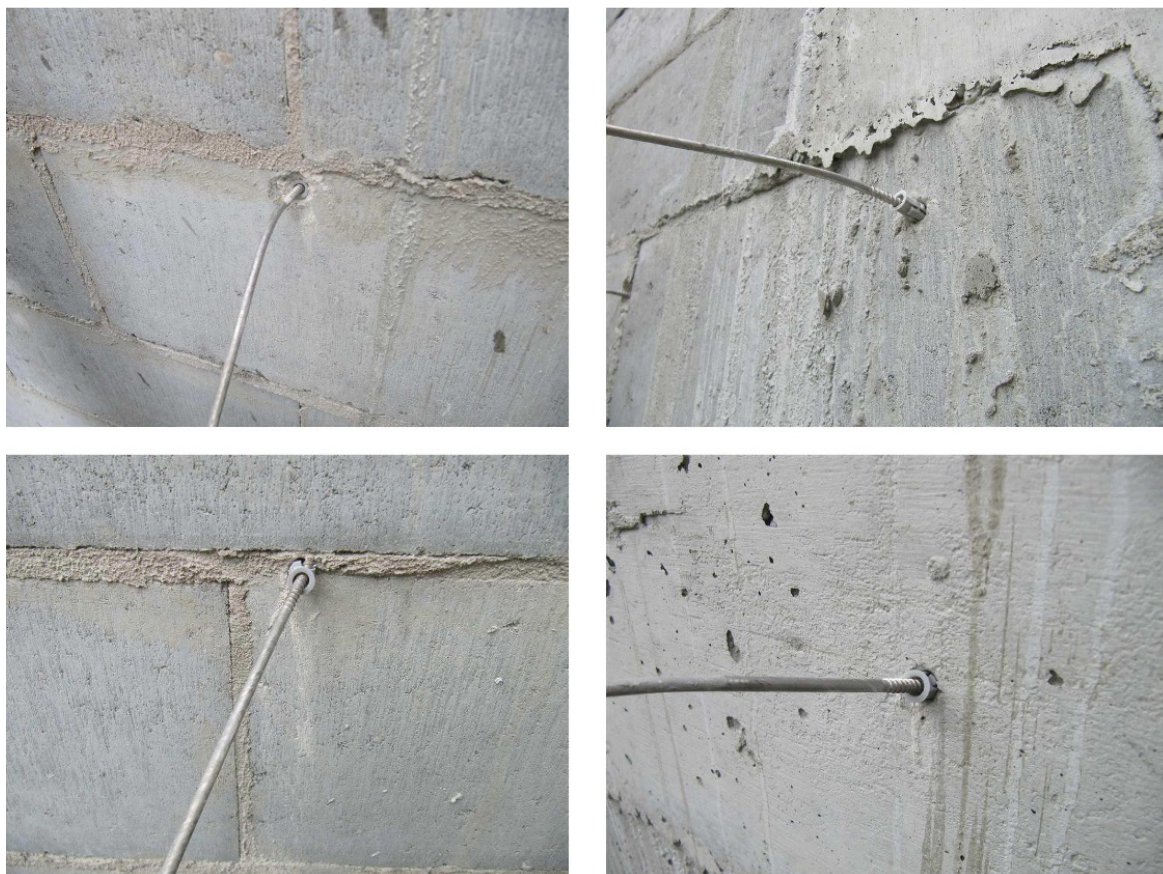
Kotwy drutowe WK nie zostały prawidłowo wkręcone do kołków rozporowych SX8. Głębokość osadzenia kotew wynosiła około 20 mm i nie przekraczała nawet połowy długości zastosowanych kołków SX8, przez co kołki nie zostały rozparte wewnątrz otworów wywierconych w warstwie konstrukcyjnej. Po wyjęciu kotew i rozcięciu kołków wyraźnie widoczny był ślad odbicia gwintu kotew na wewnętrznych powierzchniach kołków – rys. 6. Liczne niedokręcone kotwy stwierdzono także na powierzchni ściany, którą rozebrano po awarii – rys. 7.



