

OVĚŘOVÁNÍ DÉLKY KOTEVNÍCH ŠROUBŮ V MASIVNÍCH KONSTRUKCÍCH ULTRAZVUKOVOU METODOU

Leonard Hobst¹, Lubomír Vítek²

Abstrakt

Kotevní šrouby jsou jedním z významných prvků železobetonových konstrukcí. Na jejich délce a kvalitě ukotvení v mnoha případech závisí stabilita celé konstrukce. Kontrola konstrukcí v praxi prokázala, že délka kotevních šroubů neodpovídá vždy předepsaným parametrům, přitom stanovení reálné délky již zabudovaných kotevních šroubů je velmi obtížné.

Pracovníci Ústavu stavebního zkušebnictví FAST VUT v Brně navrhli a v praxi odzkoušeli kontrolu ultrazvukovou impulsní metodou, pomocí které je možné s velkou přesností stanovit délku již zabudovaných kotevních šroubů.

1. ÚVOD

V posledních letech jsme svědky prudkých změn v počasí, které se projevují neobyčejně silnými vichřicemi, přivaly sněhu a deště a prudkými výkyvy teplot. Dosud se nedá s jistotou tvrdit zda se jedná o průvodní jev globálního oteplování, či zda jde jen o náhodné anomálie chování počasí. Každopádně mají tyto vlivy počasí zásadní vliv na stabilitu a bezpečnost konstrukcí průmyslových, sportovních a obchodních objektů.

Přitom spolehlivost především halových objektů, které jsou mnohdy prováděny jako montované konstrukce, závisí především na kotvení sloupů do základové, resp. podkladní konstrukce. Kotvená konstrukce může být přitom jak ocelová, tak betonová, nebo kombinovaná.

Únosnost kotevních šroubů (kvalita kotvení) závisí především na materiálu podkladní konstrukce, jehož pevnost je však poměrně snadno zjistitelná nedestruktivními i destruktivními metodami. Důležitá je též technologie fixace kotev do konstrukce a kvalita kotvicího tmelu, na kterých je únosnost kotevních šroubů též závislá. V neposlední řadě závisí únosnost kotevních šroubů na délce ukotvení. Zkušenosti z kontrol několika realizovaných staveb ukázaly, že ne vždy kotevní šrouby dosahují předepsaných délek. Bylo zjištěno, že realizační firmy kotevní šrouby zkracují, pokud nejde otvor pro kotevní šroub v předepsané délce odvrtnat a tím může dojít v případě jeho vytržení ke statickému narušení staveb. Byla zvažována celá řada metod, jak stanovit délku zabudovaných kotevních šroubů. S úspěchem byla odzkoušena nedestruktivní metoda – ultrazvuková impulsní odrazová metoda – přístrojem SONIC 136P od firmy STAVELEY INSTRUMENTS INC. – USA.

¹ Hobst Leonard, Doc., Ing., CSc. – Ústav stavebního zkušebnictví, FAST VUT v Brně, 54114 7836, hobst.l@fce.vutbr.cz

² Vítek Lubomír, Ing. - Ústav stavebního zkušebnictví, FAST VUT v Brně, 54114 7825, vitek.l@fce.vutbr.cz

2. PRINCI ULTRAZVUKOVÉ METODY KONTROLY

Ultrazvuková impulsní metoda se používá převážně ve strojírenských závodech na kontrolu kvality svarových spojů, resp. kvality odlitků. Při vhodném nastavení přístroje a použití vhodných sond je možné ultrazvukovou metodu použít pro měření tloušťky ocelových výrobků.

Tohoto způsobu kontroly se však používá převážně u trojrozměrných výrobků. Kotevní šrouby jsou však tělesa jednorozměrná (mají velkou délku k relativně malému průměru) a proto bylo třeba laboratorně odzkoušet, zda se dá ultrazvuková metoda pro kontrolu délky šroubu skutečně použít. Jako zkušební vzorek byl zvolen kotevní šroub Ø 30 mm o délce 380 mm, který se nejčastěji vyskytoval u kontrolovaných staveb. Bylo nutno ověřit, zda UZ impuls vyslaný z budiče podélně po délce šroubu se odrazí od jeho konce a vrátí se zpět do UZ sondy. Bylo nutno ověřit, jaký vliv mají závit vytvořené po celé délce kotevního šroubu na UZ signál.

3. LABORATORNÍ ODZKOUŠENÍ MĚŘENÍ DÉLKY KOTEVNÍCH ŠROUBŮ

Ultrazvukový přístroj bylo nutno nastavit tak, aby mohl měřit délky do 400 mm. K nastavení byla použita měrka K1, jejíž výška je 100 mm. Jako měřicí sonda byla zvolena sonda o frekvenci 5 MHz (obr. 1). Při této vysoké frekvenci je sice nutno uvažovat s relativně vysokým



Obr. 2 Zkalibrování UZ přístroje na délku kotevního šroubu



Obr. 1 Nastavení rozsahu UZ přístroje na 400 mm na měrce K-1

bylo nutno nastavit na atenuátoru přístroje činí 30 dB.

