

سیستم بتنی قالب تونلی

Tunnel Concrete Forming

محل ضرب مهرهای تحت کنترل - منسوخ							۰۳
							۰۲
							۰۱
						سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)	۰۰
	تاریخ انتشار	تصویب	تأیید	بررسی	تهیه	شرح	REV

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)										
صفحه: ۲		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
اردیبهشت ۹۳									۰۱	

فهرست مطالب

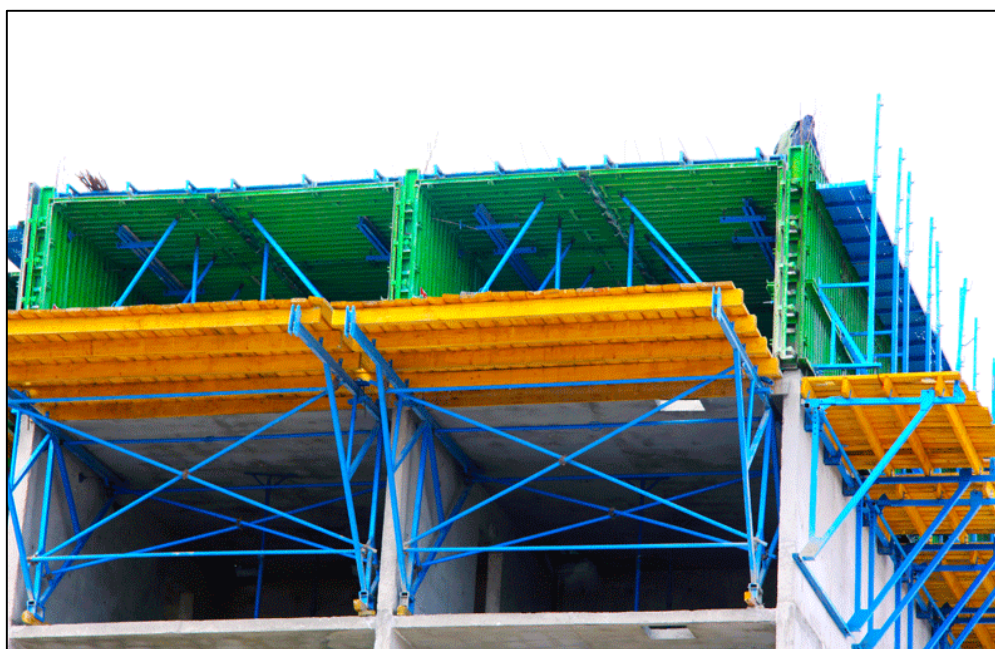
تاریخچه قالب تونلی	۳
آشنایی با انواع سیستمهای قالب تونلی	۴
ویژگی های سازه ای سیستم ساخت	۷
توصیه های طراحی معماری	۷
ویژگی های اجرایی سیستم	۷
ویژگی های اقتصادی سیستم	۸
زمان لازم برای اجراء	۸
اثرات و تاثیرات زیست محیطی	۹
سرمایه گذاری مورد نیاز	۹
بررسی نقاط قوت و ضعف سیستم بتنی قالب تونلی	۹
نقاط قوت	۹
نقاط ضعف	۱۱
جمع بندی	۱۳

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)										گروه مهندسين دانا
صفحه: ۳		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
اردیبهشت ۹۳								۰۱		

تاریخچه قالب تونلی

سیستم ساخت سازه بتنی به روش قالب تونلی، از حدود ۴۰ سال پیش مورد استفاده انبوه سازان در جهان بوده است و تاکنون مورد بازنگریهای فنی از سوی سازندگان قالب قرار گرفته، بطوریکه آخرین نوآوری در این سیستم در اواخر سال ۲۰۰۷ توسط شرکت Mesa ترکیه ای با شماره AWO1327413 به ثبت رسیده است.

این سیستم یکی از بهترین روشهای ساخت و ساز صنعتی است و از ابتدا در کشورهایی که با مشکل زلزله روبرو بودند مورد توجه قرار گرفت، همچنین در کشورهایی مانند آمریکا، کانادا، ترکیه، مالزی و ... بویژه جهت احداث ساختمانهای بلند مرتبه، استفاده از این روش بسیار متداول می باشد. روش قالب تونلی، مانند دیگر روش های ساخت صنعتی، در چهارمعیار کاهش زمان، کاهش هزینه، ارتقاء کیفیت و امنیت کارکنان توجه پذیر می باشد. با همکاری شرکت سرمایه گذاری مسکن و مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن اطلاعات فنی مربوط به فناوری ساخت قالب تونلی در اختیار مرکز قرار گرفت و با ارزیابی دقیق صورت گرفته توسط آن، سیستم قالب تونلی جزء ۱۵ فناوری نوین و برترمورد تایید و معرفی قرار گرفت. سازه ساختمانهای با سیستم تونلی، از دیدگاه عملکرد لرزه ای اشکال عمده ای ندارد و تجربه زلزله های گذشته رفتار مناسب این سیستم سازه ای را در مقایسه با سیستم های دیگر ثابت کرده است.



