

ATP.Consulting Engineers



مهندسين مشاور پارسوا

[www.ATParswa.com](http://www.ATParswa.com)

# نگاهی بر کاربرد و اجرای روسازی بتن غلتکی



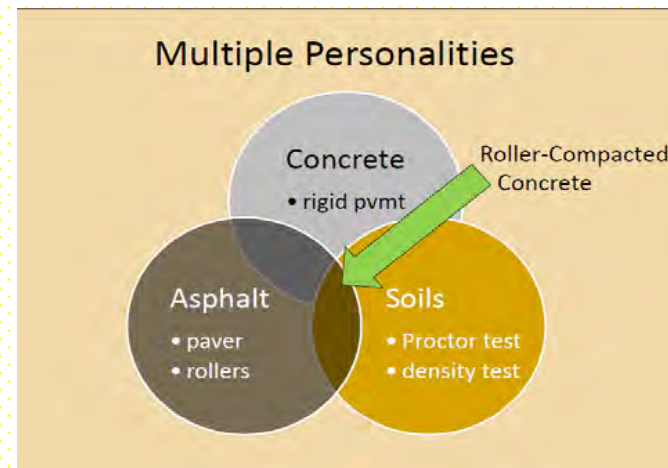
## فهرست مطالب:

- (۱) تعریف و تاریخچه
- (۲) توجیه فنی و اقتصادی
- (۳) تولید - حمل - پخش و تراکم
- (۴) مراقبتهای بعد از اجرا ( عمل آوری - درز انقباض - محدودیت های تردد )
- (۵) طرح اختلاط
- (۶) آزمایشهای کنترل کیفیت

## بخش اول :

### تعريف □

بتن غلتکی روسازی مخلوط سفت و نسبتاً خشکی از سنگدانه ها با حداکثر اندازه اسمی ۱۹ میلیمتر، مواد سیمانی و آب که توسط دستگاههای متداول روسازی آسفالتی پخش و پس از آن با غلتکهای تراکم آسفالت و غلتک ویبره به تراکم می رسد و سرانجام بعد از سخت شدن در اثر واکنش هیدراتاسیون سیمان به بتن تبدیل می گردد مشخصه این نوع بتن صفر بودن اسلامپ آن است.





## تاریخچه

اولین کاربرد بتن غلتکی به عنوان روسازی و بدون نیاز به روکش در سال ۱۹۷۰ در ساخت محوطه کارخانه چوب و الوار در ونکوور کشور کانادا بود.

در همان سال در کشور اسپانیا از این نوع آوری در روسازی جاده هایی با حجم ترافیک کم استفاده شد، و در سال ۱۹۷۵ آمریکاییها آزمایش موفقیت آمیزی از بتن غلتکی در راه دسترسی به مرکز مطالعات ارتش آن کشور انجام دادند،



RCC تا سال ۱۹۸۰ در اروپا بطور کامل شناخته شد و اکثر کشورهای این قاره حتی بصورت آزمایشی هم شده این روسازی را اجرا کردند بطوریکه سهم هریک از آنها حداقل صد هزار مترمربع شد.

در آسیا در سال ۱۹۸۵ اندونزیای ها اولین کشوری بودند که اقدام به اجرای RCC به عنوان روسازی نمودند بطوریکه در ۵ سال نخست ۵۵۰ هزار مترمربع بتن غلتکی اجرا شد. دو سال بعد یعنی در سال ۱۹۸۷ مهندسان ژاپنی شروع به اجرای این نوع روسازی نمودند بطوریکه در طول ده سال یک میلیون و هشتصد هزار مترمربع روسازی بتن غلتکی در این کشور ساخته شد.

از سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ سطح کل روسازی های بتن غلتکی اجرا شده در جهان از مرز ۱۲ میلیون مترمربع گذشت.



## بخش دوم :

### توجیه فنی و اقتصادی :

استفاده از رویه های بتنی در کشورهای دیگر متداول است، اما در کشور ما به دلیل منابع فراوان نفتی (قیر)، معرفی نشدن گزینه های مناسب جایگزین روسازی آسفالتی و در مواردی نبود دانش فنی - اجرایی و بعضی تجهیزات خاص، اجرا و ساخت این نوع رویه ها مورد توجه نبوده است. از بین این رویه های بتنی - روسازی RCC - حائز شرایط بهینه ای نسبت به سایر روسازی های بتنی است.

