



موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸
آموزشهای تخصصی عمران و معماری

تغییر شکل یک پل باور نکردنی به تونل



Educational and Engineering institute 808
Specialized training in Civil and Architecture

تلفن: ۰۲۱۸۸۲۷۲۶۹۴

www.civil808.com

زمستان
۹۴

اتصال دو کشور دانمارک و سوئد از طریق پل ارسوند Oresund Bridge صورت می گیرد. مهندسی این پل فوق العاده و منحصر به فرد است. طول کلی این پل ۱۲ کیلومتر است و علاوه بزرگ راه، یک خط راه آهن را نیز شامل می شود. این پل پس از طی ۸ کیلومتر تبدیل به تونلی در زیر آب به طول ۴ کیلومتر می شود. پهنای مسیر این پل ۲۳/۵ متر است. پل ارسوند در سال ۲۰۰۰ افتتاح شد. این پل حجم زیادی از کابل های داده ای و ضروری اینترنتی را قاره اروپا را منتقل می کند. در واقع این پل بزرگ ترین پل بزرگراهی و راه آهنی در قاره اروپا است که برنده چندین جایزه در زمینه طراحی و مهندسی شده است.

اتصال تونل به جزیره ای مصنوعی به مساحت دو کیلومتر مربع ضرورت داشت ولی این امر مستلزم این بود که طرح مناسبی برای این جزیره انتخاب شود. مهندسان و معماران دست اندر کار ساخت پل، با محدودیت های دلهره آوری روبرو بودند. این پل باید به اندازه کافی مرتفع و عریض ساخته می شد تا عبور و مرور ترافیک دریایی در حجم زیادی از طریق این کانال پر رفت و آمد میسر می شد. علاوه بر این فرودگاه کپنهاگ در نزدیکی محل این پل، نیازمند این بود که هوا کیفیت مناسب برای پرواز را داشته باشد. نگرانی در رابطه با برخورد هواپیما با برج های تکیه گاهی پل منجر شد تا طراحان پیشنهاد ساخت تونلی در زیر آب را ارائه کنند.