شکل ۱: نمای کلی از استفاده سیستم قالب تونلی

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)									 گروه مهندسين دانشگاه
صفحه: ۴		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	
اردیبهشت ۹۳								۰۱	

در این سیستم جهت قالب بندی و قالب برداری سریعتر و بهتر؛ رامکا در راستای دیوار ها اجرا می شود. رامکا عبارتست از قالبهای نواری به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر که جهت قالب گذاری و قالب برداری سریعتر و اسانتر قالب تونلی در مسیر حاشیه پایینی دیوار و قبل از آن گذاشته؛ بتن ریزی و قالب برداری میگردد. بدین صورت که ابتدا آرماتور های انتظار دیوار اجرا شده سپس قالب های رامکا در امتداد مسیر دیوار ها بسته شده و پس از بتن ریزی و قالب برداری رامکا؛ آرماتور بندی دیوار ها در امتداد میلگردهای انتظار ادامه می یابد. (بتنریزی هر طبقه با رامکای طبقه فوقانی بصورت یکپارچه اجرا میشود)

تعبیه قوطیهای برق برای نصب کلید و پریز و لوله کشیهای مربوطه نیز از مراحل پیش از قالب بندی دیوار هاست. در این روش اسلیوهای تاسیسات مکانیکی و محل داکتها در سقف و دیوار اجرا می شود و عبور لوله های مربوطه از بارشوهایی که پیش از بتن ریزی در آنها تعبیه شده؛ انجام می شود. پس از آن قالب ها توسط جرثقیل و نیروی انسانی مربوطه به محل انتقال یافته و در مکان دقیق (توسط تیم نقشه برداری) قرار می گیرد. سپس بوسیله جک های زیرین قالبها در محل تثبیت شده و خیز منفی به سمت بالا در قالب های سقف ایجاد می شود. تثبیت فاصله قالب های دیوار با استفاده از *spacer* و *Tie-Bolt* انجام می شود. پس از این مرحله آرماتوربندی سقف؛ اجرای تاسیسات الکتریکی و مکانیکی اجرا می شود. در نهایت بتن ریزی یکپارچه دیوار و سقف انجام شده و پس از طی زمان لازم قالب برداری انجام می پذیرد. لازم به ذکر است برای تسهیل در جابجائی قالب و قالب برداری از یک *Platform* (سکو) در جلوی قالب طبقات استفاده می شود.

در این روش معمولاً از پله های پیش ساخته بتنی استفاده می شود که بوسیله نبشی های سرتاسری به پلیت های انتظار از قبل تعبیه شده در جعبه پله، متصل می گردد. اجرای دیوار های داخلی در اینگونه ساختمان ها به روش های نیمه پیش ساخته انجام می گیرد که ضمن افزایش سرعت و کیفیت؛ سبکی و اتصال مناسب را نیز به همراه دارد.