## مزایای رویه های بتنی :

- \* ساخت سریع و هزینه کم تجهیزات تولید نسبت به آسفالت
- \* اقتصادی
- \* ظرفیت باربری بالا
- \* سختی و انعطاف ناپذیری
- \* مقاومت در برابر تغییرات آب و هوایی
- \* دوام بالا - طول عمر زیاد
- \* کم بودن تعمیر و نگهداری
- \* استفاده ی چند منظوره
- \* سازگاری با محیط زیست
- \* نمای ظاهری
- \* کنترل دما



## □ نمای ظاهری :

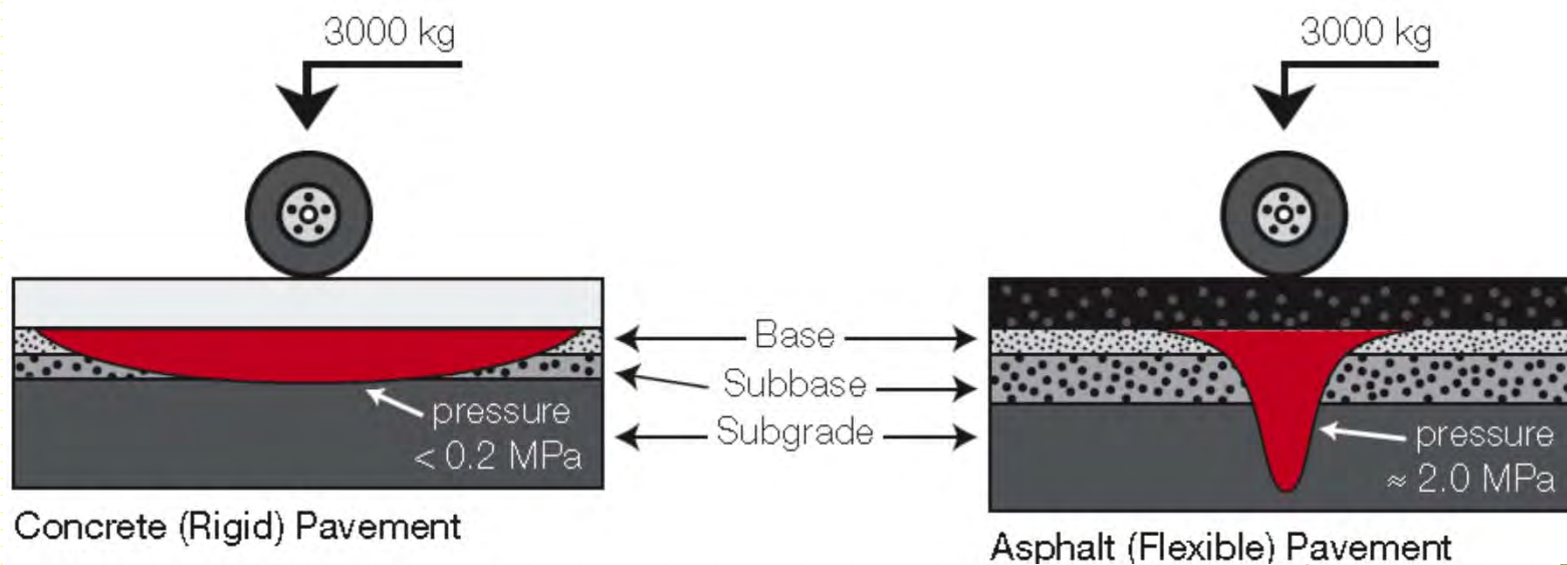


► بدلیل فراهم ساختن دید بیشتر در شب برای استفاده کنندگان، روسازی بتنی از نظر ایمنی نسبت به روسازی آسفالتی ارجح تر است.



