Archive of SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

بسمه تعالی

موضوع مقاله : پل دائم دریاچه ارومیه

نویسنده : مهندس حمیدرواسی کاشانی

چکیده :

در این مقاله با طرحها و روش های کاملا" ابتکاری وجدید برای حل مشکل پل دائم دریاچه ارومیه که بیشترهم مربوط به پی و پایه و یا فونداسیونهای این پل میشود آشنا میشوید وبدیهی است که نتایج بدست آمده میتوانند در مطالعات پروژه های دیگر، اعم از پلسازی ، اسکله سازی و از این قبیل که در یک چنین شرایط مشابهی ساخته میشوند نیز مفید واقع بشود .

مقدمه :

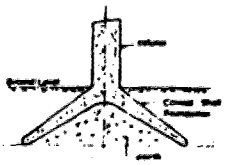
شرایط کاملا" خاص پروژه دریاچه نسبت به دیگر پروژه های انجام شده در سطح کشور از جهات گوناگون ، باعث میشود که به تناسب این شرایط ویژه ، طراحی ویژه ائی هم در جهت تقلیل هزینه های اجرائی وهمچنین اصولی ترشدن عملیات ومعقول ترشدن دیگر جنبه های مطالعاتی و اجرائی پروژه صورت بگیرد. ولذا بدین منظور بوده است که پا را از چهارچوب روش های متداول فراتر نهاده وروش ها و راه حل های تازه ای که به نظر حقیر رسیده است جهت اظهار نظر و بررسیهای بیشتر همکاران به مباحثه گذارده میشود. لازم به توضیح است که در همه این طرحها سعی شده است تا در حد امکان از بکارگیری چند عامل مختلف در سیستم سازه ائی یک پی استفاده شود، مثلا" با استفاده و اضافه نمودن دو عامل دیگر مقاومت خاک در برابر یک فونداسیون پوسته ائی ، شکل (۱) وزائده های غده ائی مانند شکل (۲) ، به عامل مقاومت اصطکاکی یک شمع معمولی سعی شده است تا نیروهای عکس العملی مورد نیاز را از طریق شمعهائی با عمق و یا طول کمتر تامین نمائیم، که در قسمت بعدی به توضیح بیشتر این روشها پرداخته میشود .وامید است بتوان با استعانت از خداوند منان و بررسی ها ومطالعات عمیق تر تکمیلی به نتایج مطلوب تری دست بیابیم، انشاء ا... .

www.SID.ir

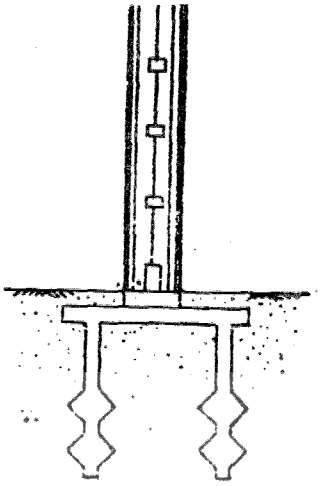
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل ۱) یک فونداسیون پوسته‌ای



شکل ۲) یک نمونه پی عمیق غده‌دار

شرحی از چگونگی های طرح :

در این بخش مشکل اصلی پل دریاچه که بیشتر در رابطه با لجنی و نامناسب بودن بستر دریاچه و در نتیجه مشکل فونداسیون های این پل وهمچنین خورنده گی شدید فولاد در بتن وخود بتن در سطوح تماس با آب وگل دریاچه می‌باشد به چهار طریقه حل شده است که به ترتیب به توضیح یک به یک آنها خواهیم پرداخت .

راه‌حل اول :

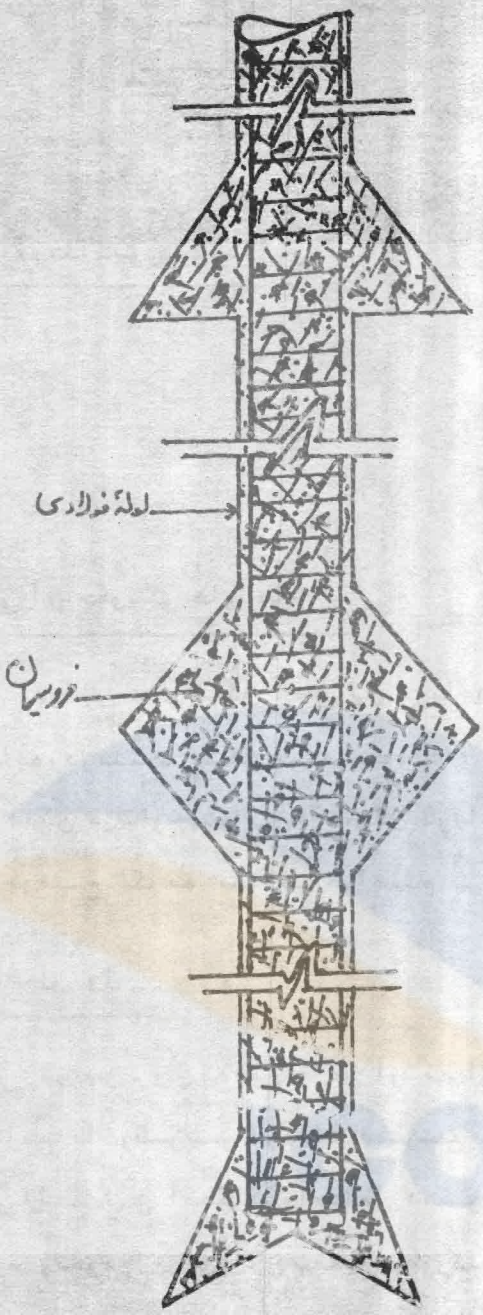
در این روش که نوع خاصی از شمعهای غیربکنواخت شکل (۳) بکار گرفته می‌شود سعی شده است تا از طریق ازدیاد قطر شمع در قسمت انتهائی آن نسبت به ازدیاد نیروی عکس العملی اصطکاک ودوعامل دیگری که به توضیح آنها خواهیم پرداخت مبادرت شود ونحوه اجرای این شمعها بطورکلی با تفاوتهائی کمابیش به همان صورت معمول می‌باشد که لوله‌هائی (باطرح جدید) در بستر دریاچه کوبیده می‌شود وپس از تخلیه آب وگل ولای داخل آن از طریق پمپاژ وغیره عملیات آرماتورگذاری وبتن ریزی درداخل آن انجام می‌پذیرد .

