



1

# 1500TUNOVÉ PREFABRIKOVANÉ BETONOVÉ PILÍŘE 1500-TONNE PRECAST CONCRETE V-PIERS

Chengrui Hu, Yanhua Wang, Stephen TM Mak

V článku je popis inovačního návrhu a konstrukčního řešení deseti velkých betonových prefabrikovaných pilířů ve tvaru písmene V pro most přes záliv v čínském Hongkongu. Aby byly pilíře dlouhodobě odolné vůči mořskému prostředí, byl každý z pilířů navržen jako jeden prefabrikovaný prvek o hmotnosti 1 500 t, což umožnilo rychlou výstavbu na místě s minimálními nutnými dočasnými pracemi.

The article describes the innovative design and construction solutions adopted for ten mega-size precast concrete V-piers on a new marine bridge crossing in Hong Kong, China. To overcome the long-standing challenges for concrete construction in the marine environment, the concrete V-pier was designed as a single precast unit weighing 1500 tonnes, which enabled fast erection on-site with minimal temporary works required.

<b>Hlavní dodavatel</b>	China Road and Bridge Corporation
<b>Konstrukce a montáž betonových pilířů</b>	Meinhardt-Hewson
<b>Zahájení projektu</b>	červenec 2018
<b>Stavba betonových pilířů</b>	dokončena na začátku roku 2021
<b>Předpokládané dokončení projektu</b>	2022

2



**1** Pohled na dokončený prefabrikovaný betonový pilíř (pohled z moře) **2** Dokončené prefabrikované betonové pilíře (pohled z jihu)

1 Close up view of a completed precast concrete V-pier (view from sea) 2 Overview of completed precast concrete V-piers (view from south)

V posledních desetiletích byla v Hongkongu postavena řada mostů s dlouhým rozpětím, které neustále posouvají hranice mostního stavitelství. K působivému portfoliu ikonických mostů v Hongkongu patří např. Tsing Ma Bridge postavený v devadesátých letech, Stonecutter Bridge postavený kolem roku 2000 a Hong Kong – Zhuhai – Macao Bridge dokončený v roce 2010.

V současnosti se v samém srdci Hongkongu v oblasti Tseung Kwan O dokončuje nový most. Jedná se o dvouproutý dálniční viadukt délky 1,8 km přes záliv Junk Bay, který je součástí nového spojení východ-západ nezbytného pro odlehčení přetížené stávající silniční sítě. Mezi výrazné prvky projektu patří deset speciálně tvarovaných betonových pilířů



3

ve tvaru písmene V, které nesou ob-  
loukový most s hlavním polem délky  
200 m a přilehlá pole.

### Konstrukční řešení

Každý pilíř má horizontální příčný  
nosník a dvě dovnitř nakloněné no-  
hy. Výška betonových pilířů se pohy-  
buje od 5,5 do 16,5 m kvůli požado-  
vanému spádu mostovky a jejich ty-  
pická tloušťka je 4 m. Délka většiny  
příčných nosníků je 22 m, výjimkou  
je příčný nosník u koncového pilíře,  
kde je z důvodu napojení rozdvoje-  
né mostovky délka zvětšena na 50 m.  
Vzhledem k tomu, že příčné nosníky  
jsou delší než podepření sloupy pod  
nimi, je jejich významná část navrže-  
na jako konzola v délce 3 až 15 m.

Důležitou součástí návrhu bylo zvý-  
šení trvanlivosti betonových pilířů, kte-  
ré budou během své 120leté životnosti  
vystaveny drsnému mořskému prostře-  
dí, jakož i optimalizace výstavby s cílem

3 Dokončené prefabrikované betonové pilíře (pohled ze severu) 4 Optimalizace dosažená použitím  
prefabrikovaných betonových pilířů 5 Analýza návrhu ukazující zlepšení konstrukčního systému  
díky použití prefabrikovaných betonových pilířů 6 Osazení prefabrikovaného betonového pilíře na  
základový blok