## □ سختی و انعطاف ناپذیری :

تصاویر ذیل نحوه توزیع تنش در یک روسازی انعطاف پذیر (آسفالتی) و بتنی نشان می دهد، همانگونه که مشاهده می شود بدلیل مقاومت بالای روسازی های بتنی در قبال اعمال بار توزیع تنش در سطح بیشتر و شدت کمتری نسبت به روسازی های انعطاف پذیر صورت می گیرد که این امر باعث می شود که روسازی های بتنی کمتر نیاز به لایه های اساس و زیراساس با توان باربری و ضخامت بالا در مقایسه با روسازی های انعطاف پذیر داشته باشند





## طول عمر :

رویه بتنی ۴۰ تا ۵۰ سال

رویه آسفالتی ۱۵ تا ۲۰ سال

( این آمار مربوط به آمریکا و اروپاست در هر صورت عمر مفید روسازی بتن غلتکی بیش از دو تا سه برابر روسازی آسفالتی خواهد بود.)



## هزینه، تعمیر و نگهداری :

- (۱) ۲۰٪ مصرف سوخت کمتر برای کامیون های سنگین و نیز قابلیت تحمل بار سنگین تر.
- (۲) عملکرد طولانی مدت و بهتر بهره برداری بتن از لحاظ وقفه های کمتر برای استفاده کنندگان و نتیجتاً هزینه کمتر خواهد بود.
- (۳) باعث افزایش تعداد سفرهای کامیون های باربر و مسافت رانندگی می شود. محدودیت کمتر در بار وارده که در راه های آسفالتی.
- (۴) نبود چال و گودال و نتیجتاً مسیر صاف و هموارتر نسبت به رویه ی آسفالتی.
- (۵) مقاومت بسیار زیاد در برابر حلالها.
- (۶) دوام بیشتر در برابر آتش.
- (۷) نبود شیار و نتیجتاً خطر جمع شدن آب باران کمتر و کاهش تصادفات.





خرابی های رویه آسفالتی





## کاربردها :

- ۱- اسکله ها
- ۲- محوطه های نظامی و صنعتی
- ۳- انبارها
- ۴- پارکینگ ها
- ۵- فرودگاه
- ۶- جاده های شریانی
- ۷- شانه بزرگراه
- ۸- خیابان های محلی و تقاطع ها
- ۹- راه های روستایی و دسترسی معادن



## امكان سنجى پروژه :

- ۱- اندازه پروژه
- ۲- محل پروژه
- ۳- مشخصات بارگذاري
- ۴- سال طرح
- ۵- انتظارات بهره بردار



طرح اختلاط



## طرح اختلاط :

- (1) به اندازه ای خشک باشد که غلتک بتواند آنرا متراکم کند.
- (2) به اندازه ای تر باشد که خمیر سیمان بتواند توزیع شود.





## تغییراتی که در ساخت بتن معمولی باید داده شود که به بتن غلتکی برسیم:

- ۱- اسلایپ به صفر برسد
- ۲- مخلوط بدون هوا باشد
- ۳- مقدار ریزدانه بیشتر شود (به شرطی که خمیری نشود)
- ۴- حداکثر اندازه اسمی سنگدانه به ۱۹ میلیمتر ( $3/4$  in) محدود شود



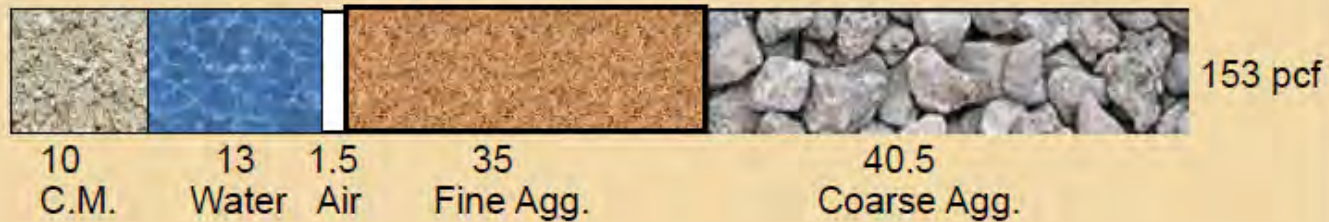
# Conventional Concrete & RCC

Percent by  
Volume

## Conventional PCC



## Roller Compacted Concrete





## Proportioning Methods

- Several methods available:
  - Concrete consistency method
  - Soil suspension method
  - Optimal paste volume method
  - Soil compaction method