www.SID.ir

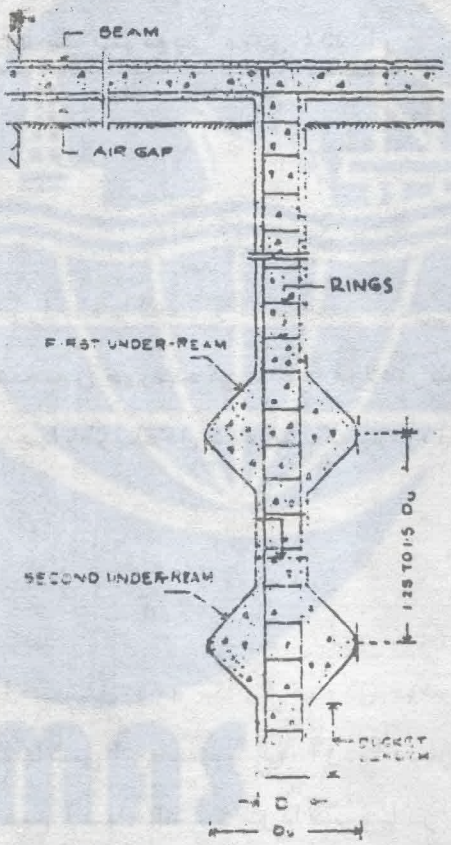
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



ب



Double under-reamed pile

الف

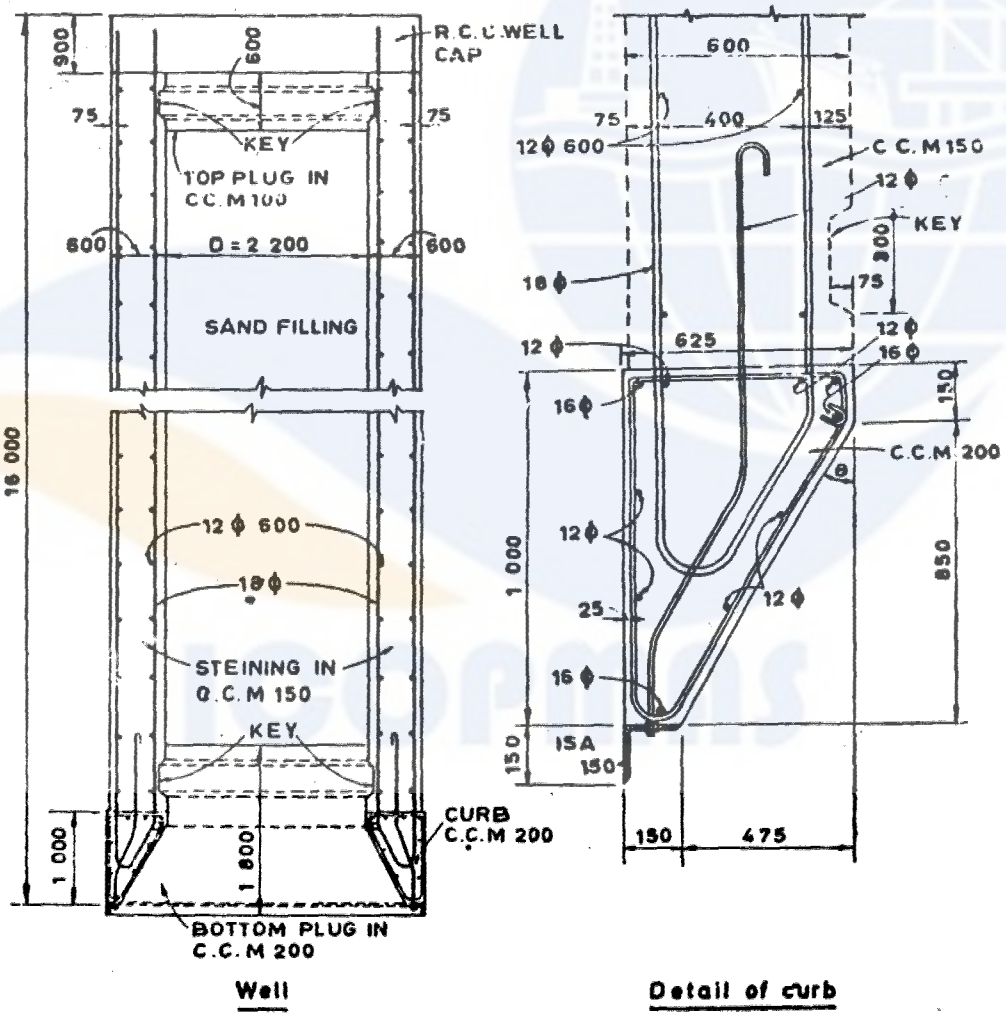
شکـــل شماره (۳)

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

درشکل (۴) یکی ازانواع پی های عمیق راملاحظه می‌نمائید که می‌شود به‌طرق مختلف آنرا درپروژه‌های مختلف اسکله‌سازی ، شکل (۵) وپل سازی شکل (۶) به روشهای مختلف اجرا نمودکه به‌دلیل شباهت آن به‌چاههای آب‌سنتی ، پی عمیق چاهی *(Well foundation)* نامیده‌شده‌است ، که به‌تناسب شرایط محیطی داخل آن ازشن وماسه به‌اندازه‌های مختلف پرمی‌شود که‌درطرح شکل (۷) سعی شده‌است با استفاده ازدواستوانه ویالوله‌فلزی که‌بوسیله یک مخروط ناقص به‌هم متصل شده‌اند این حالت را درقسمت انتهائی یک شمع معمولی ایجاد بنمائیم که‌این قسمت



