FOTOELASTICIMETRICKÝ VÝZKUM NAPJATOSTI PŘI KOTVENÍ PŘEDPÍNACÍCH LAN

Ing.Miloš Čenský,CSc.
Stavební fakulta ČVUT, Praha

Při kotvení předpínacích lan, které se čím dále tím častěji používá při stavbě většiny náročných železobetonových staveb, docházelo nezřídka k přetržení lana. Na žádost provádějícího podniku byl na našem pracovišti proveden fotoelasticimetrický výzkum napjatosti při přenášení síly z předpínacího lana přes čelisti do kotevní objímky. Úkolem výzkumu bylo určení vlivu jednotlivých faktorů komplexu kotvy na koncentrace napětí a návrh úpravy, zajišťující co největší bezpečnost kotvení. Výzkum byl proveden na rovinném modelu z epoxidové pryskyřice.

Model byl vyroben v měřítku 1 : 1 se dvěma variantami úhlu objímky a několika variantami úhlů čelisti. Dále byly zkoumány tři varianty při odlehčení objímky na horním konci.

Model sestával z tyčky modelující lano, opatřené v dostatečné vzdálenosti otvorem pro přenos zatížení, dále dvou klínů modelujících čelist a dvou dílů s příslušnými úhly, modelujících objímku. Model byl umístěn do velmi tuhého duralového rámečku, jehož spodní strana byla přerušena, aby tudy mohla procházet tyčka, modelující lano. Proti roztažení rámečku od vodorovných složek sil byla spodní strana z obou stran překryta pásky z plexiskla tloušťky 10 mm stejně vysokými jako spodní strana rámečku. Pevné sešroubování zaručilo dostatečnou tuhost rámečku ve vodorovném směru při zachování možnosti sledovat izochromaty po celé ploše modelu. Díly modelující objímku se opíraly o stěny rámečku. Model byl sestavován tak, že nejprve byly v rámečku všechny části volně usazeny, pak byly klíny mírnou silou zatlačeny a celý rámeček byl dán do velkého zatěžovacího rámu, kde byla tyčka modelující lano prostřednictvím čepu v otvoru zatížena silou 600 N.

Byly prováděny zkoušky s dosedacími plochami buď čistými, nebo pro zvýšení tření mezi lanem a čelistí natřenými nejjemnějším brusným prachem a pro snížení tření mezi čelistí a objímkou natřenými molybdénem. V tomto případě nedocházelo ani při velmi malém zatlačení klínů k proklouznutí lana, ale na výslednou

napjatost toto opatření vliv nemělo.

Při zatížení 600 N bylo v laně rovnoměrné namáhání v podélném směru odpovídající izochromatě 3,2Δ . V místech ukotvení jsou pak izochromaty vyšších řádů, neboť lano je svíráno čelistí a k podélnému tahovému namáhání se přičítá příčné tlakové, takže hodnota izochromaty se zvětšuje.

Výzkum byl prováděn tak, že pro různé kombinace velikosti úhlů čelisti a otvoru v objímce byly proměřeny izochromaty a vyneseny průběhy rozdílů hlavních napětí v ose lana. Již tyto výsledky ukázaly přesvědčivě na příčinu poruch lan. V případě, že úhly čelisti a objímky byly stejné, byla v ose lana maximální izochromata 5,5Δ . Vůbec největší řád izochromaty na kontaktu lana a čelisti byl 7Δ .