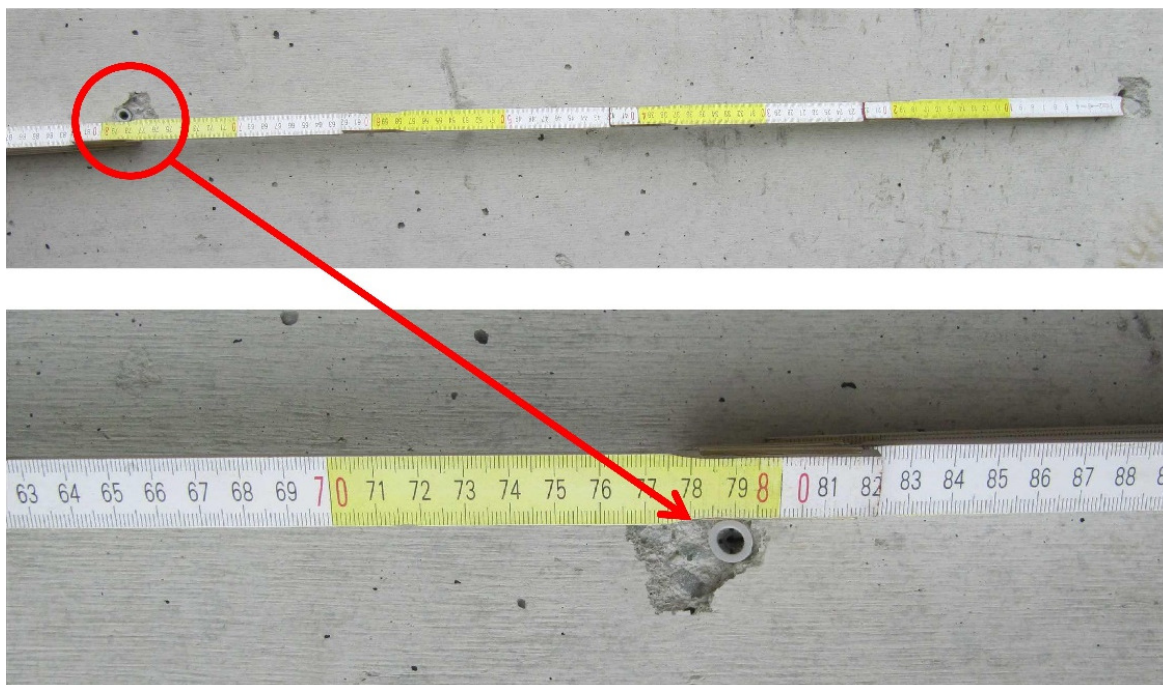
Rys. 6. Widoki kołków zamontowanych w ścianie – niedostateczne wkręcenie kotew

Liczba zamontowanych kotwi była znacznie mniejsza niż wymagana w dokumentacji projektowej. Zgodnie z projektem przeciętna liczba zakotwień powinna wynosić 5 szt. na 1 m² powierzchni ściany. Warunek ten jest spełniony przy zachowaniu rozstawu kotew zgodnego z projektem. Podczas oględzin ściany stwierdzono, że rozstaw kołków w poziomie i w pionie wynosi do około 80 cm – rys. 8, 9. Liczba kotew była więc 2 krotnie mniejsza niż wymagana w projekcie. Nie stosowano także wymaganego zagęszczenia kotew wzdłuż krawędzi.