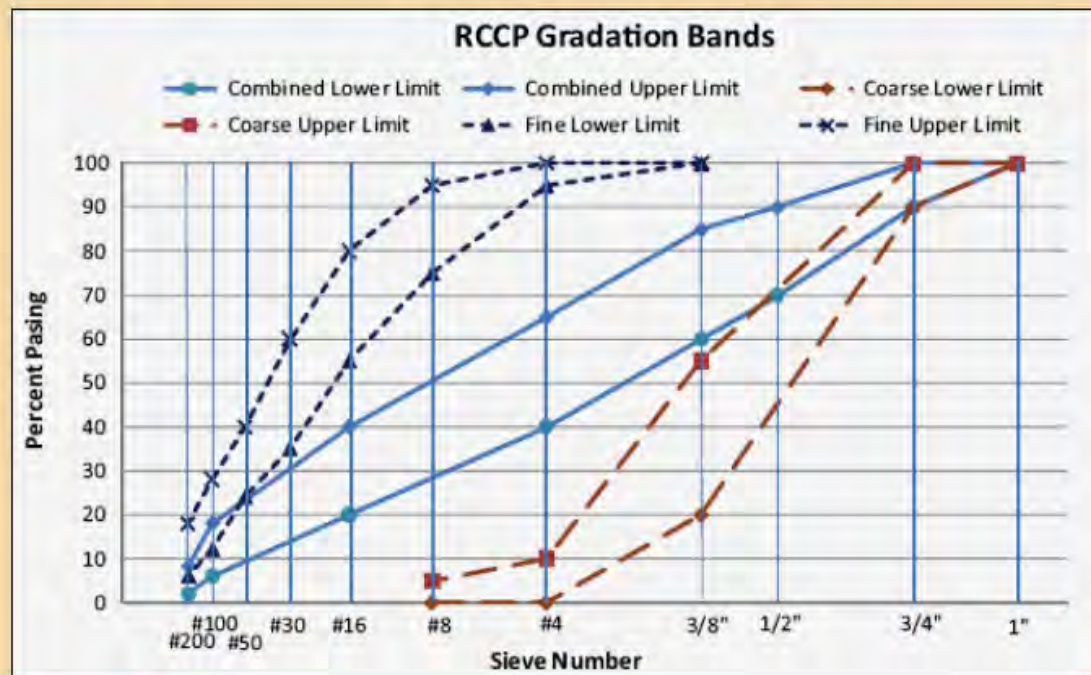
# Soil Compaction Method

- Most common method used in the U.S. for RCC paving mixtures
- Testing equipment readily available at construction materials laboratories
- Three major steps
  - 1) Select aggregate blend with minimal voids
  - 2) Determine optimum moisture content and maximum density (modified Proctor test)
  - 3) Determine cementitious content