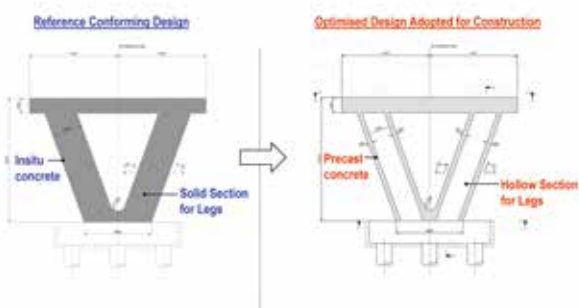
3 Overview of completed precast concrete V-piers (view from north) 4 Optimisation achieved by  
the precast concrete V-piers solution 5 Design analysis showing the improvement structural system  
enabled by the precast concrete V-piers solution 6 On-site erection of a precast concrete V-pier

ji v maximální možné míře zkrátit a sou-  
časně minimalizovat rizika.

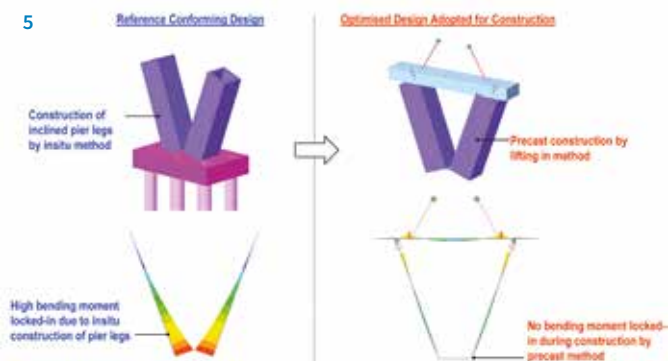
K dosažení těchto cílů byla do ná-  
vrhu implementována řada optima-  
lizací. Nejprve byla monolitická kon-  
strukce každého pilíře z původního  
návrhu změněna na jediný prefabri-  
kovaný prvek, aby jej bylo možné vy-  
robit v prostředí prefa výroby s lepší  
kontrolou kvality. Při prefabrikaci mů-  
že být navíc eliminován ohybový mo-  
ment v konstrukci, který by narůstal  
v případě betonování po částech na  
stavbě. Proto mohly být předpínací  
kabely v příčném nosníku nahrazeny  
dodatečnou výztuží, což zjednodušilo

konstrukci a snížilo nároky na údrž-  
bu. Významnou úsporu znamená také  
fakt, že jsou nohy pilířů duté místo pl-  
nostěnných. Podstatné snížení vlastní  
tíhy konstrukce umožnilo zmenšení  
základů a i tím snížení nároků na do-  
pravu a montáž. A v neposlední řadě  
byl 3 m vysoký základový blok po-  
depřený pilotami navržen jako dvě  
samostatné části, takže spodní část  
mohla být použita k dočasnému po-  
depření prefabrikovaného pilíře bě-  
hem jeho montáže, zatímco betoná-  
ží horní části bylo následně zajištěno  
trvalé monolitické spojení základu  
s pilířem.

4



5



K zajištění ochrany pilířů proti korozi byl použit beton C45/55. Ve spodní části, která bude vystavena přímému kontaktu s mořskou vodou, je minimální krycí vrstva 75 mm a limitní šířka trhlin byla omezena na 0,15 mm, aby se minimalizoval potenciální průnik chloridů. Kromě toho byla ve vnějších vrstvách v blízkosti krycí vrstvy přidána prutová výztuž z nerezové oceli. V horní části je betonová krycí vrstva 50 mm s limitní šířkou trhliny 0,25 mm.

### Prefabrikáty a doprava

Betonové prefabrikáty byly vyrobeny poblíž Šen-čenu v pevninské Číně. Pro jejich odlévání byly vyrobeny robustní ocelové formy s dočasnými podpěrami. Odlévání začínalo nohama, které byly obvykle odlity ve dvou taktách, a poté následoval příčník. Byla zavedena přísná a komplexní kontrola kvality k ověření prefabrikátů v průběhu celého procesu odlévání.