شکل شماره (۴)

www.SID.ir

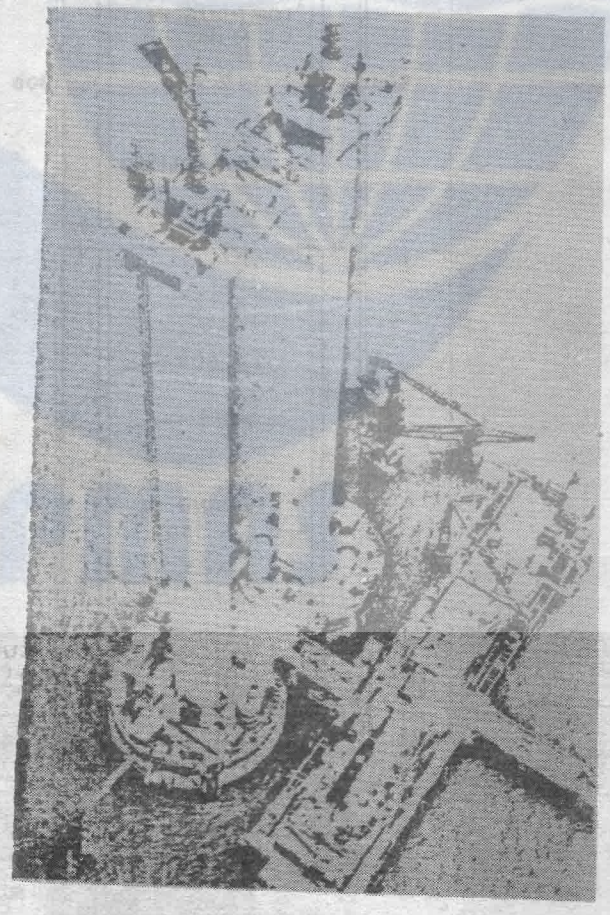
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

شکل شماره (۵)

(الف)



(ب)

شکل شماره (۶)

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

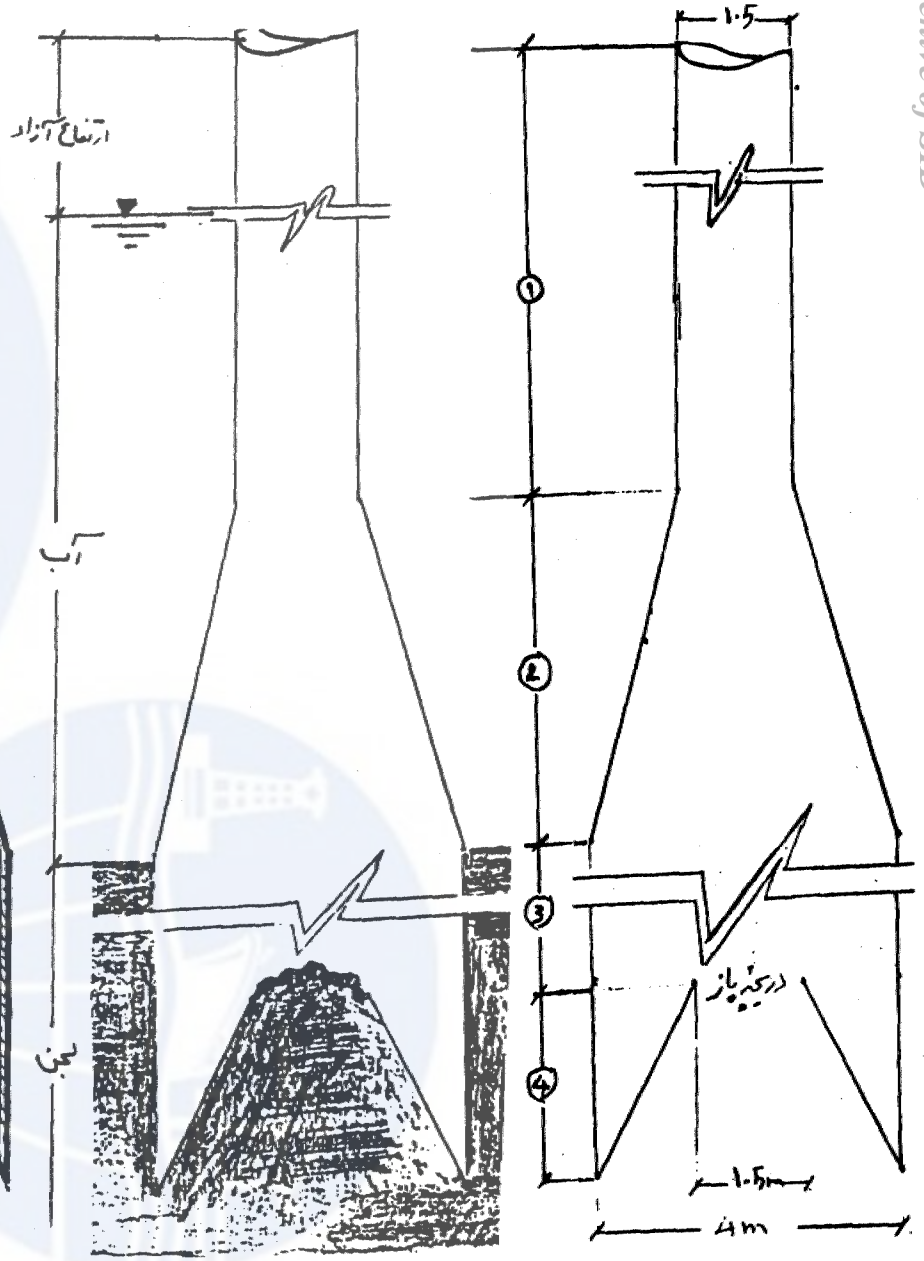
استوانه‌ائی را بخش (۱) می‌نامیم وآن لوله‌ائی است با قطر حدود ۱/۵ متر که انتهای آن به‌اندازه ارتفاع بخشی مخروطی شکل بعدی ، از کف بستر دریاچه بالاتر قرار میگیرد و بعنوان عاملی برای کوبیدن بخش (۳) وهمچنین ورود کارگران به‌داخل محفظه (۳) و(۴) برای انجام کارهای مربوط به‌عایق کاری (پوشش) وعملیات بتن ریزی عمل می کند.. بخش (۲) که برای اتصال بخش(۱) به (۳) می‌باشد بعلت دارا بودن ضعف در ابتدا و انتهایش باید بصورتی طراحی شود که حداقل تنش ها بر این نقاط ضعف وارد شود و این نقاط ضعف هم کاملا" تقویت می‌شوند . بخش (۳) نیز که بصورت استوانه‌ائی شکل می‌باشد از ورقهای فولادی ساخته شده است وقطر آن بین ۳ تا ۴ متر می‌باشد . بخش ۴ نیز ، بصورت یک قیف وارونه می‌باشد که حفره یا سوراخی در وسط آن درنظر گرفته می‌شود تا درهنگام کوبیدن گل ولای ازطریق آن به‌داخل لوله وارد شود و با وجود این سوراخ ولبه‌های تیز وقیف مانند انتهای لوله عملیات کوبیدن با سهولت وسرعت بیشتر انجام پذیرخواهد گردید ، (که درصورت مشکل بودن عملیات کوبیدن حتی می‌توان انتهای لوله را کاملا" با زدرنظرگرفت ویا آنرا بصورت لولائی و تا شو طراحی نمود) تا حداقل تنش ها برقسمتهای ضعیف لوله یعنی محل اتصالات بخش (۱) به (۲) و(۲) به (۳) وارد شود .

