



پلهای معلق (Suspension Bridge)

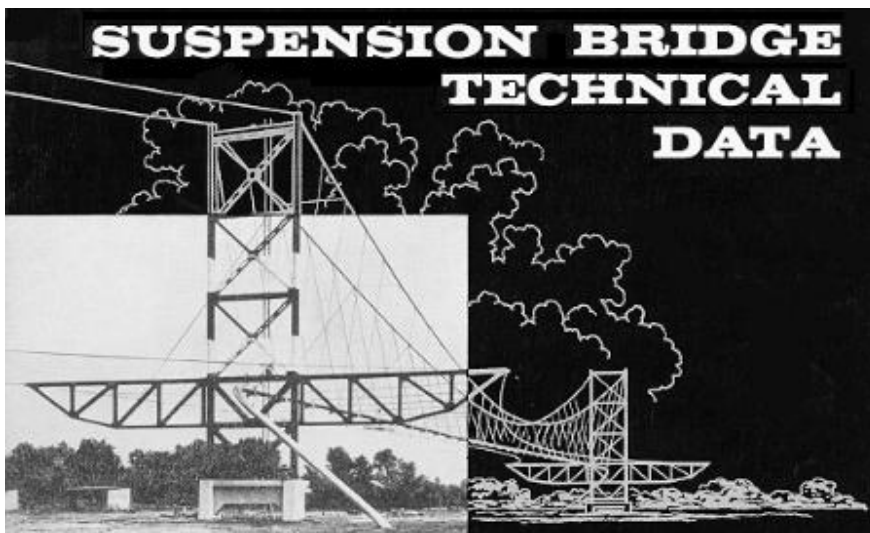
محمد حسام حدیدی عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد کرمانشاه

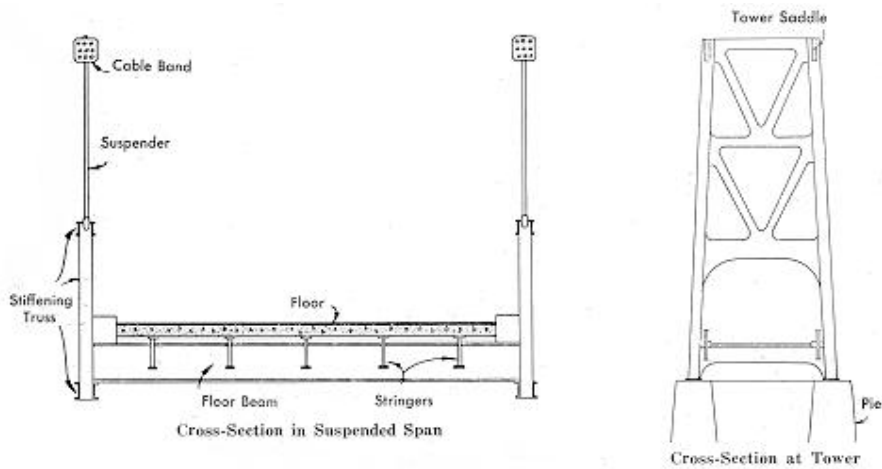
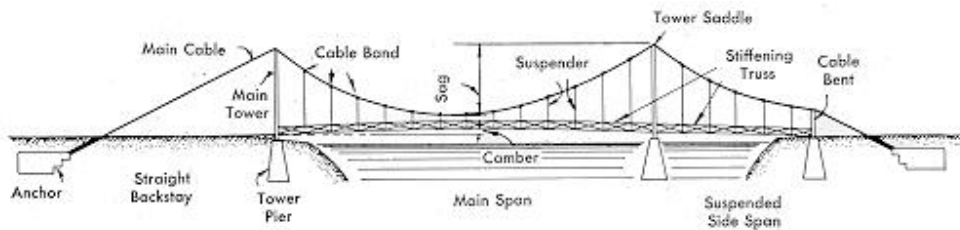
EMAIL Hessam777@hotmail.com