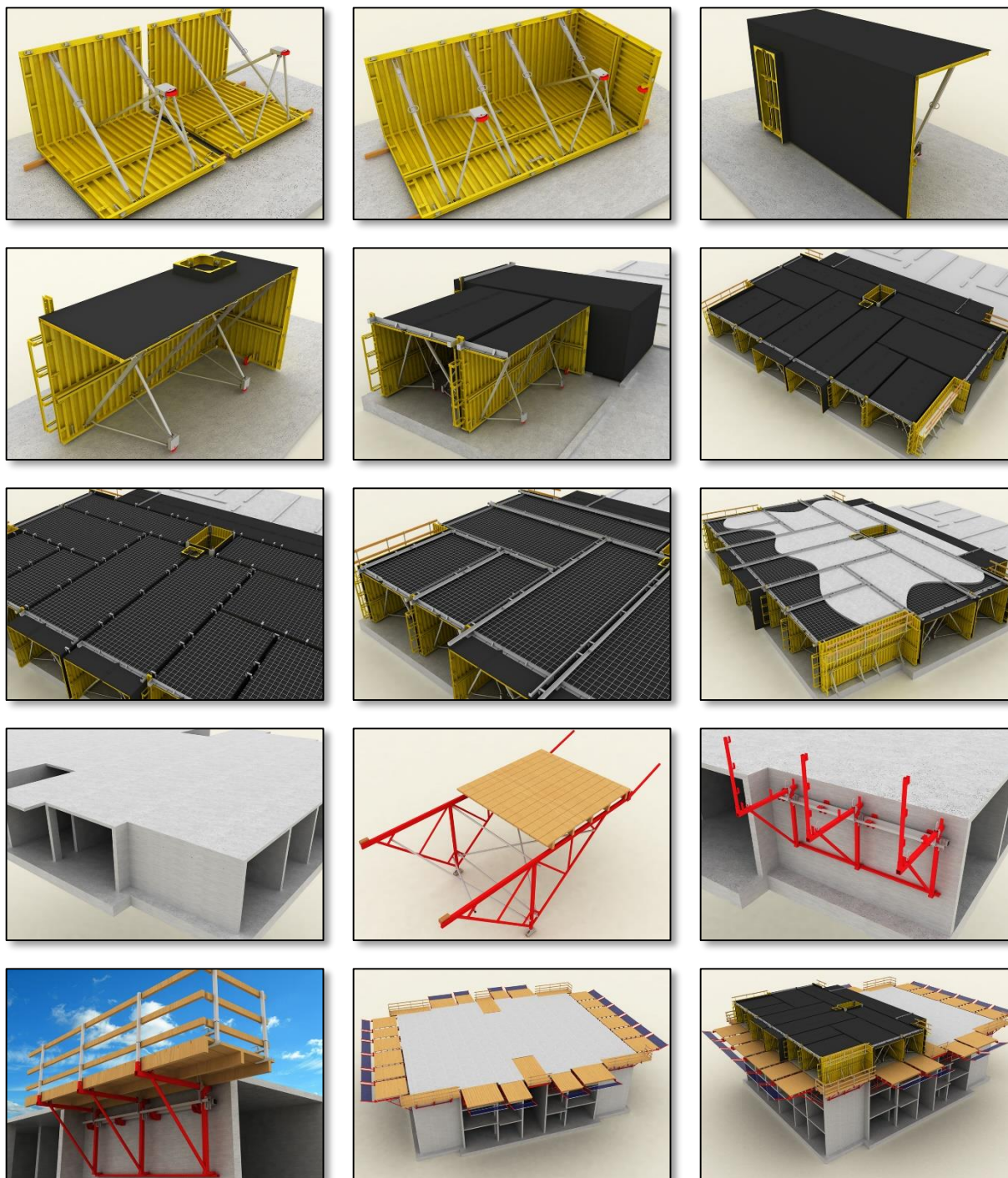
آشنایی با انواع سیستمهای قالب تونلی

در این روش، ابتدا آرماتوربندی و جاگذاری مدارهای برقی دیوارها انجام می شود و هم زمان با این اقدامات قالب بندی بازشوهای مورد نیاز برای تاسیسات و در و پنجره اجرا می شود. آنگاه، قالب های دو طرف دیوار را به صورت پشت به پشت، قالب بندی می کنند و با قرار گرفتن قالب های متوالی در کنار هم، بدون قالب واسط سقفی یا همراه با آن مجموعه قالب های دیوار و سقف را تشکیل می دهند.

در مرحله بعد، آرماتوربندی سقف و جاگذاری مدارهای برق انجام می شود و قالب هایی برای خالی ماندن محل داکت ها و دیگر حفره های لازم در سقف نصب می شود. در ادامه، بتن ریزی سقف ها و دیوارها به صورت یکپارچه و در یک مرحله انجام می شود. اجرای جدارهای بتنی پرداخت شده، نیاز به نازک کاری بر روی سطوح آن ها را برطرف می کند.

در روش دیگر که به نام سیستم بتنی درجا با قالب های یکپارچه دیواری و سقفی شناخته شده است، کلیه دیوارهای داخلی و خارجی (به جز دیوارهای غیر سازه ای جدا کننده) به طور هم زمان قالب بندی و بتن ریزی می شوند. در این روش، بر خلاف روش های تونلی، قالب بندی دیوار و سقف توسط قطعات تخت کوچک انجام می شود.

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)									 گروه مهندسين د.م.م
صفحه: ۵	DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
اردیبهشت ۹۳							۰۱		



شکل ۲: شماتیک مراحل اجرای ساختمان بوسیله قالب تونلی

سه روش دیگر قالب صنعتی برای اجرای ساختمان بتن مسلح با دیوار برشی مطرح شده است که در حقیقت، گونه‌های دیگر روش‌های دستیابی به سیستم یکپارچه دیوار و سقف بتنی هستند. در هر سه نوع آن‌ها، تمامی دیوارها، به وسیله قالب‌های تخت،

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)										گروه مهندسين دانا
صفحه: ۶		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
اردیبهشت ۹۳								۰۱		

قالب بندی می شوند و بتن ریزی دیوارها به صورت یکپارچه و هم زمان انجام می شود. پس از عمل آوری اولیه بتن دیوار، سقف با روش های مختلفی اجرا می شود که در ادامه توضیح داده شده است.