پس از اینکه لوله درمحل موردنظر قرارگرفت ، پس از تخلیه آب وگل داخل وبستن سوراخ ویا دریچه ورودی گل ولای آن ، می‌توان از این حالت بعنوان قالبی برای بتن ریزی یک فونداسیون پوسته‌ائی درقسمت انتهائی شمع استفاده نمود. وهمانطورکه ذکرگردید، پس از اینکه لوله‌فولادی ما درمحل مورد نظر قرارگرفت وعملیات کوبیدن لوله‌خاتمه یافت ، باید اقدام به‌تخلیه گل ولای همراه باآب داخل آن نمود که بنظر می‌رسد بهترین راه ، استفاده‌ازپمپاژ می‌باشد . که دراین مرحله باید دقت کرد تا نیروهای اصطکاک ووزن لوله بیش ازفشارهای ناشی ازشناوری لوله به‌جهت فضای خالی داخل آن باشد ، (که می‌توان با استفاده ازسربارهائی این تعادل راهم برقرار نمود) که‌پس ازاین مرحله ومسدود کردن دریچه انتهائی لوله‌که بنظرمیرسد با توجه به‌عمقی که‌لوله درلجن فرورفته است وهمچنین خصوصیات لجن نسبتا" سفتی که درآن عمق وجود داردمشکل نفوذ آب به داخل لوله (برای انجام عملیات مسدود کردن سوراخ بصورت موقت) رانخواهیم داشت ، پس ازاین مرحله با ورود