چکیده

از تمام انواع پل هایی که امروز استفاده می شوند ، پل معلق طویل ترین دهانه را دارد . در اولین نگاه پل معلق و طناب سیمی مهار شده پل ها ممکن است شبیه به نظر برسند ، اما آنها کاملاً متفاوت هستند . اگر چه پل های معلق منجر به دهانه طویل در تکنولوژی امروزی می شوند ، آنها در کیفیت شکل قدیمی یک پل هستند . بعضی مثالهای ابتدایی پل های معلق از درخت مو (تاک) و طناب هایی به جای سیم های امروزی استفاده می کردند و توسعه فلزات و استفاده از میله های آهنی مرتبط و زنجیر جانشین اشکال قدیمی خود شده است . اما آن مقومه طناب های سیمی فولادی بود که به دهانه های بالغ بر 500 متر را مجاز می کرد پل هایی با ساختار واقعی باشند . امروزه پل آکاشی کایکیو دهانه مرکزی طولانی ترین پل جهان در 1991 متر می باشد .

کلمات کلیدی : پل معلق - کابل - کشسانی پل





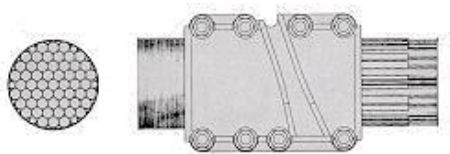
1- کابلهای سیم موازی

این نوع کابل از شمار زیادی از سیم های منحصر که با دیگری موازیند ساخته شده است. نه کابلها نه سیم در عملکرد خود دچار تغییر نشدند. سیم ϕ به مکان سیلندر های ویژه سیم هایی که نصب شده است روی پل یا بعدا منتقل می شود برای شکل گرفتن سطح برش خورده با هم متر اکم می شود . کابلهای زوج نوع مورد استفاده که مثل پل گلدن گین و پل جرج واشنگتن قرار می گیرند.



2- ساخته های نزدیک ، کابل های سیمان موازی

این خلاصه چندین پلهای گالوانیزه شده ساخته شده است که همه که سیم ها موازی و در تمایل با دیگری هستند .
پرکننده های اکینیوم یا چوب مورد استفاده کابل آورده شده برای سطح برش خور مدور که بعد همه کابل با سیم
مورد استفاده قرار گرفت . کابل احتمالاً شامل سیمهای 7 و... خواهد بود . برای محافظت پوشیده شده

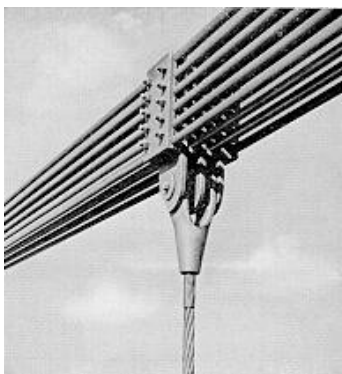


3- کابل های ریسمان موازی

ساخت آزاد: این نوع از کابل خلاصه ریسمان های پل گالوانیزه شده و ساخته شده که به شکل موازی هستند ولی با ،
است . این پیمانها معمولاً در شکل های مستطیل می یابند و شامل سیم های 2 و... هستند . دیگری ارتباط ندارند

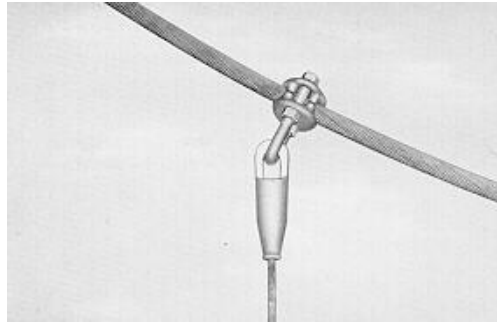
4- ، کابل های طناب موازی

این نوع با مدل بالا یکسان است بجز اینکه این مورد در جای ریسمان پل مورد استفاده قرار می گیرد .



5- کابل های تک ریسمانی یا تک طنابی

این کابل ها برای قواعد کوچک مورد استفاده قرار می گیرند .