Odlévací forma byla vhodně umístěna vedle mola, takže hotový prefabrikát bylo možné zvednout přímo na přepravní člun. Výška pilířů představovala pro námořní dopravu výzvu, zejména pokud šlo o udržení stability

člunu ve vlnách a ve větru. K tomu byl na člun instalován ocelový podpěrný rám vyrobený na míru.

### Výstavba

Přepravní člun s pilířem zakotvil poblíž místa základu. Poté byl nasazen plovoucí jeřáb, který prefabrikovaný pilíř zvedl a umístil na spodní část základového bloku. Tento proces zvedání a umísťování včetně souvisejících úprav polohy byl obvykle dokončen do jedné hodiny, což potvrdilo časovou efektivitu dosaženou zvoleným řešením. Do spodní části nohou byly zapuštěny ocelové sloupy, které sloužily jako dočasné podpěry v průběhu osazování. Aby byla zajištěna stabilita pilíře proti účinkům větru v průběhu jeho osazování na základ, byly na spodní části základového bloku osazeny kotevní prvky, díky kterým bylo možné pilíř do základového bloku zakotvit velice rychle a efektivně. Následně byla vybetonována horní část bloku k zajištění monolitického spojení základů s pilířem.

### Závěr

Realizace spodní stavby železobetonové mostní konstrukce v mořském prostředí je trvalou výzvou zejména v oblastech, které pravidelně čelí tajfunům, protože vyžaduje zvýšené nároky na kvalitu a bezpečnost a s tím související vyšší náklady. Konstruktivní řešení přijatá pro betonové pilíře tohoto projektu přenesla většinu stavebních činností ze staveniště v moři do pevninské továrny, kde lze tato rizika buď zcela eliminovat, nebo podstatně zmírnit. Proto bylo dosaženo velmi úspěšného výsledku, což může být inspirujícím příkladem pro další betonové stavby na moři.

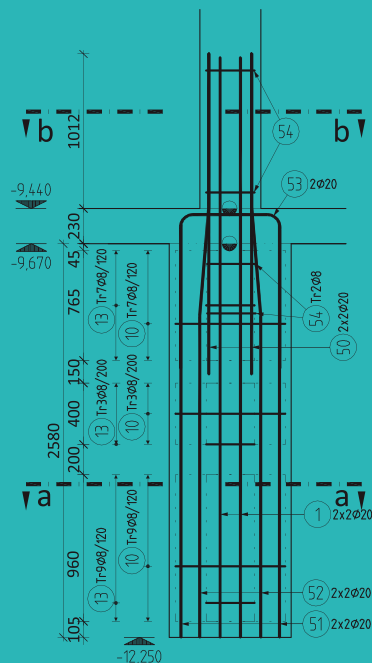
Chengrui Hu  
Hewson Consulting  
Yanhua Wang  
China Road and Bridge Corporation  
Stephen TM Mak  
Meinhardt Infrastructure and Environment

Článek byl uveřejněn v časopise Concrete v květnu 2021, Vol. 55, Issue 4.

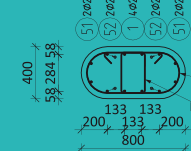
Acknowledgement James Luckey,  
The Concrete Magazine, UK

Připravila Lucie Šimečková, redakce

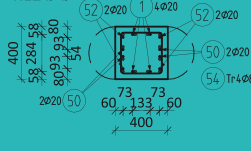
# # RECOC BETON



ŘEZ a-a



ŘEZ b-b



Vázaná výztuž

- # software vyvinutý projektanty pro projektanty
- # zdokonalovaný 30 let podle potřeb armovačů
- # několik set aktivních uživatelů v ČR i SR
- # moduly pro parametrické vyztužování subkonstrukcí

www.recoc.cz

**RECOC**  
S.R.O. - STATICKÁ KANCELÁŘ

Navazující skupiny programů

**REBIM<sup>3D</sup>** a **RENEX<sup>3D</sup>**