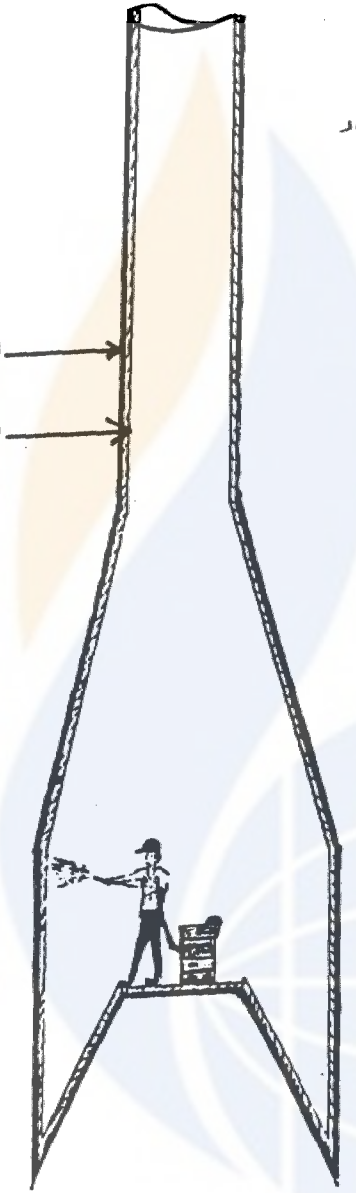
www.SID.ir

www.SID.ir

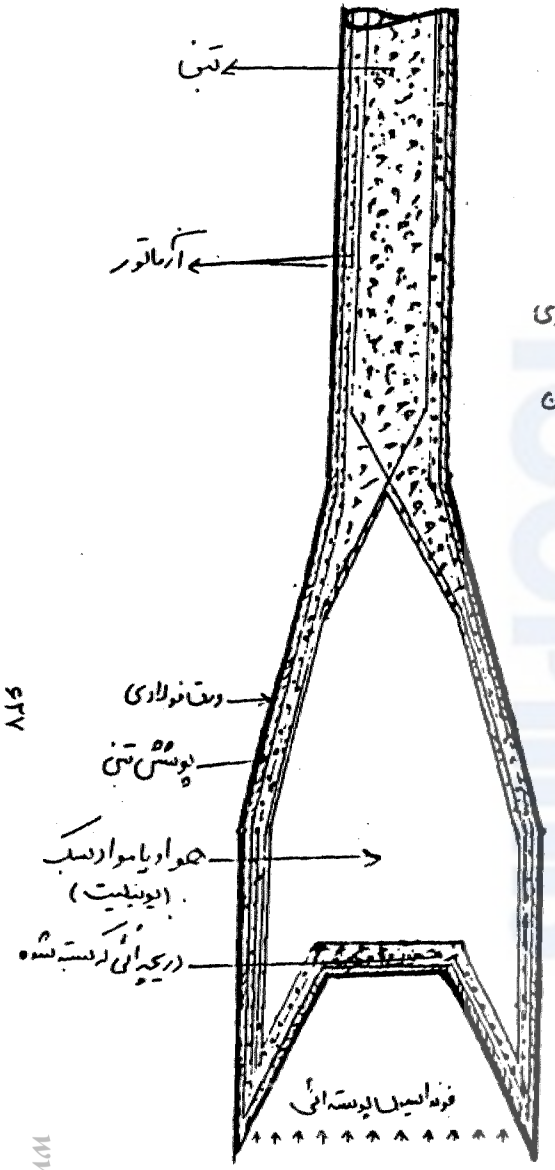
Archive of SID



شکل شماره (۷) (الف) (ب)



شکل شماره (۸)



شکل شماره (۹)

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

کارگران به داخل لوله عملیات تمیز نمودن داخل لوله ، به جهت آماده سازی داخل آن برای انجام کارهای مربوط به پوشش دادن بتن وضد آب کردن شمع شروع میشود که این عمل با پاشیدن ویا چسباندن لایه‌هائی از مواد مختلف ومناسب ازقبیل پوششهای سیلیسی ویا فایبرگلاس وغیره انجام پذیرخواهد بودشکل (۸). درمرحله بعدی ، عملیات بتن ریزی از پائین ترین قسمت لوله شروع میشود ومرحله به مرحله آرماتورگذاری و بتن ریزی قسمتهای مختلف شمع باطرح جدیدا نجام میشود . وچنانچه درشکل شماره (۹) مقطع بتن‌ریزی شده شمع راملاحظه مینمائید قسمت انتهائی شمع توخالی ، وقسمت خودپایه کاملا" ازبتن مسلح پرمیشود، که‌خصوصیات ویژه این طرح هم بترتیب زیراست :

۱ـ ازدیاد قطر لوله درقسمت تحتانی شمع باعث میشودتاسطح کاملا" بیشتری درعمق کمتر یالجن بستر درتماس قرار بگیردوبرنتیجه ازنیروی اصطکاک بیشتری بهره گیری شود .

۲ـ قسمت انتهائی لوله پس ازمسدود کردن حفره آن وبتن ریزی گنبدی ویا مخروطی شکل برروی آن بطورکامل بصورت یک فونداسیون پوسته‌ای باسطح تماس نسبتا" زیادعمل میکند وبخش قابل توجهی از فشارهای ناشی ازبارهای مرده‌زنده را تحمل خواهد نمود .

۳ـ باوجود فضای کافی وشرایط کاری مناسب میتوان اقدام به انجام عملیات لازم برای محافظت وپوشش بتن درمقابل عوامل مختلف شیمیائی نمودتاپس ازاینکه لوله اولیه پس ازگذشت مدت زمانی دچارخوردگی وپوسیدگی میشود این لایه بتواندر مقابل عوامل خورنده ازبتن وآرماتورهای داخل آن محافظت نماید . که‌میتوان این پوشش را درصورت امکان قبل ازعملیات کوبیدن لوله نیز انجام داد.

۴ـ درصورت ازدیاد هرواحد ازطول شمع ، چون میزان هردوعامل اصطکاک وحجم فضای خالی داخل شمع رازیادمینمائیم، تاءمین نیروهای عکس العملی مورد نیاز امکان پذیر ترخواهد گردید .

۵ـ باازدیاد قطرشمع نیزهمزمان سه‌عامل مهم، سطح تماس (نیروی عکس العملی ناشی ازاصطکاک) حجم فضای خالی (نیروی شناوری) مساحت فونداسیون پوسته‌ائی انتهائی زیادمیشوندضمن اینکه قطر شمع درقسمت بالا ثابت میماند ودرنتیجه نیروهای افقی ناشی ازبرخورد جریانات آب وامواج کم‌وثابت میماند .

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

۶- قسمت انتهائی وتوخالی شمع ، ضمن کمک به‌حصول شرایط مطلوب ۴ و۵ باعث می‌شود تاحجم بتن کمتری مورد استفاده‌قرار بگیرد. کلهم‌ازلحاظ اقتصادی‌وهم به جهت سبک ترشدن فونداسیون پل بهترمی‌باشد.

۷- بستردریاچه باکمترین تغییر ودست‌خورده‌گی باقی می‌ماندوفقط با بهره - گیری حداکثر از شرایط محیط ، فونداسیون های پل می‌توانند درمقابل نیروهای ناشی ازبارهای زنده‌ومرده مقاومت‌کنند .

۸- سهل الاجرابودن طرح با توجه به‌شرایط خاص دریاچه .

۹- عدم نیازبه ماشین آلات وتجهیزات پیشرفته‌کارگاهی

۱۰- امکان پیش گیری کامل ازخورده‌گی بتن وفولاددرتماس باآب وگل دریاچه .

راه‌حل دوم :

دراین راه‌حل نیز ، چند عامل حبس لجن ، اصطکاک شمع ، ونیروی شناوری (Up lift pressure) بکارگرفته‌شده است وچنانچه درشکل شماره (۱۰) ملاحظه می‌فرمائید ، ضمن استفاده ازشمعهای پیش ساخته‌که مقطع آنها نیزنشان داده‌شده است ازیک جعبه توخالی که این شمعها برروی آنها می‌نشینند نیزاستفاده‌شده‌است . که به تناسب میزان بارهای وارده برفونداسیون ها ، باتغییر ابعاد واحجام ، شمعها وجعبه توخالی وهمچنین تعدادشمعها می‌توان درجهت تاءمین نیروهای عکس العملی مورد نیازاقدام نمود .