6- کابلهای گالوانیزه پل

سالهای متوالی کابلهای اهمی بیشتر پلهای متحرک بزرگ و کوچک به سیمهای موازی نصب شده انحصاری در پل ختم می شد. روی پلهای کوچک این موضعهها برای روش گران بهبود بخشیده شده متعاقباً پل نوع متحرک جای گیری شد. نیروهای اقتصادی برای برشهای ظریف کمتر است.

استفاده از سیمهای ساخته شده برای این کابلها کمتر هزینه بر میدارد و محدود است زیرا ویژگی های کشسانی این ریسمانها نمی تواند پیش بینی شود و تا زمانی که پل چک شود اتیلید نمی شود. رابلین فرایند شناخته شده کشسانی را توسعه داد و آن را با ویژگی های ریسمانهای ساخته شده یا 'بهحال' نسل 1928 طنابی که می تواند کاملاً ساخته شود مقایسه کرد این طراحی خلاصه معینی عضو برای فشار بالای کارائی کشسانی و نگهداری آن بود تا زمانی که نتایج مورد نظر بدست می آمدند. از زمانی که این تمرین شروع شد برای طرح امکان وابستگی به طول ریسمان پل گالوانیزه ساخته شده یا طناب پل با مواد استقامت یکسان فراهم شده است بطوری که او قواعد این عضو استیل و فلزی را جایگیری کرده است این نتیجه فوری دارای سود های اقتصادی برای پلهای متحرک بود که طول های نازک کو تاه تری را دارا بودند. ریسمان پل گالوانیزه ساخته شده کشش می تواند وابسته به داشتن مدلهای کوچک کشسانی و 24 باشد. مدلهای کوچک طناب پل گالوانیزه 20 است.

7- نکته در مورد طراحی پل های معلق

روش کشسانی همچنین امکان اندازه گیری اعضا را برای طول دقیق در مغازه تحت نظر انعطاف کار پرا فراهم می کند. علاوه بر آن موقعیت خط مرکزی نقطه بالایی برج اصلی می تواند ساخته شود و روی هر کابل عنوان شود. موقعیت دو کابل همچنین قادر به ساختن و عنوان بندی عضوبرای هر کابل اصلی است. این پل متحرک به طور طبیعی دارای خواص انعطاف پذیری است در بسیاری از موارد بعضی از شکلهای اصلی باید در طراحی باهمبستگی داشته باشند. در بزرگراهها و پلهای عبور شکلهای رسمی پایین یا طراحی سیستم کابلی مربعی به شکل درستی مورد استفاده قرار می مثل خطوط لوله یا کمر بندی های انتقال دهنده بتن رسمی حذف می شود. 'گیرد. در بارگیری آماری پلها این اثر انتقال به درون پلهای متحرک ضرورت همبستگی سیستم ثابت باد طراحی شده را ایجاب می کند. این سیستم باد می تواند در سیستم کف طرح یا ضرورت رسمیت آن همبستگی ایجاد کند و در این صورت در بعضی موارد با



استفاده از سیستم کابل باد سود های اقتصادی بیشتری به دست می آید. انتخاب اندازه کابل اصلی می تواند بعد از بدون رفتن بارگیری تعیین شود. تخمین سریع و تقریبی اندازه کابل می تواند شکل زیر بدست آید

ویژگی بتن رسمی با درستی دقیق مکفی برای تخمین سختی توسط طراحی بی وزنی بتن که شکل می هنگک بار را بکار رود و تا حدود 405 پل نازک اصلی برساند. سیستم ثابت باد توسط استفاده از میزان ظریف بالا حمایت کند کردن از روشهای انتقال طراحی تخمین زده شود.