شکل ۳: نمایی از بتن ریزی بخش های آماده شده

در روشی که به میز پرنده نام گذاری شده است، قالب های بزرگی به صورت میز، با پایه های مستقر روی چرخ یا غلتک، کل سقف یک فضا را می پوشانند و روی آنها آرماتوربندی سقف انجام و سپس بتن ریزی می شود. بعضی از انواع این روش ها شباهت زیادی به روش تونلی متعارف دارد، و به گونه ای طراحی شده است که امکان بتن ریزی هم زمان دیوار و سقف فراهم آید. در این روش نیز دیوارهای نمای اصلی پس از اجرای دیوارهای سازه ای و سقف، با مصالح گوناگونی قابل اجراست. در یک روش دیگر، پیش دال خرابایی یا ساده، یا دال های نواری بتنی بر روی لبه های دیوارهای جانبی فضاها قرار می گیرد. در صورت استفاده از پیش دال، پیش از بتن ریزی، آرماتورهای فوقانی پیش دال جاگذاری می شود و اتصال میلگردهای سقف و دیوار نیز در همین مرحله انجام می شود. سپس بتن ریزی قسمت فوقانی پیش دال و محل های اتصال پیش دال یا دال پیش ساخته با سقف انجام می شود.

در این روش اجرا، دیوارهای خارجی معمولاً هم زمان با سایر دیوارها قالب بندی و بتن ریزی می شوند. دیوارهای نما نیز معمولاً بتنی و با اجرای درجا هستند. این امر باعث می شود امکان خروج قطعات قالب از ساختمان با پیچیدگی بیشتری انجام شود. کوچک بودن قطعات هم به همین دلیل است، و امکان خروج قطعات از بازشدگی (محل درها و پنجره ها) را فراهم می سازد.

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)									 گروه مهندسين دانشگاه تهران
صفحه: ۷		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	
اردیبهشت ۹۳								۰۱	

ویژگی های سازه ای سیستم ساخت

۱. یکپارچگی سیستم و بهبود رفتار لرزه ای آن بدلیل عملکرد جعبه ای سازه
۲. تغییر ماهیت تمرکز تنش از حالت گره ای و متمرکز بصورت گسترده بعلت تبدیل سازه از حالت تیر- ستون - دیوار به حالت دال - دیوار
۳. عملکرد سقف سازه بصورت دیافراگم صلب و قابلیت انتقال بارهای قائم و جانبی به دیوارها
۴. افزایش درجه نامعینی سازه و تأخیر بیشتر در تشکیل لولاهای پلاستیک در اعضاء و در نتیجه قابلیت تحمل بیشتر نیروها و لنگرها
۵. تقارن سازه ای و منظم بودن ساختمان (در ارتفاع و پلان)

توصیه های طراحی معماری

۱. اندازه دهانه تونلها، به دلیل کنترل تنش سقف و نیز زیادنشدن ضخامت دال بتنی سقف، بین ۲/۵ تا ۵/۵ متر توصیه می شود. عمق تونل ها نیز در هر جهت حداکثر ۸ متر توصیه می شود.
۲. در صورت لزوم طراحی پارکینگهای سرپوشیده در پروژه؛ پیشنهاد میگردد پارکینگها مابین بلوکها و با سازه جداگانه طراحی و پیاده سازی گردد.
۳. به دلیل کاهش حجم رایزرها و بازشوهای سقف، در صورت استفاده از کولر آبی، این تجهیزات در بالکن ها یا فضاهای مشابه در همان طبقه پیش بینی شوند.