شمعهای پیش ساخته :

به جهت بکارگیری ازحداکثر نیروهای عکس العملی که بخشی‌ازآن ازطریق جعبه توخالی تاءمین می‌شود ، درمحلی نزدیک به‌وسط شمعهای پیش ساخته ، زائده‌ائی در نظر گرفته‌شده‌است تا بخشی ازبارهای وارده‌ازاین طریق به جعبه توخالی موردنظر انتقال بیابند که‌شمع هانیز بوسیله‌اینزائده به‌دوبخش تقسیم‌می‌شوند، بخشی که در قسمت بالای جعبه‌قرارمیگیرد ، بصورت پایه‌وبخشی که‌در پائین جعبه‌است بصورت شمع عمل خواهد نمود . که‌خود جعبه‌نیز باعث می‌شودتا از این طریق شمعها به یکدیگر مرتبط شوند وجعبه‌نیزبصورت‌کلاقی برای آنها عمل کند .

www.SID.ir

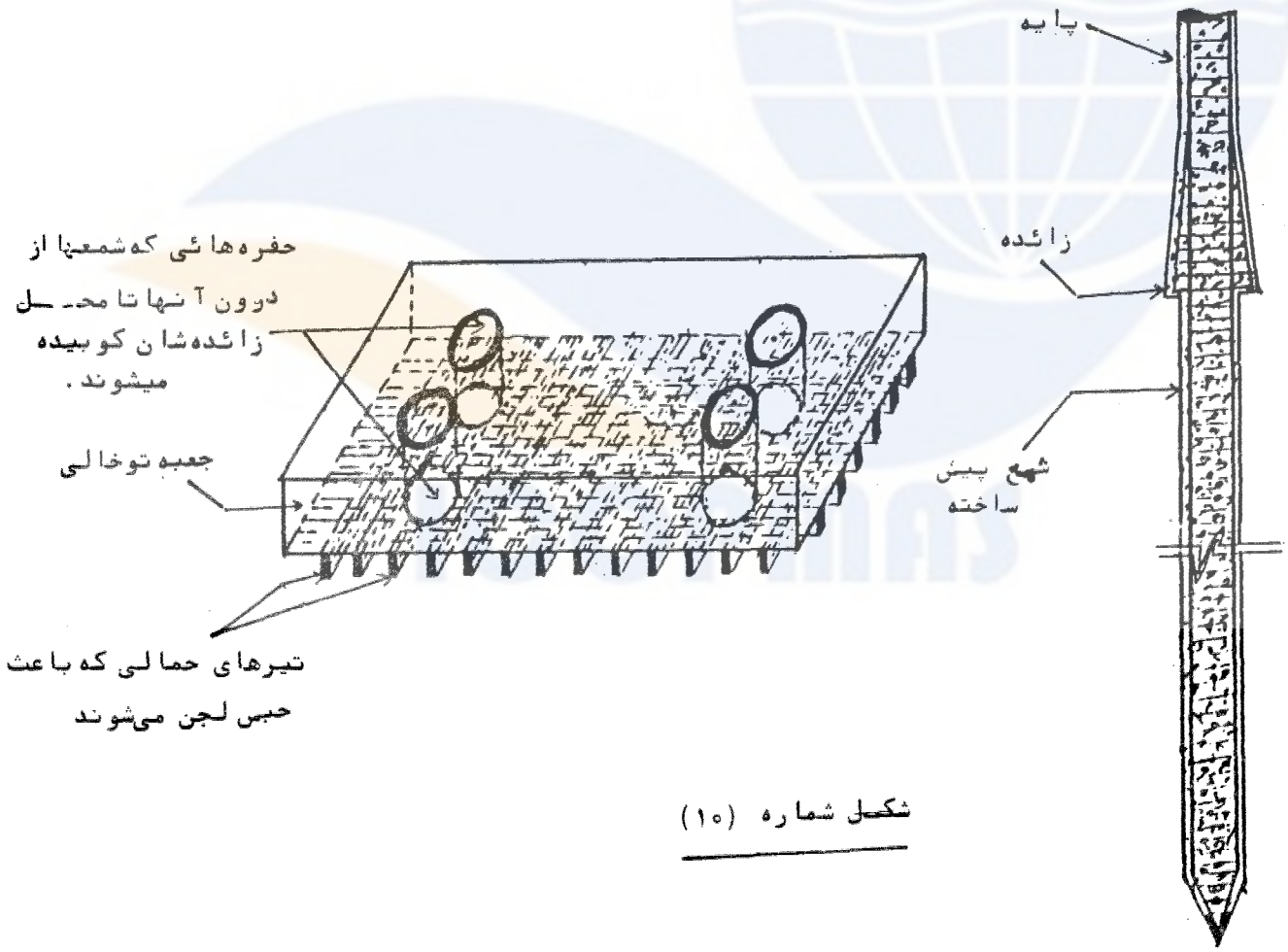
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

جعبه توخالی :-

این بخش ازفونداسیون نیزکه‌کاملا" پیش ساخته می‌باشدوپوشش های لازم‌نیز قبلا" به‌آن داده‌شده‌است ، ازمحل ساخت که‌گاراگاهی درکنار دریاچه می‌باشدتا محل نصب بصورت شناورانتقال داده می‌شودودرآنجا باپرکردن تدریجی آن ازآب ،می‌توان آنرا درمحل موردنظر برروی بسترقرارداد و سپس شمعها را تا محل تاول آنها در سوراخهای جعبه‌کوبید تاشمعها وجعبه بتنی پرشده ازآب باعث شود تاجعبه تاحدامکان درلجن بسترنشست نماید ودرمرحله بعدی است که‌آب داخل آن نیزبوسیله پمپاژخالی وداخل آن ازهوا پرمی‌شود ومتعاقبا" مراحل کاریعنی سرستونها وبعدا تابلیه‌ویا عرشه پل بترتیب اجراخواهند گردید .



