

Nowoczesne techniki pomiarowe i obliczeniowe zaprezentowane w Instytucie Techniki Budowlanej



Nowoczesne techniki pomiarowe i obliczeniowe oraz urządzenia pomiarowe i diagnostyczne wykorzystywane do precyzyjnych i kompleksowych pomiarów na potrzeby badań laboratoryjnych oraz ekspertyz laboratoryjnych Zakładu Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu Instytutu Techniki Budowlanej zostały zaprezentowane podczas odbywającego się w tym Instytucie 12 stycznia zebrania Sekcji Konstrukcji Metalowych Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk.

W części wykładowej referat dotyczący technik pomiarowych oraz obliczeniowych połączony z prezentacją skanowania 3D wygłosił m.in. dr hab. inż. Artur Piekarczyk, prof. ITB. Podczas wystąpienia pokazano m.in. digitalizację obiektów budowlanych przy użyciu skanera do obiektów kubaturowych. Zaprezentowano możliwości **skanera 3D z obrotowym stolikiem**, który pozyskuje obrazy małych detali (np. śruby, uźebrowanie stali zbrojeniowej, konsole itp.). Skaner ma tryb obsługi ręcznej (z dokładnością od 0,045 mm) oraz stacjonarnej z wykorzystaniem stołu obrotowego (z dokładnością 0,04 mm). Pojedynczy obszar odczytu to 310x240 mm, a prędkość pomiaru wynosi do 3 mln pkt/s. W trakcie kilkuminutowej prezentacji udało się przedstawić na żywo możliwości skanera, przenosząc precyzyjnie trójwymiarowy obraz badanego elementu do przestrzeni wirtualnej w postaci chmury punktów. Uczestnicy mogli na żywo śledzić postęp prac skanera.

Następna prezentacja dotyczyła **ręcznego skanera 3D**, który posiada możliwość pozyskiwania obrazu elementów o średnich gabarytach (np. wielkości przeciętnego samochodu osobowego). Skaner charakteryzuje się możliwością pracy w trybie szybkiego skanowania geometrii i tekstury oraz precyzyjnego skanu lasero-



Fot. arch. ITB



Prezentacja dr. hab. inż. Artura Piekarczuka, prof. ITB

Fot. arch. ITB

wego. Dokładność w przypadku stosowania skanowania laserowego wynosi 0,04 mm, pojedynczy obszar odczytu to 350 x 610 mm, z kolei szybkość wynosi 480 tys. pkt./s. Również i w tym przypadku udało się w kilkuminutowym pokazie uzyskać na ekranie prezentacji dokładny obraz wygiętej blachy, która stanowiła obiekt badawczy. Skaner posiada również możliwość odwzorowania na ekranie tekstury, co także zostało przedstawione uczestnikom zebrania.

Warto nadmienić, że celem współczesnych metod pomiarowych jest bezinwazyjne uzyskanie kompleksowej i precyzyjnej informacji o badanym obiekcie, która dalej z wykorzystaniem inżynierii odwrotnej może być zastosowana do obliczeń numerycznych, na przykład w procesie digital twin.

Oprócz technik pomiarowych we współczesnych laboratoriach stosowane są wizyjne metody pomiaru. Do takich metod należy **Cyfrowa Korelacja Obrazu (CKO)**, która umożliwia pozyskiwanie danych z dowolnego punktu całego obszaru pomiarowego, a nie jak w metodach klasycznych z miejsc, w którym przyłożony jest czujnik. Dodatkową zaletą wspomnianej techniki jest możliwość odczytu wyników w czasie rzeczywistym, co umożliwia pełną kon-

trolę nad realizacją programu badań. Podczas referatu prezentowane były wyniki prac badawczych z wykorzystaniem CKO na różnych obiektach badawczych.

Współczesne techniki pomiarowe umożliwiają pozyskiwanie wyników w uniwersalnych formatach numerycznych tworzących obszerne bazy danych. Numeryczny zapis umożliwia dostęp do różnych wyników pomiaru w dowolnym czasie po zakończeniu badań. Te cechy pomiarów umożliwiają utworzenie cyfrowej kopii badanych obiektów w szczegółowym formacie dwu lub trójwymiarowej prezentacji. Utworzona w ten sposób cyfrowa baza danych zawiera odpowiedni zestaw wyników pomiaru oraz rzeczywistą geometrię obiektu. Może to być wykorzystane do analizy cech fizycznych i mechanicznych obiektu, opracowania projektu, utworzenia dokumentacji technicznej lub digitalizacji. Numeryczny zapis danych ma również uniwersalną funkcjonalność, która polega na odtworzeniu cyfrowej kopii obiektu w dowolnym formacie graficznym. Umożliwia to przygotowanie szczegółowego modelu obiektu do obliczeń numerycznych metodą elementów skończonych. Dzięki wykorzystaniu tych urządzeń prace laboratoryjne i diagnostyczne zyskują nową jakość i skuteczność.

Instytut Techniki Budowlanej otrzymał patent na wynalazek

Twórcą wynalazku pt. „Sposób oznaczania zawartości mikrowłókien polimerowych w kompozytach cementowych” jest **dr inż. Filip Chyliński** z Pracowni Betonu, Zakładu Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu ITB.

Wykorzystywanie włókien polimerowych w kompozytach cementowych wymaga przeprowadzenia weryfikacji zarówno ilości, jak i równomiernego rozmieszczenia dodawanych włókien. Włókna polimerowe dodawane do mieszanki betonowej zgodnie z normą PN-EN 14889-2 dzieli się na mikro – i makrowłókna. Rolą mikrowłókien jest ograniczenie powstawania rys skurczowych, z kolei makrowłókna są dodawane do betonów i zapraw głównie w celu zwiększenia ich wytrzymałości na rozciąganie. Oznaczanie zawartości włókien stalowych czy makrowłókien polimerowych w stwardniałej zaprawie czy betonie nie stanowi większego problemu. Natomiast oznaczenie zawartości znacznie drobniejszych mikrowłókien polimerowych jest już stosunkowo trudne.

Opracowana przez dra inż. Filipa Chylińskiego metoda badawcza pozwoliła na oznaczanie zawartości mikrowłókien polimerowych w zaprawach i betonie, przy wykorzystaniu zjawiska wyporu hydrostatycznego. W roztworze wodnym składniki o mniejszej gęstości niż woda (włókna polipropylenowe i polietylenowe) wypływają na powierzchnię, natomiast składniki o większej gęstości (fazy mineralne zaczynu cementowego, kruszywo) opadają na dno. Przygotowane próbki zapraw i betonów po okresie dojrzewania były suszone, a następnie rozdrabniane, kruszone i kwartowane. W metodzie posłużono się wodą oraz kwasem solnym, dzięki którym udało się zebrać oczyszczone włókna. Z uwagi na zanieczyszczenie odzyskanych włókien relikami zaprawy, widocznymi

na zdjęciu, preparaty zostały poddane obróbce termicznej w celu określenia zawartości samych włókien.

Uzyskanie wartości odzysku podczas oznaczeń zawartości włókien we wzorcowych kompozytach cementowych zapewniają przydatność opracowanej metody do wykorzystania w pracach eksperckich oraz kontroli jakości wyrobów budowlanych, które zawierają kompozyty cementowe z dodatkiem mikrowłókien polimerowych.

Opisana metoda badawcza jest chroniona prawem patentowym krajowym (PL 242000 B1) oraz międzynarodowym (EP20163643).



Zanieczyszczone mikrowłókna polimerowe odzyskane z zaprawy

Fot. arch. ITB