ویژگی های اجرایی سیستم

- امکان برنامه ریزی دقیق بدلیل سیستماتیک بودن عملیات
- سرعت اجرایی بالا (بدلیل اجرای همزمان دیوار و سقف)
- امکان همپوشانی بیشتر فعالیتهای سفت کاری و سازه و در نتیجه کاهش حجم عملیات سفت کاری
- کاهش حجم عملیات نازک کاری (بدلیل وجود بتن *expose* در اغلب سطوح و اجرای سریع اندود در سطوح صاف حاصل).
- افزایش ایمنی سایت پروژه
- کاهش ضخامت جداره ها و افزایش فضای مفید
- اجرای اتصال صحیح سقف به دیوار و عدم تشکیل درز اجرایی
- استهلاک پایین و عمر طولانی ساختمان در بهره برداری

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)										 گروه مهندسین G.M.E.
صفحه: ۸		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
اردیبهشت ۹۳								۰۱		



شکل ۴: استفاده از قالب تونلی در سطوح شیبدار

ویژگی های اقتصادی سیستم

- کاهش هزینه نسبت به روشهای رایج ساخت
- کاهش خواب سرمایه و بازگشت سریعتر آن
- کاهش حجم نیروی انسانی و هزینه های مربوطه
- کاهش پرت مصالح

زمان لازم برای اجراء

برای اجرای یک پروژه ۱۰۰۰ واحدی در یک منطقه متعادل آب و هوایی زمانی حدود ۲۴ ماه را نیاز داریم (طبق برنامه خطی کلی پیوست) که این زمان شامل اجرای اسکلت (فونداسیون و سقف و دیوار یکپارچه و پله ها) در ۱۳ ماه و شروع اجرای سایر ایتمهای سفتکاری و نازککاری و تاسیسات موازی با پیشرفت اسکلت و اجرای محوطه سازی در ۶ ماه انتهایی پروژه میباشد. قابل ذکر است که در صورت اجرای پروژه در مناطق دارای شرایط خاص این مدت زمان دچار تغییر گردیده و حتی در صورت نیاز به افزایش سرعت و اجرا در مدتی کوتاهتر با اضافه نمودن تعداد قالب و ماشین الات و نیروی مورد نیاز و یا تفکیک پروژه به بخشهای کوچکتر و اجرای همزمان بخشها امکان کاهش زمان اجرا وجود خواهد داشت.

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)									 گروه مهندسين دانشگاه تهران
صفحه: ۹		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	
اردیبهشت ۹۳								۰۱	

اثرات و تاثیرات زیست محیطی

با توجه به بررسیهای بعمل آمده تابحال اثری سوء در تاثیرات زیست محیطی برای این روش تعریف نگردیده و خوشبختانه تأییدات مرکز تحقیقات مسکن را نیز به همراه داشته است. ولی از نکات مثبت میتوان کاهش زمان اجرا و همچنین کم شدن میزان ضایعات ساختمانی و پرت مصالح و جلوگیری از اتلاف انرژی و منابع و نهایتاً حفظ محیط زیست را ذکر نمود.

سرمايه گذاري مورد نیاز

برای اجرای چنین پروژه هائی تامین مالی اولیه برای تامین ماشین الات و تجهیزات اجرائی بسیار مورد توجه میباشد. در استفاده از این روش بعلت افزایش میزان ماشین الات نسبت به نیروی انسانی لازم است در شروع کار منابع مالی کافی بابت تامین قالب و ماشین الات پیش بینی گردد. بدیهی است با توجه به سرعت زیاد این روش پیش بینی و تامین بموقع منابع مالی در حین کار مطابق *cashflow* تعریف شده از اهمیت بالائی برخوردار است.

بررسی نقاط قوت و ضعف سیستم بتنی قالب تونلی

نقاط قوت

۱. امکان طراحی مدولار با این سیستم فراهم است
۲. در صورت طراحی اصولی، این سیستم، در مقایسه با سیستمهای متداول، می تواند اندکی سبک تر باشد. مصرف بتن در اجرای تونلی بیشتر از ساختمانهای با اسکلت فلزی یا بتنی است، ولی مصرف میلگرد و خصوصاً آهن آلات در این روش به طور قابل توجهی کمتر از ساختمانهای با اسکلت فلزی و بتنی است. لازم به توضیح است در اکثر موارد، ضخامت لایه بتنی دیوار و سقف حدود ۱۵ سانتیمتر است. با توجه به این نکته که در سیستم تونلی دیوارهای داخلی تیغه گچی با دیوار خشک است، وزن ساختمان در این روش به طور قابل توجهی کمتر از روش سیستم بتنی درجا با قالبهای یکپارچه دیواری و سقفی است.
۳. در صورت کاربرد این سیستم، نماهای بتنی ترجیحاً بتن نمایان، با طرحهای مختلف در نظر گرفته می شود. این امر باعث می شود هزینه های مربوط به نما به حداقل برسد. در مورد نماهایی که آزاد هستند و دیوارهای آنها با سیستم تونلی ساخته نمی شوند، برای نما انتخابهای مختلفی مطرح است. یکی از رایج ترین انتخابها لارژ پانل های بهبود یافته است که در این حالت صرفاً نقش جدا کننده ایفاد خواهند کرد. پیش ساخته بودن نمای ساخته شده با قطعات لارژ پانل بتنی باعث می شود از کیفیت و تنوع بالاتری، در مقایسه با دیگر نماهای اجرای درجا، برخوردار باشد. راه حل دیگر، اجرای دیوار بنایی یا با استفاده از قطعات ۳D است. در تمامی این موارد، دیوار نما می تواند عملکرد سازه ای را تا حدی