## Step 1: Selection of Aggregate Blend

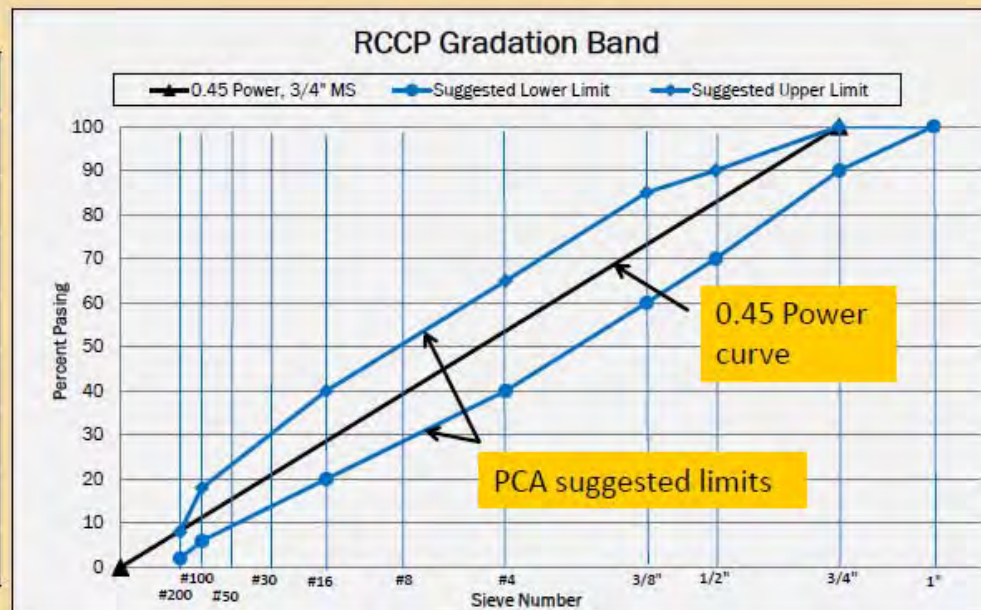




# Step 1: Selection of Aggregate Blend

## Suggested Blend Gradation

Size Number	Percent Passing
1-in (25 mm)	100
3/4-in (19mm)	90-100
1/2-in (12.5 mm)	70-90
3/8-in (9.5 mm)	60-85
No. 4 (4.75 mm)	40-65
No. 16 (1.18 mm)	20-40
No. 100 (150 μm)	6-18
No. 200 (75 μm)	2-8





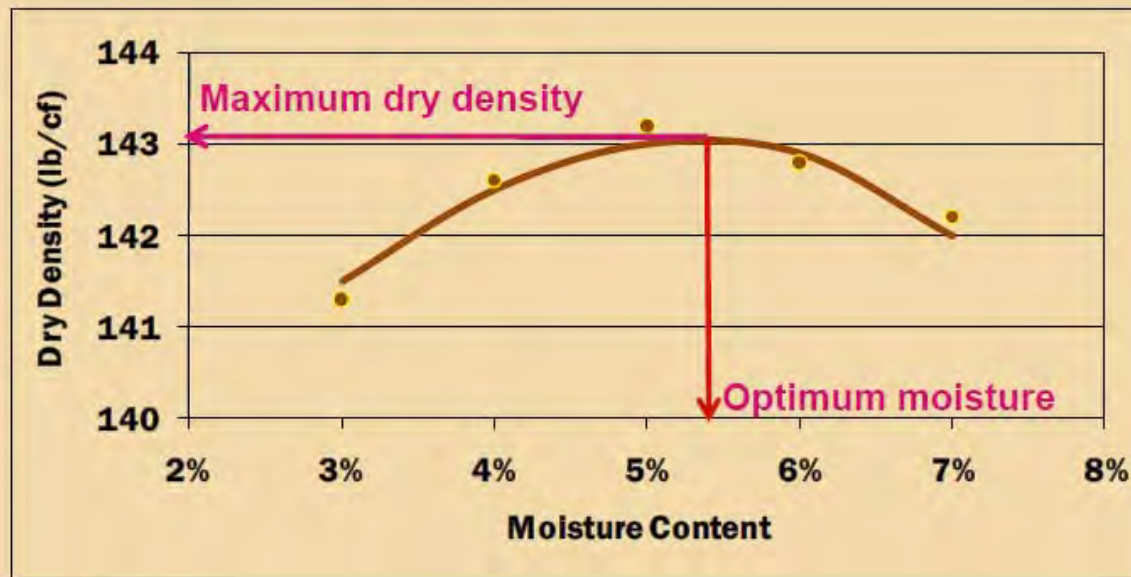
## Step 2: Determine Opt. Moisture Content & Maximum Density

- Select a mid-range cement content (e.g. 12% or 450 pcy)
- Perform a modified Proctor test (ASTM D1557)
- Construct moisture-density relationship curve
- Determine Optimum Moisture Content and Maximum Dry Density