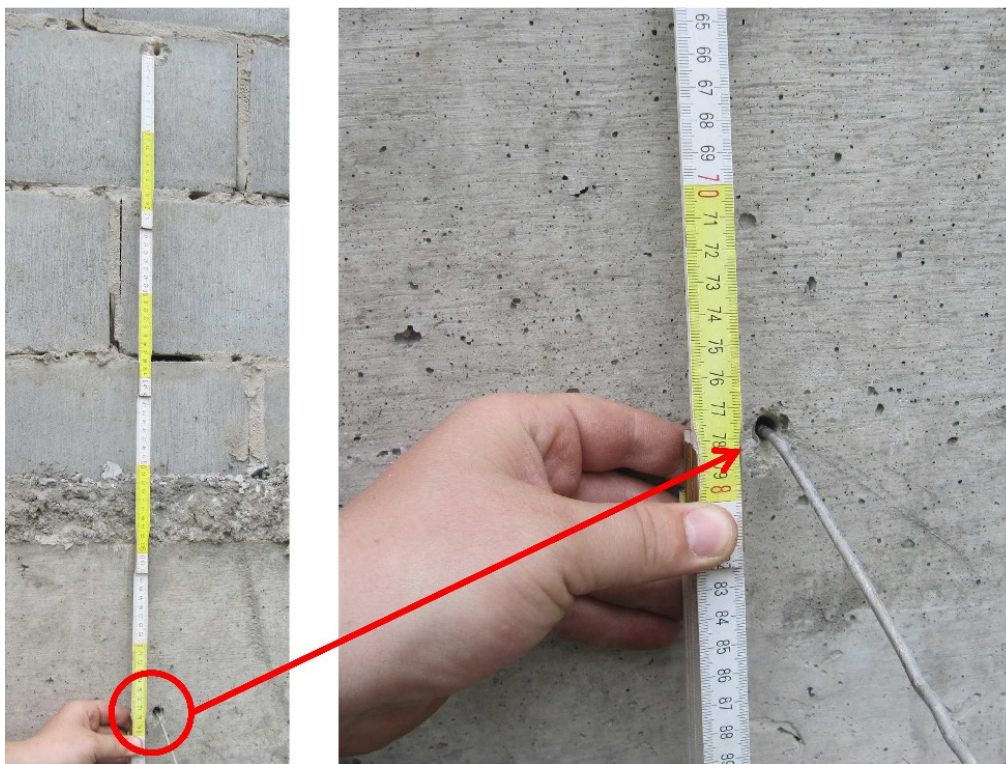
Część kołków rozporowych została niewłaściwie osadzona w murach – zbyt płytkie osadzenie lub osadzenie w niejednorodnej warstwie spoiny muru – rys. 10.



Rys. 7. Niedokręcone kotwy na rozebranej po awarii części ściany



Rys. 8. Pomierzone za duże rozstawy kotew na powierzchni ściany w poziomie



Rys. 9. Pomierzone za duże rozstawy kotew na powierzchni ściany w pionie



Rys. 10. Wady osadzenia kołków w murze

Wykazane powyżej wady wykonawcze i odstępstwa od projektu były istotne i miały zasadniczy wpływ na nośność połączeń warstwy elewacyjnej ściany TAB z warstwą konstrukcyjną. Wadliwie wykonane połączenia mają znacznie mniejszą nośność, co ma istotny wpływ na bezpieczeństwo konstrukcji i użytkowania obiektu.

4. Sposób remontu i zabezpieczenia elewacji

Na rozebranej powierzchni elewacji zastosowano bezspionowy system ocieplania ścian BSO – 10 cm styropianu na kleju i mineralny tynk cienkowarstwowy na siatce z włókna szklanego. Rozwiązanie takie w tym miejscu było do zaakceptowania.

Na pozostałych elewacjach centrum handlowego pozostawiono elewacje TAB przy założeniu profilaktycznego wzmocnienia konstrukcji za pomocą specjalnych kotew naprawczych do murów warstwowych. Nie można było bowiem wykluczyć, że na tych elewacjach nie występują podobne wady jakie zostały ujawnione w wyniku opisanej awarii.

Do wzmocnienia połączeń zastosowano mechaniczne kotwy typu VBS-M o średnicy 4,2 mm [3] wg Niemieckiej Aprobaty Technicznej wydanej przez DIBt [4]. Zalecane obliczeniowe obciążenie N_{rec} dla kotwy VBS-M, przy montażu w betonie C12/15 (B15), wynosi 0,50 kN, a minimalna liczba kotew na m² powierzchni ściany wynosi 5. Zgodnie z wynikami obliczeń wymaganej nośności łączników, do wzmocnienia elewacji TAB w centrum, zastosowano 5 kotew VBS-M na m² powierzchni ścian.

5. Podsumowanie

Połączenia ciężkich murowanych warstw elewacyjnych z warstwami konstrukcyjnymi w ścianach trójwarstwowych, przenoszące obciążenia od ciężaru własnego, wiatru (ssanie, parcie), zmian temperatury, decydują o przyszłym bezpieczeństwie konstrukcji i bezpieczeństwie użytkowania. Po wymurowaniu ściany kontrola poprawności wykonania połączeń nie jest już praktycznie możliwa. Stąd potrzeba rzetelnego nadzoru podczas wznoszenia ścian, a w szczególności przy montażu łączników, co jak praktyka wskazuje, często nie jest dopełniane.