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)										 گروه مهندسين د/م
صفحه: ۱۰		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
اردیبهشت ۹۳									۰۱	

تحت الشعاع قرار دهد. راه حل آخر، کاربرد دیوارهای سبک از نوع خشک است، که می توان به صورت "تودلی" یا یکسره (دیوار پرده ای)، با استفاده از تخته های گچی و سیمانی ساخته شود.

۴. این سیستم، از نظر تجهیزات، قطعات مورد استفاده در تجهیزات، و مواد اولیه، وابستگی چندانی به فناوری خارجی ندارد.

۵. نیروی انسانی اجرایی در این سیستم با آموزش اندکی قادر به انجام بخش اعظم اقدامات است. البته خطاپذیری آرماتوربندی، بتن سازی، بتن ریزی، عمل آوری بتن و مراحل دیگر، سبب می شود معجری و عوامل اجرا، نقش تعیین کننده ای در کیفیت محصول داشته باشند و با تغییر در آن ها کیفیت اجرا، دستخوش تغییر شود. در این خصوص، لازم است از نیروی تخصصی ماهر که برای این نوع اجرا آموزش های لازم را دیده اند استفاده کرد. در این زمینه طراحی نیز لازم است به این نکته اشاره کرد که در صورتی که شرکت طراح اشراف کامل به این روش و قابلیت ها و محدودیت های آن داشته باشد، پروژه می تواند بهینه شود. در حالت عکس، بیم آن می رود که پروژه و عملیات اجرایی با مشکلات اساسی روبه رو شود.

۶. برای اجرای این سیستم، به غیر از قالب های سنگین فلزی، به ابزارهای کمکی خاصی نیاز نیست. ابزار مورد نیاز به تعداد محدود و به راحتی در دسترس هستند.

۷. قابلیت موازی کردن اقدامات اجرایی در سطح، وابسته به حجم پروژه و تعداد قالب های موجود است. در این روش، با توجه به این نکته که نصب مدارهای الکتریکی قبل از بتن ریزی، در داخل دیوارها و سقف ها صورت می گیرد، و اینکه پیش بینی های لازم برای عبور مدارهای تاسیسات مکانیکی نیز از قبل انجام می شود، و با در نظر گرفتن این مطلب که در عمل، کیفیت دیوارها و سقف های بتنی به دست آمده به گونه ای است که عملیات نازک کاری داخلی و اجرای نمای خارجی روی دیوارهای بتنی به حداقل می رسد، می توان ادعا کرد که اجرای برخی عملیات به صورت موازی صورت می گیرد، و این به عنوان یک نقطه قوت اصلی سیستم تلقی شود.

۸. فرآوری مواد و مصالح در کارگاه ساختمانی از سیستم های متداول بیشتر و حساس تر است. این امر، خصوصاً در صورتی که ضخامت دیوارهای بتنی محدود باشد از اهمیت خاصی برخوردار است.

۹. تامین انتظارات در خصوص صدابندی هوابرد دیوارهای خارجی، و دیوارهای بین دو واحد مسکونی، در صورتی که دیوار دوجداره باشد، و یا ضخامت دیوار مساوی یا بیش از ۱۵ سانتیمتر باشد، به آسانی و بدون در نظر گرفتن تمهیدات اضافی صورت می گیرد.