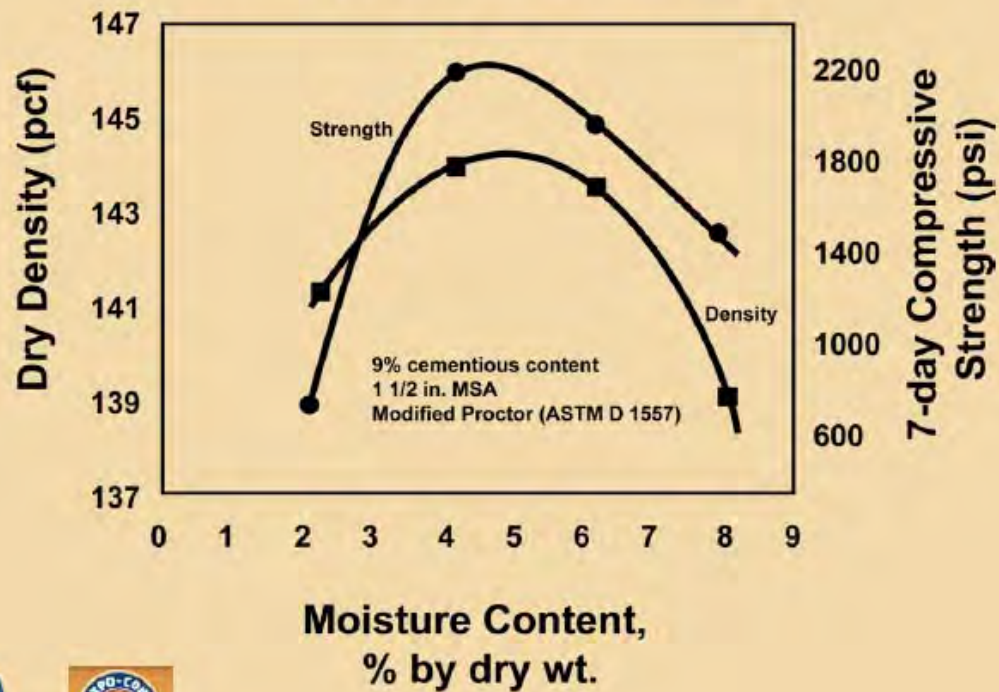


# Moisture-Density Relationship





## Relationship Between Density and Strength





## Step 3: Determine Cementitious Content

- Make and test compressive strength cylinders
  - Maintain percent optimum moisture content (use OMC determined in Step 2)
  - Use varying cement content, e.g., 10%, 12%, & 14%
  - Mold 3 cylinders at each cement content (ASTM C1435)
- Select cement content which yields appropriate strength



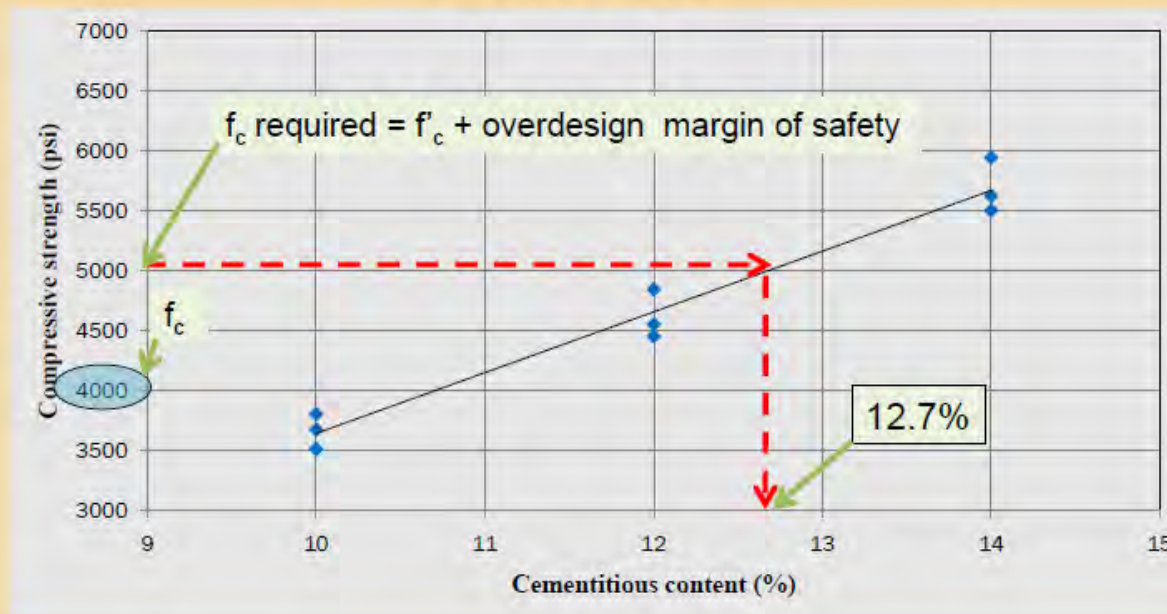
# Strength Testing



Fabricating cylinders  
with vibrating hammer  
(ASTM C1435)



## Step 3: Determine Cementitious Content





## طراحی ضخامت :





# توليد - حمل - پخش و تراکم



## توليد:

### ۱- مصالح

#### ۱-۱ - سيمان :

همه انواع سيمان پرتلند بجز سيمان تيپ ۳ (سيمان زود گير) مي تواند در ساخت مخلوطهاي بتن غلتكي بكار روند.