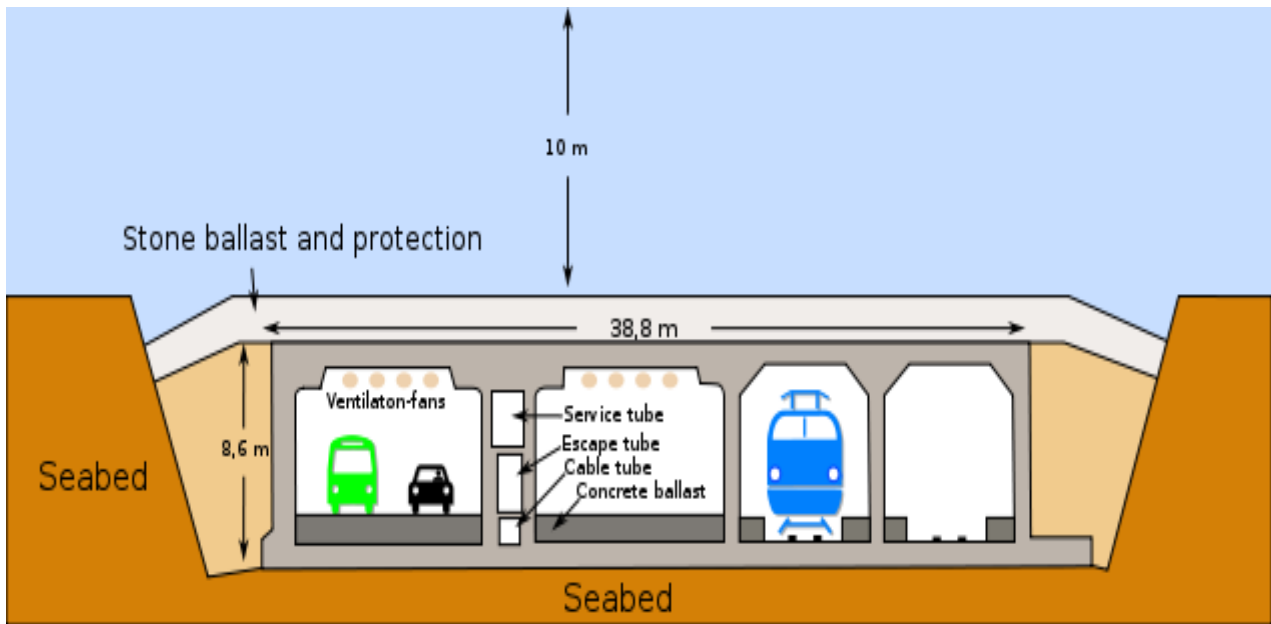


شرکت مهندسی دانمارکی COWI به همراه جورج روتن (George K.S Rotne) به عنوان معمار پروژه از طراحان و برنامه ریزان اصلی این پروژه بودند. یک مسابقه طراحی برای تعیین این که سازه پل و تونل چگونه ساخته شود، برگزار شد. یکی از طرح های پیشنهادی که بزرگ ترین پل قوسی جهان محسوب می شد به دلیل ترس از برخورد کشتی با آن مانع از پذیرش طرح توسط مهندسان شد. عبور خط آهن از زیر بزرگ راه از احتیاجات این پل بود به دلیل این که استحکام و احتیاجات دهانه ها به یک اندازه دارای اهمیت بودند، طرح یک پل کابلی برای دهانه اصلی انتخاب شد.

یک پل کابلی، تکیه گاه را به واسطه کابل های تکی و منحصر به سازه برج اصلی متصل می کند تا جا به جایی ها به حداقل برسد. مهندسان به منظور کاهش حوادثی چون سقوط و یا برخورد هواپیما با پل، تصمیم گرفتند تا از اتصال قسمت فوقانی تکیه گاه ها به یک دیگر خودداری کنند. اساساً برج های تکیه گاهی به گونه ای هستند که اگر یکی از آن ها طی حوادث ذکر شده آسیب ببینند، پل دیگر احتمالاً قادر خواهد بود که نقش تکیه گاهی برج دیگر را نیز تامین کند.

ساخت پل ارسوند به نوبه خود یک شاهکار بود، با این حال نیاز بود که یک تونل برای تکمیل این بزرگ راه ساخته شود. یک مشکل ناچیز وجود داشت و آن عدم وجود جزیره ای برای اتصال به بزرگ راه بود. طی یک قرارداد بزرگ، حجمی از سنگ و خاک از بستر دریا برداشته شد و پس از آن عملیات ساخت یک جزیره مصنوعی به نام پبرهلم (Peberholm) آغاز شد.

با توجه به مصالحی که از سطح دریا برداشته شد، حفر یک تونل با طرح مورد نظر امکان پذیر نبود، بنابراین مهندسان تصمیم گرفتند سطح دریا را با ۵۵ میلیون کیلوگرم قطعه ثابت بپوشانند. این قطعه ها توسط ۷ قایق یدک کش به محل مورد نظر منتقل شد. سازه این پل را می توان در شکل زیر مشاهده کرد.



سازه نهایی با هزینه ای بالغ بر ۴/۵ میلیارد دلار ساخته و تکمیل شد. روزانه ۱۷ هزار وسیله از این مسیر گذرمی کنند و از آن جایی که افراد باید برای عبور و مرور از این پل عوارض پرداخت کنند، انتظار می رود که این جاده به مدت ۳۰ سال پس از تکمیل بتواند هزینه های خود را از محل اخذ عوارض تامین کند. تقریباً همه اجزای سازه پل و تونل پس از ساخت روی خشکی توسط قایق های مخصوصی به دریا منتقل شد. فونداسیونی که چهار برج تکیه گاهی روی آن واقع شده، به صورت جداگانه و مستقل اجرا شد.

همچنین لازم است که بازرسی ها و مراقبت های روزانه از موتور های خاصی که زیر خط آهن هستند، اعمال شود.



در طول عملیات ساخت و ساز، باید مراقبت دقیقی در رابطه با گرد و خاک حاصل از عملیات ساخت که موجب آسیب و یا آلودگی محیط اطراف می شدند، صورت می گرفت. در واقع، جزیره مصنوعی و اکوسیستم اطراف آن تبدیل به منطقه ای برای زیست شناسان و زیستگاه ۵۰۰ نوع گیاه شد. این پروژه همراه با اثرات بزرگی روی محیط زیست بود، هر چند که این روندی طبیعی در همه پروژه های مشابه به حساب می آید.

با این که این پروژه جدید نیست، ولی هنوز هم می توان آن را از شاهکار های مهندسی به حساب آورد. این پروژه یکی از هشت پروژه پل و تونل متصل به هم در جهان است.