Při tomto nastavení bylo možné odečíst délku kotevního šroubu s velkou přesností. Na koncové echo, zobrazené na UZ přístroji nemá vliv šikmé zkosení konce šroubu.

4. PRAKTICKÉ ODZKOUŠENÍ ULTRAZVUKOVÉ METODY PRO STANOVENÍ DÉLKY KOTEVNÍCH ŠROUBŮ

Délka kotevních šroubů byla odzkoušena na pěti ukotveních nosných sloupů sportovní haly. Každý ze sloupů měl být původně ukotven dvěma hlavními šrouby. Vzhledem k tomu, že původně navržená rozteč kotevních šroubů z technologických důvodů nevyhovovala (byly situovány nad technologickým otvorem), byla kotevní deska sloupů rozšířena přidáním nové, větší ocelové desky. Obě desky byly sešroubovány a nová deska obsahovala zase dva kotevní šrouby hlavní a jeden šroub pomocný (obr. 3). Přitom celková délka kotevních šroubů byla předepsána 380 mm.



Obr. 3 Pohled na ukotvení ocelového sloupu

Před měřením bylo nutno čela kotevních šroubů zarovnat elektrickou rozbrušovačkou (obr. 4). Většina čel šroubů totiž nesla nerovné stopy



Obr. 4 Zabroušení horního povrchu šroubu

po jejich zkracování. Na čela šroubů pak byl nanesen kontaktní prostředek (vazelína) a na obrazovce UZ přístroje byla odečtena délka kotevního šroubu (obr. 5).



Obr. 5 Měření délky kotevních šroubů

Naměřené výsledky jsou přehledně sestaveny do 5 tabulek, ve kterých je uvedena celková délka kotevních šroubů a též vzdálenost čela šroubu od líce kotevní konstrukce, ze které se dá přesně stanovit délka kotvení.

Tabulka č.1 Sloup č. 1 - naměřené délky kotevních šroubů UZ přístrojem

| Kotva číslo | Velikost | Celková délka kotvy [mm] | Délka kotvy nad betonem [mm] | Délka kotvy v betonu [mm] |
|-------------|----------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. | M30 | 250 | 90 | 160 |
| 2. | M24 | 90 | 90 | 0 |
| 3. | M24 | 90 | 90 | 0 |
| 4. | M30 | 255 | 95 | 160 |
| 5. | M30 | 335 | 120 | 215 |

Tabulka č.2 Sloup č. 2 - naměřené délky kotevních šroubů UZ přístrojem

| Kotva číslo | Velikost | Celková délka kotvy [mm] | Délka kotvy nad betonem [mm] | Délka kotvy v betonu [mm] |
|-------------|----------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. | M30 | 175 | 95 | 80 |
| 2. | M24 | 95 | 95 | 0 |
| 3. | M24 | 95 | 95 | 0 |
| 4. | M30 | 245 | 100 | 145 |
| 5. | M30 | 305 | 110 | 195 |

Tabulka č.3 Sloup č. 3 - naměřené délky kotevních šroubů UZ přístrojem

| Kotva číslo | Velikost | Celková délka kotvy [mm] | Délka kotvy nad betonem [mm] | Délka kotvy v betonu [mm] |
|-------------|----------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. | M30 | 250 | 90 | 160 |
| 2. | M24 | 90 | 90 | 0 |
| 3. | M24 | 90 | 90 | 0 |
| 4. | M30 | 250 | 100 | 150 |
| 5. | M30 | 290 | 110 | 180 |

Tabulka č.4 Sloup č. 4 - naměřené délky kotevních šroubů UZ přístrojem

| Kotva číslo | Velikost | Celková délka kotvy [mm] | Délka kotvy nad betonem [mm] | Délka kotvy v betonu [mm] |
|-------------|----------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. | M30 | 250 | 110 | 140 |
| 2. | M24 | 120 | 120 | 0 |
| 3. | M24 | 130 | 130 | 0 |
| 4. | M30 | 195 | 100 | 95 |
| 5. | M30 | 265 | 120 | 145 |

Tabulka č.5 Sloup č. 5 - naměřené délky kotevních šroubů UZ přístrojem

| Kotva číslo | Velikost | Celková délka kotvy [mm] | Délka kotvy nad betonem [mm] | Délka kotvy v betonu [mm] |
|-------------|----------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. | M30 | 240 | 100 | 140 |
| 2. | M24 | 130 | 130 | 0 |
| 3. | M24 | 130 | 130 | 0 |
| 4. | M30 | 250 | 110 | 140 |
| 5. | M30 | 270 | 115 | 155 |

5. ZÁVĚR

Ultrazvuková měření délky kotevních šroubů prokázala, že předpokládané kotvící délky – 300 mm v podkladním materiálu nebylo dosaženo ani u jedné kotvy. V průměru bylo dosahováno polovičné délky - cca 150 mm a u nejkratší kotvy byla hloubka ukotvení pouze 80 mm.

Měření délky kotevních šroubů ultrazvukem se plně osvědčilo jako velmi mobilní a dostatečně přesné.

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci činnosti Centra integrovaného navrhování stavebních konstrukcí CIDEAS a za podpory projektu GAČR 103/05/0085 a projektu GAČR 103/06/0891