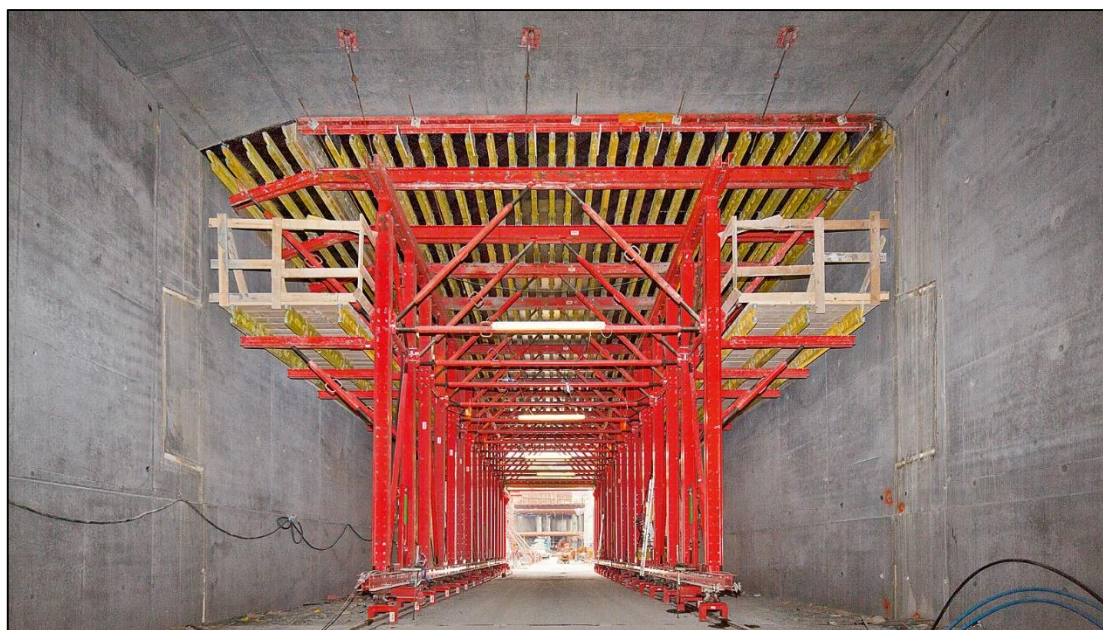
۱۰. کاربرد این سیستم منافات و تضادی با استانداردهای زیست محیطی ندارد.

۱۱. این سیستم، مانند دیگر سیستم های بتنی، در صورت اجرای مناسب لایه بتنی خارجی، عملکرد مناسبی در برابر هوازگی، محیط های خورنده، تابش شدید آفتاب و تکان های حرارتی خواهد داشت.

۱۲. ایستایی سیستم در ساختمان های میان مرتبه و حتی بلند مرتبه، در صورت طراحی و اجرای اصولی اتصالات، به راحتی قابل تامین است. در اکثر موارد، در صورت طراحی معماری متناسب با قابلیت ها و محدودیت های این روش، سرعت ساخت به طور محسوسی بیشتر از سیستم های متداول ساخت بتنی است.

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)									گروه مهندسين د/م
صفحه: ۱۱		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	
اردیبهشت ۹۳								۰۱	

۱۳. عملکرد یکپارچه دیوارها و سقف‌ها و عکس‌العمل مناسب و مقاوم در مقابل زلزله نسبت به سیستم متداول و سنتی.
۱۴. استهلاک پایین و عمر طولانی ساختمان در بهره‌برداری
۱۵. مصرف کمتر نیروی انسانی نسبت به سیستم سنتی
۱۶. کاهش ضخامت جدارها و در نتیجه افزایش فضای داخلی مفید
۱۷. قابلیت برنامه‌ریزی و کنترل پروژه دقیق برای زمان مشخص تحویل (در صورتی که محدودیت‌های فصلی به شکلی واقع بینانه پیش‌بینی شده باشد).
۱۸. وجود دانش فنی و مقررات و ضوابط و آئین‌نامه‌های بتن مسلح در کشور



شکل ۵: اجرای تونل مکعبی با قالب تونلی

نقاط ضعف

۱. با توجه به روش اجرایی خاص سیستم تونلی، و ضرورت وجود دیوارهای سازه‌ای متعدد موازی، روشن است که محدودیت‌هایی در زمینه معماری وجود دارد، که باعث می‌شود آزادی عمل در طراحی ساختار اصلی معماری به طور قابل توجهی کمتر از سیستم‌هایی نظیر تیر ستون سقف بتنی یا اسکلت فلزی (یا بنددار یا قاب خمشی) باشد. در نتیجه، میزان اختیار در تعیین ابعاد فضاها، در مقایسه با دیگر سیستم‌های نام برده کمتر است.
۲. قابلیت بازیافت مصالح و عناصر مورد استفاده در این سیستم، همانند تمامی ساختمان‌های بتنی، با مشکلات فراوان روبه‌روست. در نتیجه، توجیه اقتصادی برای این نوع اقدامات بسیار ضعیف است.