شکل شماره (۱۰)

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

راه‌حل سوم :

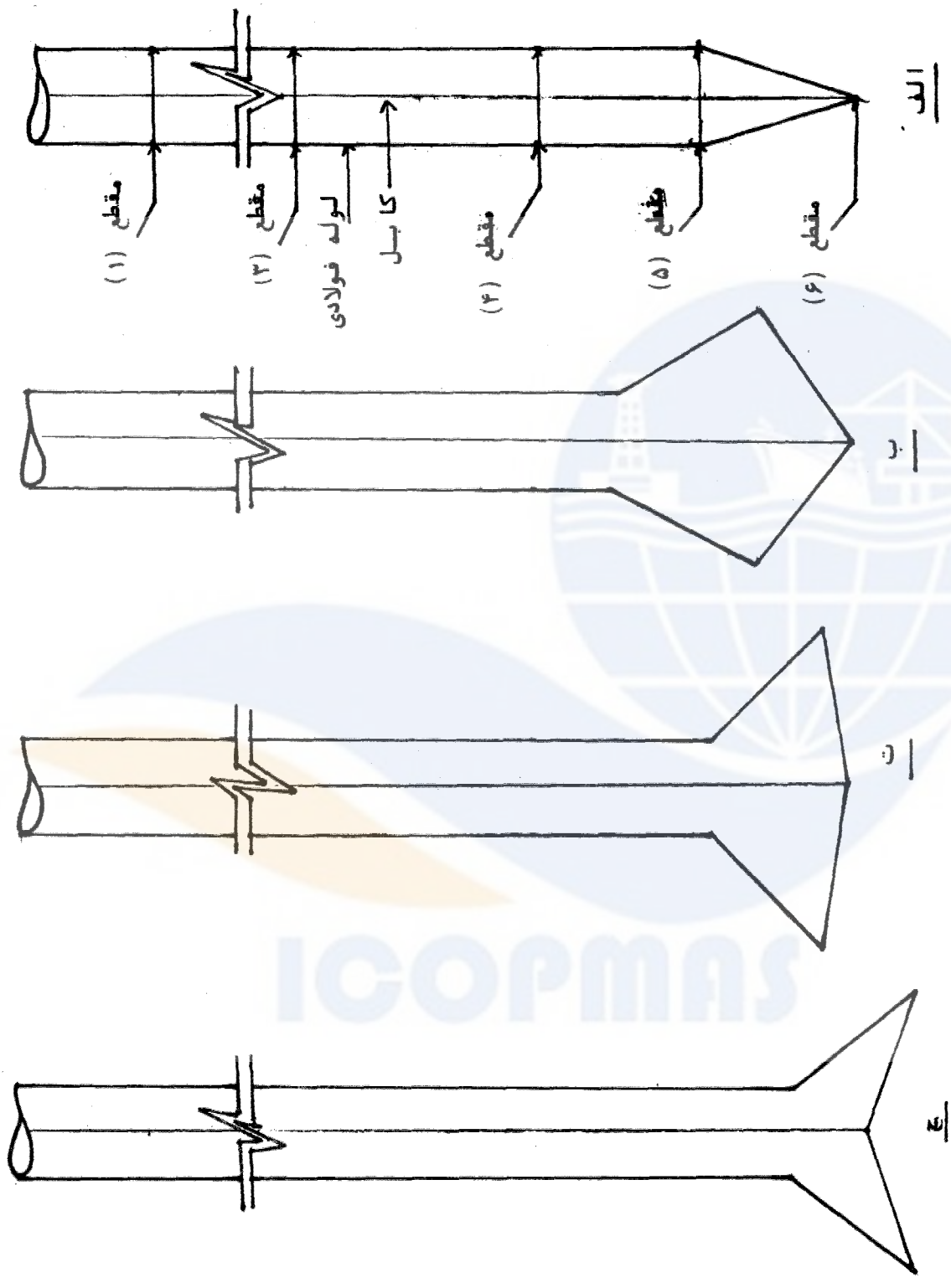
همانطورکه دراول مقاله نیزاشاره‌گردیددراین راه‌حل نیزچندعامل مختلف بکارگرفته‌شده‌است که‌این عمل بوسیله‌اضافه‌نمودن یک فونداسیون پوسته‌ائی به‌انتهای یک شمع معمولی وهمچنین یک یاچند برجسته‌گی ویاغده (Under reamming) به‌بدنه آن سعی شده‌است تا مقاومت شمع دریک طول محدود چند برابر شود.شکل (۱۱) وباتوجه‌به‌اینکه شمعهای غده دار بروشهای مختلف اجراشده ومی‌شوند ولی دراینجا به توضیح نحوه‌اجرای این شمعها بصورتی‌که دربالا ذکرگردید ودرشکل (۱۱) نیزملاحظه می‌نمائید خواهیم‌پرداخت ، وآن به‌این صورت است که‌یک لوله‌فولادی باقطرمناسب انتخاب می‌شودوانتهای آن به‌یک کلاهک مخروطی شکل که‌ازورقهای فولادی ساخته‌شده‌است (برای سهولت درامرکوبیدن)تجهیز می‌شود (بصورتی که‌دربسیاری از پروژه‌ها هم متداول می‌باشد) بااین تفاوت که‌ازطریق لولائی وکشوئی نمودن مقاطع (۱)، (۲)، (۳)، (۴)، (۵)و (۶) لوله‌نقاط ضعفی درآن ایجادمی‌نمائیم‌تا در عمق مناسبی که‌می‌خواهیم ازآنها استفاده‌بنمائیم ولی دروحله‌اول برای کوبیدن ورساندن لوله‌به‌یک عمق‌مناسب ومحاسبه‌شده بایدموقتا" این نقاط ضعف راتقویت بنمائیم ، که‌این عمل راهم‌بوسیله قراردادن ورق ویامیل گردهائی که‌دردرون شیارها ویاخارهائی که درقسمت داخل لوله‌در محل لولاها (نقاط ضعف) قراردادهائیم انجام‌می‌دهیم‌شکل (۱۲) درحالی که‌این ورقها ویامیل گردها را بوسیله‌رشته‌هائی ازسیم یاکابل به‌قسمت‌بالای لوله‌مرتبط می‌نمائیم تادرزمان مناسب باکشیدن کابلها ، نقاط ضعف مورد نظر ایجادشده باعث خم شدن لوله‌درآن قسمت‌ها بشود وباادامه عملیات کوبیدن لوله‌به‌شکل (چ-۱۱)دربیاید. و بدیهی است که‌می‌توان ازمکانیزم های دیگری هم‌برای این کاراستفاده نمودبهرحال پس ازایجادشدن این شکستگی ها درقسمت انتهائی ویادرمحل هائی دروسط لوله می‌توان اقدام‌به‌اجرای مراحل بعدی کاریعنی ایزولاسیون ایجادپوشش مناسب برای حفاظت بتن وازاین قبیل ودرآخربتن ریزی رابه‌انجام رساند .