#### ۱-۲ - آب

كيفيت آب براي ساخت بتن غلتكي روسازي بايد مشابه كيفيت آب براي بتن هاي معمولي باشد.



## ۲-۱ - سنگدانه ها :

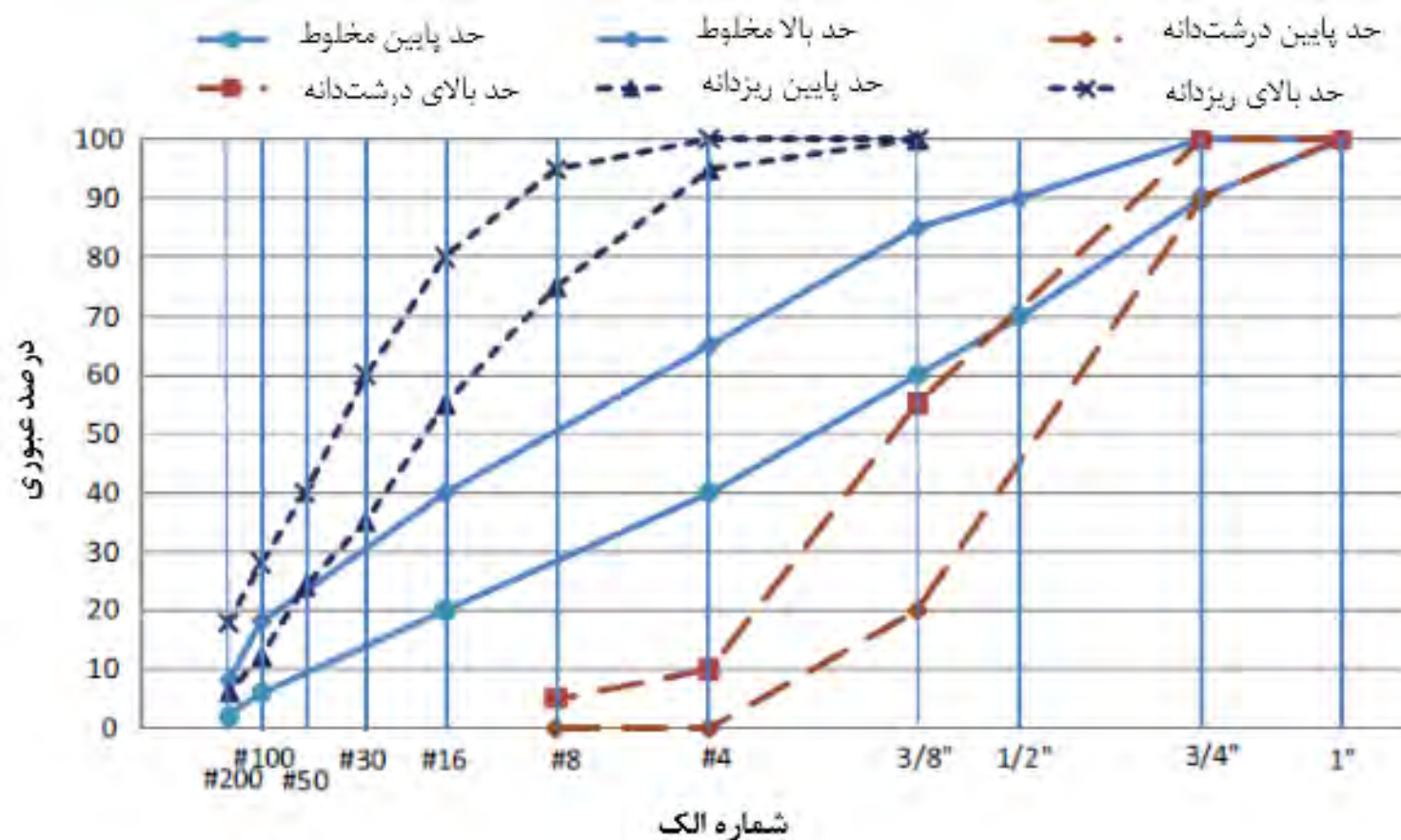
سنگدانه های مصرفی در ساخت روسازی بتن غلتکی باید دارای کیفیت و دانه بندی مناسب باشند.