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)										
صفحه: ۱۲		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
اردیبهشت ۹۳								۰۱		

۳. با توجه به سنگین بودن قطعات قالب دیوار و سقف مورد استفاده، وجود جرثقیل و دیگر امکانات سنگین نصب الزامی است.
۴. محدودیت‌های فصلی در خصوص اجرای این سیستم جدی‌تر و تعیین‌کننده‌تر از سیستم‌های متداول است.
۵. امکان تغییر ابعاد قطعات، پس از تولید منتفی است.
۶. امکان دسترسی به مدارهای تاسیسات الکتریکی در دوره بهره‌برداری وجود ندارد، و در صورت بروز مشکل، در اکثر موارد لازم خواهد بود مدار جایگزینی به صورت روکار اجرا شود. در مورد مدارهای سیستم تاسیسات مکانیکی، با توجه به لازمه ریزری یا روکار بودن تمامی مدارها، این مشکل مطرح نیست.
۷. وابستگی شدید به چند مصالح استراتژیک و عدم وجود امکان جایگزینی با دیگر مصالح و فرآورده‌ها
۸. مواردی که جهت اطلاع هستند و در مواردی می‌توانند مثبت و در مواردی دیگر منفی تلقی شوند
۹. امکان پیش‌بینی مدارهای تاسیسات الکتریکی در این سیستم در زمان آرماتوربندی و قالب‌بندی وجود دارد. با توجه به ضخامت محدود دیوارها و سقف‌ها در روش تونلی، در عمل، بخش اعظم مدارهای تاسیسات مکانیکی خارج از دیوار، در داخل داکت یا به صورت نمایان اجرا می‌شود.
۱۰. با توجه به این نکته که دیوارهای داخلی در اکثر موارد با استفاده از تیغه‌های گچی یا دیوار خشک ساخته می‌شوند، امکان انجام تغییراتی نظیر حذف یا جابه‌جایی آنها در دوره بهره‌برداری عملی است. البته در مورد دیوارهای بتنی سازه‌ای، امکان هرگونه تغییری کاملاً منتفی است.
۱۱. تأمین انتظارات در خصوص عایقکاری حرارتی جدارها، در صورتی که عایق حرارتی در داخل اجرا شود، به دلیل وجود پل‌های حرارتی متعدد، خصوصاً در ساختمان‌های گروه ۱، با مشکلات فراوانی همراه است، در صورتی که عایق حرارتی در طرف خارج ساختمان در نظر گرفته شده باشد، مشکلات اجرایی بیشتر می‌شود، ولی در عوض پل‌های حرارتی محل اتصالات به سقف‌ها و دیوارهای داخلی کاملاً حذف می‌شوند، و اینرسی حرارتی مورد نیاز برای ساختمان‌های مسکونی به طور چشمگیری افزایش می‌یابد.
۱۲. هوابندی دیوارهای خارجی بتنی اجرای درجا به راحتی صورت می‌گیرد، ولی در مورد دیوارهای ساخته شده به روش‌های دیگر، هوابندی بستگی به روش مورد استفاده و خصوصاً جزییات اتصال دیوار به بخش‌های بتنی موجود دارد. در مورد آب‌بندی نیز عملکرد دیوارها به مصالح و لایه‌های تشکیل دهنده آن بستگی دارد، و حتی در مورد دیوارهای بتنی اجرا درجا نیز، در اکثر موارد، آب‌بندی با در نظر گرفتن لایه‌های تکمیلی برای دیوار محقق می‌شود.
۱۳. خطر بروز میعان و مشکلات ناشی از آن را می‌توان در فاز طراحی، و بسته به نوع و محل قرارگیری عایق حرارتی ردیابی و برطرف کرد.

سیستم قالب بتنی تونلی (Tunnel Concrete Forming)										
صفحه: ۱۳		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
اردیبهشت ۹۳									۰۱	

جمع بندی

در پایان، به عنوان نتیجه گیری و جمع بندی، می توان گفت که سیستم قالب تونلی از روش های اقتصادی انبوه سازی است. تعداد طبقات بهینه در این روش، بین ۸ تا ۱۰ طبقه است. در این روش، هزینه ها در مقایسه با روش های رایج بتنی و فلزی به طور محسوسی کمتر است. طبق برآوردهای انجام شده توسط انبوه سازان مطرح، هزینه های تا اتمام اسکلت، دیوارها و اندودهای داخلی، نسبت به روش های رایج اسکلت بتنی و فلزی به ترتیب ۱۹ و ۳۸ درصد، کمتر است. نقطه ضعف اصلی این روش عدم امکان جوابگویی به انتظارات عملکردی پارکینگ هاست. در عمل، لازم است برای پارکینگ فضایی مجزا در نظر گرفته شود. در اکثر موارد، لازم است ساختمانی مستقل و جداگانه پیش بینی شود. از طرف دیگر، شیب زمین پروژه نیز باید بسیار کم (حداکثر ۵ درصد) باشد. این سیستم صرفاً برای طرح های انبوه سازی مطرح است و در پروژه های کوچک، قابلیت توجیه ندارد.