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل شماره (۱۱)

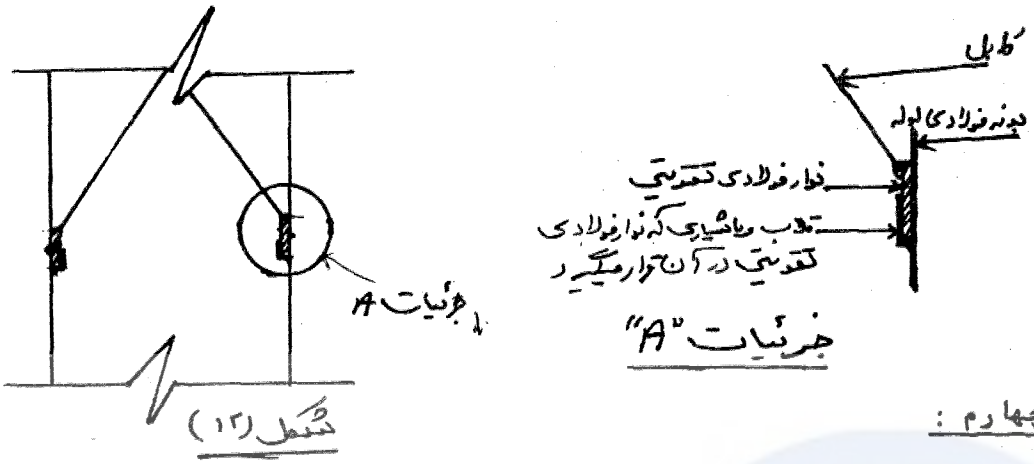
ICOPMAS

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل (۱۲)

راه‌حل چهارم :

دراین راه‌حل ازشمعهای بتنی توخالی وباقطر نسبتا " زیاداستفاده می‌شود (well foundation) برای شکل (۴) وچنانچه ملاحظه نمودیدازاین نوع شمعها فونداسیون های یک پل معلق استفاده‌شده است . شکل (۶) ودرهمین شکل‌نحوه اجرای آن بوسیله قالبهای لغزنده را نیزملاحظه می‌نمائید. این پی‌عمیق دراین پروژه درحدود۳۶ متر دربستررودخانه‌فیرورفته است که‌می توان برای‌جلوگیری ازخوردگی بتن وفولادهای آن ، ضمن اجرای بدنه‌فونداسیون چاهی ویا توخالی (بوسیله قالبهای‌لغزنده‌که نحوه اجرای آن را درسیلوسازی هم مشاهده‌کرده‌اید) بتدریج سطح بیرونی آن را بوسیله فایبرگلاس ویا مواد مناسب دیگرپوشش داد وهمانطورکه ملاحظه می‌فرمائید شکل (۶)پس از اجرای شمعهای توخالی ، سرآنرا بوسیله یک دال بتنی (Concrete slab) پوشانده وسپس برروی آن پایه پل بزرگ را اجراکرده‌اند . که باکمی توجه وبررسی متوجه می‌شویم‌که‌این راه‌حل نیزبسیارقابل توجه است ومی‌توانند راه‌حل مناسبی برای این پروژه بحساب بیاید .

نتیجه‌گیری : همانطورکه ملاحظه نمودیدهرچهاررا‌ه‌حلی که‌مختصرا " شرح داده‌شد ازسیستمهای بسیاردقیقی برخوردارهستند که به‌تناسب امکانات داخلی طراحی شده ودر حالی که باعدم پیچیده‌گی نیزتوام‌می‌باشند وبدیهی است که به‌همین طریق می‌توان با بکارگیری ازعوامل وابزار مختلف وساده دیگر، طرحهای مختلف وقابل قبول دیگری‌را نیزارائه نمود، انشا ا... .

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

فهرست منابع :

۱ـ مقالات سمینار بتن دانشگاه تهران .

2. Design and Constraction of concrete sheels.

   by: G.S. Raiyaswamy.

3. Essentials of bridge Engineering.

   by: Dr. Johns on victor.

4. Treasure of R.C.C. Designs by Sushil Kumar.

5. Peri - Form work and Scalfolding.

6. How it is Made Bridges.

"والسلام "

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

Permanent Bridge on Urmia Lake

H. Ravasi Kashani, Eng.

Abstract

In this article, new and creative methods for solving the issue of a permanent bridge over the lake of Urmia, which are mostly related to the base or the foundation of this bridge are introduced, and it becomes obvious that the results can be used in further researches such as bridging, berth construction and so on, which have similar conditions.

Keywords: Urmia Lake; permanent bridge; construction requirements

www.SID.ir

www.SID.ir