الزامات عمومی سنگدانه ها باید مطابق الزامات استاندارد ۳۰۲ ایران و ASTM C33 باشد و نیز حداکثر اندازه شن مصرفی به ۲۰ میلیمتر محدود گردد، درصد رد شده از الک شماره ۲۰۰ با شرط غیر پلاستیک بودن آن از ۸ درصد تجاوز ننماید و دامنه خمیری غیرقابل تعیین باشد.





## محدوده دانه بندی مناسب ارائه شده توسط PCA





## تولید :

ایستگاه بتن ساز (بچینگ) باید حداقل دارای ظرفیت ۱۲۰ تن بر ساعت و از نوع شافت دو قلو باشد.





## حمل :

حمل این نوع بتن با توجه به روانی آن با کامیون انجام می گیرد.





## پخش :

پخش بتن غلتکی با فنیشرهای چرخ زنجیری انجام می گیرد.  
قبل از پخش بتن سطح لایه زیرین بایستی مرطوب گردد.









## تراکم:

بلافاصله بعد از ریختن بتن غلتکی تازه توسط دستگاه روسازی، بتن غلتکی باید توسط تعداد عبور کافی غلتک دو استوانه ای فلزی تا رسیدن به دانسیته مشخص متراکم گردد. تعداد عبور لازم توسط غلتک باید توسط مقطع آزمایشی مشخص گردد. معمولاً حداقل ۴ عبور غلتک ارتعاشی با وزن استاتیکی ۱۰ تن جهت تراکم لازم است. هر رفت و برگشت ۲ عبور حساب می شود. بعد از اتمام تراکم توسط غلتک ارتعاشی چرخ فلزی، درزها و ترکهای به جا مانده در سطح باید توسط دو یا بیشتر عبور غلتک چرخ لاستیکی (ترجیحاً ۱۰ تا ۲۰ تن) مرتفع شود.









## لبه برداری درزهای طولی و عرضی:

چنانچه امکان اجرای تمام باند روسازی بتنی وجود نداشته باشد و همچنین در اجرای در سرد، بایستی بتن قدیمی با دستگاه کاتر بصورت کاملاً عمودی بریده شود.









## عمل آوری و مراقبت :

عمل آوری بعد از اجرا و به مدت ۷ روز بطور کامل اجرا می گردد و تا مدت ۱۴ روز عبور هر نوع وسیله نقلیه بر روی روسازی بجز تانکر آبپاش مجاز نمی باشد.





## ایجاد درزهای انقباضی :

به منظور جلوگیری از ایجاد ترکهای بزرگ در بتن غلتکی، درزهای انقباضی در روسازی بتن غلتکی بریده می شوند، بریدن بتن توسط اره بتن با تیغه حدود ۳ میلی متر و عمق برش معادل حداقل یک چهارم روسازی بتن انجام می گیرد.





## مضرس نمودن سطح بتن غلتکی و روکش با آسفالت:

چنانچه سطح بتن اجرایی بدلیل عدم استفاده از فنیشر مخصوص رویه بتنی و یا سایر دلایل اجرایی ناهموار شد، می توان با دستگاه آسفالت تراش سطح را مضرس نمود و آنگاه با قیر محلول (پریمکت بدلیل نفوذ بیشتر) و توپکا سطح را روکش کرد.





## اجرای قشر توپکا بر روی بتن غلتکی:





# آنالیز اقتصادی



# مقایسه هزینه های روسازی آسفالتی و بتنی

هزینه ساخت و ساز اولیه

هزینه نوسازی

هزینه نگهداری

هزینه بهره برداران

هزینه های پنهان آسفالت

هزینه های چرخه عمر