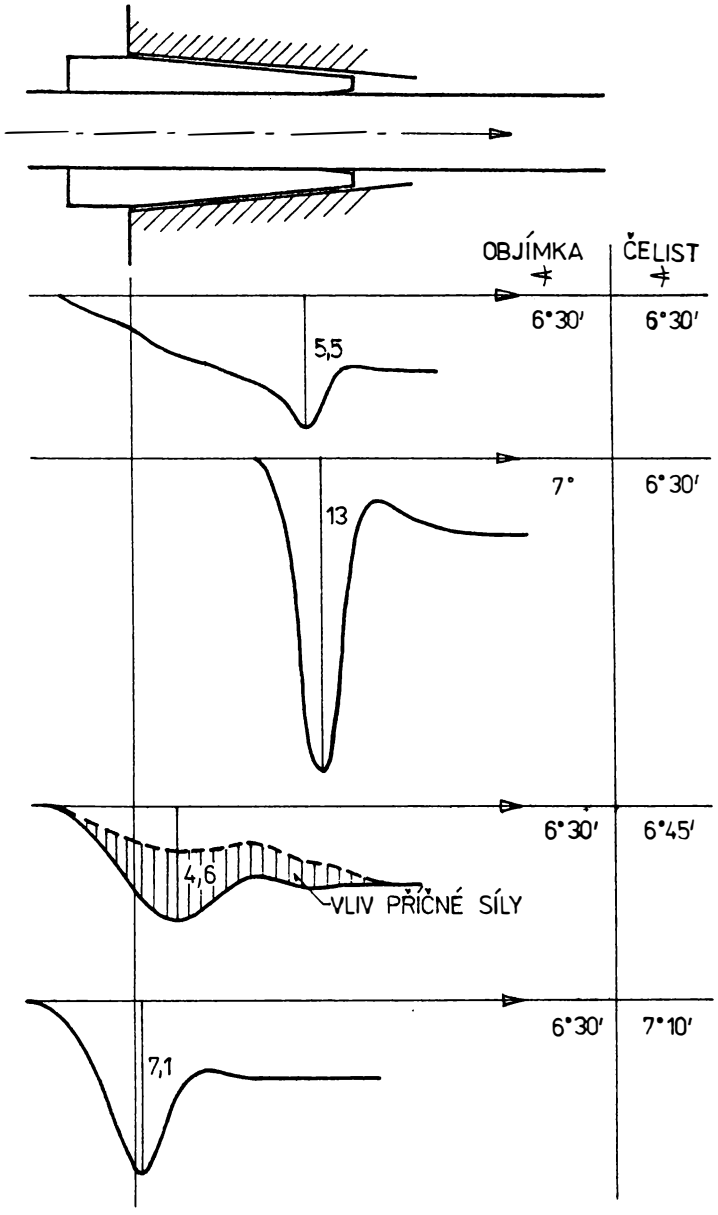
V případě, že úhel čelisti byl menší než úhel objímky, soustředila se veškerá příčná síla prakticky do jednoho bodu. Izochromaty ukazují protilehlé působení dvou sil, jako při sevření kleštěmi. V ose lana je izochromata řádu 13Δ a maximální koncentrace v bodě působení příčné síly je 28Δ .

V případě, že úhel čelisti je o málo větší (15′) než úhel objímky, je situace obzvláště příznivá. Maximální hodnota izochromaty v ose je 4,6Δ a koncentrace na kontaktu jsou jen nepatrně vyšší. Podstatné je, že toto maximum je v místě, kde podélné napětí od předpínací síly je již jen 56 % původního napětí, jak vyplývá z odečtení hodnot izochromat, získaných po odtížení modelu, které vyjadřují vliv příčné síly.

V případě, kdy úhel objímky byl o 40′ menší, než úhel čelisti, došlo naopak ke zbytečně velkým koncentracím ve vzdálenější části čelisti. Maximální hodnota izochromaty v ose je 7,1Δ a na kontaktu 8Δ . Přesto je tento případ podstatně příznivější než případ popisovaný jako druhý, neboť hodnoty koncentrací jsou jednak menší, jednak v místech, kde napětí lana již není maximální.

Výzkum jasně ukázal hlavní příčinu praskání předpínacích lan. V případě, že vlivem výrobních tolerancí je úhel čelisti menší než úhel objímky, je lano doslova přeštípnuto v místě začátku čelisti. Bylo proto okamžitě rozhodnuto zadat výrobu čelisti tak, aby její úhel byl o 10′ až 15′ větší než úhel otvoru.

Tento příspěvek chce demonstrovat případ, kdy celkem jednoduchým výzkumem bez pracného vyhodnocování lze pomocí fotoelasticimetrie výrazně přispět k ekonomice výroby a bezpečnosti.


OBJÍMKA
ČELIST
6°30′
6°30′
5,5
7°
6°30′
13
6°30′
6°45′
4,6
VLIV PŘÍČNÉ SÍLY
6°30′
7°10′
7,1