طرح سیستم کابل باد شبیه کابل اصلی است. به هر حال طرح سیستم کابل رسمی مربعی نیاز به تجزیه متعادل پل رپلینگ دارد که برای کمک به طرح در دسترس است. نیازهای اتصال یا با طرح ویژه پروژه با هم می آیند. برای کامل کند. خواننده تجزیه است باید ساخته شود پوشش این موضوع را که نیاز به کتاب طول دارد، طرحهای پل به هر حال باید به انتشارات مخصوص در این زمینه مراجعه، ای که تمایل به آشنا شدن با این شاخه از مهندسی دارد کند. بسیاری از این منابع اطلاعات و انتشارات عنوان شده است. تاریخ پلهای متحرک در کتابهای گرافیکی توسط جاکول دبولتن کشاورزی و مکانیکی دانشگاه تگزاس جزو این دسته هستند.

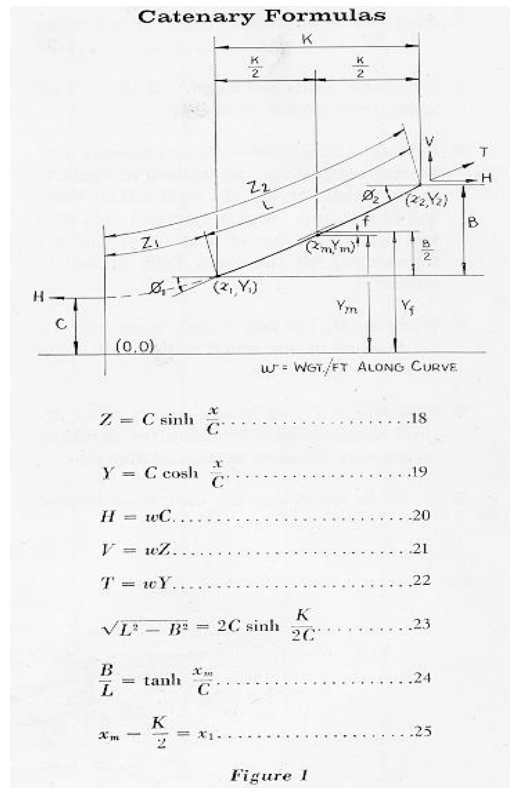
8- در باره محاسبه Erection پل

کابل آزاد غرق شده ارزیابی در کابلهایی که مورد مهم برای تعیین توسط کامپیوتر برای محاسبان پلهای متحرک باید تحت وزن خود شان فقط آویزان شوند. برای مطمئن شدن از بارگیری کامل پل و باقی مانده آن در ارتفاع در ست خواهد آمد.

به طور آشکار کابل دارای طول تخت کشش بار و طول کوتاه تر تحت کشش کابل آزاد 6 برای کشسانی هماهنگ است. به هر حال این روش همیشه دارای طول فشار یکسان از یک آهن به آهن دیگر است اگر این میزان یکسان باشد ویژگی های معمولی به خاطر می ماند. و شکل یافتن کابل آزاد غرق شده به شکل ساده تر از مکانیزم کاربردی کاهش می یابد. طول تحت فشار برای هر قسمت ظریف پل از شرایط بارگیری از بین رفته دریافت شده است. با خطای کابل آزاد بدست آمد که برابر است.

برای محصولات و قطعات ظریف تحت فشار در هر قسمت ظریف فشار بنائی وجود دارد. سختی های کابل آزاد با استفاده از فرمولهای کشاری به درستی اندازه گیری می شود. همانطوری که در شکل 1 نشان داده است یا توسط استاد از فرمولهای پارابولیک تخمین زده شده است و با عنوان فرمولهای تخمین برای تعیین کابل طولهای بندهای پلاستیکی و کشش کابل پیاده شده است.

تخمین سریع کابل آزاد و ویژگی های آن به شکل زیر آمده است.