Istotnym dla trwałości wykonywanych połączeń jest stosowanie rozwiązań i materiałów mających dopuszczenia i aprobaty techniczne. Niestety nie zawsze jest to przestrzegane w dokumentacjach projektowych. Stosowane są rozwiązania przypadkowe, niesprawdzone i nie potwierdzone odpowiednimi badaniami, co skutkować może stanami awaryjnymi lub katastrofami budowlanymi [5].

W opisanym wypadku awarii elewacji centrum handlowego wątpliwości budzi przyjęcie w projekcie nylonowych kołków SX8 o długości kotwienia wynoszącej jedynie 40 mm. Kołki te, zgodnie z Aprobata [2], przeznaczone są do wielopunktowych zamocowań montażowych. W katalogu producenta kołków [6] podano, że są one zalecane do mocowania obrazów, detektorów ruchu, lamp, wyłączników elektrycznych, półek ściennych, wieszaków, luster, karнизy, itp. Nie są to więc, w technicznym rozumieniu, kołki do połączeń nośnych. W katalogu [6] podaje się wartości zalecanych obciążeń N_{rec} oraz sił niszczących N_u dla kołków SX8, lecz w stosunku do metalowych wkrętów o minimalnej średnicy 6 mm, stosowanych do drewna, płyt wiórowych, lub dla wkrętów ASL (do montażu z dystansem). W projekcie elewacji przewidziano natomiast kotwy drutowe o gwincie podobnym do stosowanego we wkrętach ASL, lecz o średnicy 3,6 mm < 6 mm. Zastosowano więc niesprawdzone rozwiązanie, dla którego nie było wiarygodnych danych odnośnie wytrzymałości i trwałości połączeń.

Bezpośrednią przyczyną awarii elewacji było wpłynięcie, podczas prowadzonych robót, mieszanki betonowej do szczeliny warstwowej ściany. Awaria ujawniła jednak poważne wykonawcze błędy – niedokręcone kotwy, za duże rozstawy kotew i wady osadzenia kołków. Prawdopodobnie przy poprawnych i dobrze wykonanych połączeniach warstw, zakres uszkodzeń ściany, po wpłynięciu betonowej mieszanki w szczelinę, byłby mniejszy lub nie doszło by do oderwania elewacji.

Literatura

1. Katalog techniczny firmy HABE. Elewacje murowane. www.habe.pl
2. Aprobata techniczna ITB. AT-06-0502/2002: Złącza rozporowe tworzywowo-metalowe Fischer.
3. Katalog techniczny. Mechaniczna kotwa naprawcza do murów warstwowych VBS-M. Fischer. Technika zamocowań. www.fischerpolska.pl
4. Aprobata DIBt. I 26-1.21.2-107/11, 26. 03. 2012 r. Deutsches Institut für Bautechnik.
5. Szulborski K., Michalak H., Majewska A. Katastrofa ciężkiej ściany osłonowej w nowobudowanym centrum handlowym. XXIV Konf. Nauk.-Tech. Awary Budowlane. Szczecin-Międzyzdroje 2009. s. 687–694.
6. Katalog Fischer 2012/2013. Fischerpolska Sp. z o. o. Kraków. www.fischerpolska.pl

THE CURTAIN WALL FAILURE IN SHOPPING CENTER

Abstract: While expanding the shopping center, the leak of the concrete mix occurred into the slots of the three-layer wall existing part of the building. This resulted in a fall off a fragment of the facade from the concrete blocks TAB system (TeknoAmerBlok). After cutting up the rest of the facade discovered a number of disadvantages of anchoring façade layer, which were made by the wire anchors WK and the plastic expansion bolts SX8. After a failure disclosed the hidden defects anchoring of the heavy façade layer resulted in the need to implementation the strengthen of the remaining facade system TAB, in order to ensure safe operation mall.

Keywords: curtain wall, wire anchors, expansion plugs, remedial anchors.