شکل 1

1- بدست آوردن کشش و جابه جایی برای بارمرده هردهانه (ΔL)

$$\Delta L = \frac{HL^2}{KAE} \dots\dots\dots 26$$

L = طول کابل در هردهانه ft

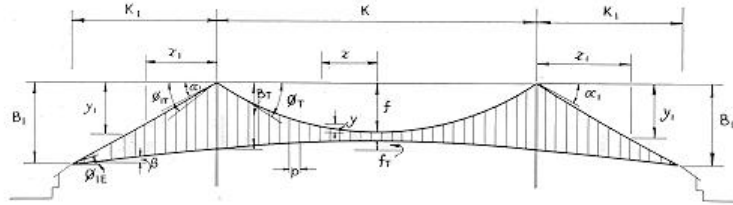
K = دهانه کابل ft

A = مساحت کابل Sq.in

E = مدول الاستیسیته p.s.i



Approximate Formulas for Determining Cable and Suspender Lengths and Cable Tensions



- w=Dead load total weight per foot, including cable and suspenders.
- V=Vertical component of cable tension.
- H=Horizontal component of cable tension.
- T=Cable tension.
- ϕ =Angle with horizontal of tangent to cable curve.
- α =Angle with horizontal of chord line joining ends of span.
- $n = \frac{f}{K}, n_1 = \frac{f_1}{K_1}$ (sag ratio).
- L=Length of cable in main span.
- L_1 =Length of cable in side span.

H (at dead load) = $\frac{wK^2}{8f} = \frac{wK_1^2}{8f_1}$	1
$Tan \phi$ (at any point in main span) = $\frac{8fx}{K^2}$	2
$Tan \phi_1$ (at any point in side span) = $\frac{4f_1}{K_1^2}(K_1 - 2x_1) + \frac{B_1}{K_1}$	3
$Tan \phi_T = \frac{4f}{K} = 4n$	4
$Tan \phi_{1T} = \frac{B_1 + 4f_1}{K_1} = tan \alpha_1 + 4n_1 = tan \alpha_1 + \frac{wK_1}{2H}$	5
$Tan \phi_{1B} = \frac{B_1 - 4f_1}{K_1} = tan \alpha_1 - 4n_1 = tan \alpha_1 - \frac{wK_1}{2H}$	6
$V = H tan \phi$	7
$T = H sec \phi$ ($sec \phi = \sqrt{1 + tan^2 \phi}$).....	8
$L = K (1 + \frac{8}{3}n^2)$	9
$L_1 = K_1 \left(sec \alpha_1 + \frac{8}{3}n_1^2 \right)$	10
$y = \frac{4fx^2}{K^2} = RN^2$ (Where N = Number of panels from mid-span to point x And $R = \frac{4fp^2}{K^2}$).....	11
y_T = Main span truss ordinate measured down from high point at mid-span = $R_T N^2$ (Where $R_T = \frac{4f_T p^2}{K^2}$).....	12
Main span suspender length = $y + y_T + S$ (Where S = Length of shortest suspender at mid-span.).....	13
$y_1 = 4f_1 \frac{x_1}{K_1^2} \left(1 - \frac{x_1^2}{K_1^2} \right) + x_1 tan \alpha_1$	14
y_{1T} = Side span truss ordinate measured down from point where line of suspender pins crosses tower = $x_1 tan \beta$. (Where side span truss is straight—the usual case.).....	15
Side span suspender length = $B_T + y_{1T} - y_1$ (Where B_T = Difference in elevation between P.I. of cable saddle and line of suspender pins at tower.).....	16
When side span is free, consider cable length a straight line, in which case $L_1 = K_1 sec \alpha_1$	17

2- بدست آوردن طول تحت فشار

$$U.L. = L - \Delta L \dots\dots\dots 27$$

3- طول کلی تحت فشار را برای کل دهانه ها را بدست آورده $(\sum U.L.)$



4- یک کابل آزاد را انتخاب و با محاسبه مرتب و منظم به عنوان نتیجه می بینید.

برای این کابل بتونی برای هر قسمت ضعیف شکل انقضا گروهی ستونهای نشان دهنده همه قسمت‌های ضعیف از ستون به ستون دیگر وجود خواهد داشت.

5- وقتی که که محصول برابر داد با قسمت دوم بدست آمده ارزش درست خواهد بود.

6- کابل آزاد غرق شده در هر قسمت ضعیف یا دیگر قسمت‌های مورد استفاده فرمولهای پارابولیک یا کنتاری که در بالا ذکر شد را پیدا کند .

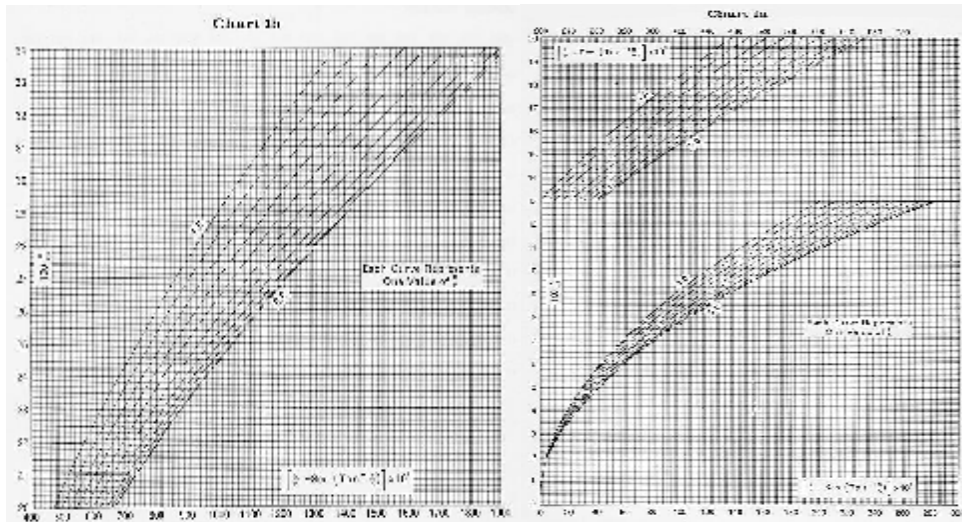
7- توجه داشته باشید که طولهای تحت فشار کابل در آزاد قسمت های ضعیف با آنی که از بار از دست رفته بدست آورده اند برابر نیستند . تفاوتها میزان حرکت‌های بالای برج از بارهای ازدست رفته برای موقعیت کابل های آزاد قابل ارائه است.

روش رسیدن به حرکتها بیرج از این تفاوتها در شکل پایین 2 نشان داده شده است .

در روی پلهای بزرگتر ضرورت ساختن محاسبان برای جدالهای گروه غرق شده احساس می شود این بخشها خط دیدن برای ساختن فرو رفتن درستاین ریسمانها ی آویزان را در هر قسمت ضعیف برای دما و موقعیت برج تعریف می کنند .

محاسبه ، در سالهای اخیر روش جایگزین شده سازندگی و ساختن برای کابل‌های اصلی ریسمانی که شامل اتلاف زمان منسوخ شده است. با استفاده از این روش جدید ، های زیاد ضروری برای آماده سازی جدول‌های دمای فرو رفتن دارد اولین ریسمانها باشیم در طبیعی در آنچور حبس با خط مرکزی بالائی برج اصلی دقیقاً در جای اصلی قرار گرفت بنابراین ریسمانهای مازاد به سادگی با اولین ریسمان هماهنگ شدند . این روش نیاز به مراقبت ویژه برای گرفتن بررسی دقیق موقعیت کلی برجهای مالن و آنچور حبس دارد. همچنین نیاز به ساختن کابلها برای بندازه گیری دقیق و ریسمانهای کابل اصلی دارد.

پیشنهاد میشود که آن روش ساختن قبل از سازگاری با رابلینگ مورد بحث قرار فت.



9- منابع

VINCI Construction, Paris; Ingerop, Paris; DOMI, Athens; and Geodynamique et Structures, Paris

VINCI Construction, Paris; and Aktor, S.A.; J&P-Avax Athena, S.A.; Proodeftiki; and Sarandopoulos, all of Athens

Buckland & Taylor, Vancouver, British Columbia

Supervision engineer: Faber Maunsell Ltd., London

Banks' technical adviser: Parsons Transportation Group, Inc., and Langan Engineering and Environmental Services, both of New York City