



به نام خدا

نشست تخصصی

بهسازی لرزه ای نسبی ساختمان های متداول شهر تهران

Instructions for Relative seismic Rehabilitation of Common Buildings In Tehran

تیمور هنربخش

مهندسین مشاور سرزمین

مورخ ۱۳۹۸/۰۸/۲۱



فهرست مندرجات

– مقدمه

– راهکار پیشنهادی برای ساختمان های متداول شهر تهران

– شرح خدمات

– اقدامات انجام شده

– حاصل اقدامات انجام شده

– اقداماتی که باید انجام پذیرد

Introduction

- The last destructive earthquake in Ray occurred in 1209 (1830), 189 years ago, when Tehran was a small village on the Ray outskirts. In historical documents, Ray was destroyed at least one time by destructive earthquake before.

- The occurrence of earthquakes in Tehran with a magnitude of 7 to 7.5 Richter is definite, although its timing is unclear, but it has a period around 200 years, and its magnitude will increase with delay.

- According to various studies over the past 20 years, most residential buildings as well as office, commercial, hospitals, schools, universities, governmental and public buildings, some bridges, life lines , etc. cannot stand it.

- آخرین زلزله مخرب درری در سال ۱۲۰۹ (۱۸۳۰) یعنی ۱۸۹ سال پیش رخ داده زمانیکه تهران روستای کوچکی درحومه آن بود وری ویران شد. در اسناد تاریخی حداقل یکبار دیگر ری در زلزله مخرب ویران شده است.

- وقوع زلزله در تهران با بزرگی ۷ تا ۷/۵ ریشتر قطعی است اگرچه زمان وقوع آن مشخص نیست ولی پریود حدود ۲۰۰ ساله دارد و با تأخیر در زمان وقوع، بزرگی آن بیشتر خواهد شد.

- طبق مطالعات مختلف در ۲۰ سال گذشته اکثر ساختمان های مسکونی و همچنین اداری، تجاری، بیمارستان ها، مدارس، دانشگاه ها، ساختمان های دولتی و عمومی، برخی از پل ها، شریان های حیاتی و... تاب تحمل آن را ندارند.

- In a probable scenario of Tehran earthquake around 1 million people will kill and 2-3 million people injured + destruction of buildings + inaccessibility for relief and rescue due to narrow passages , impenetrability and congestion of buildings + widespread wildfire due to gas network + explosion at the gas stations, gas pumps and fuel tanks + cut off water, electricity, telecommunications and sewage networks + ... will happen, which is a phenomenon beyond the crisis, the national catastrophe and the catastrophe of the century. It is a security threat to the country.

- confronting with post-earthquake conditions is practically impossible due to dimensions and complexity of it, and there is only one solution, that is prevention.

- در یک سناریوی احتمالی زلزله تهران حدود ۱ میلیون نفر کشته و ۲-۳ میلیون نفر زخمی خواهند شد + تخریب ساختمان ها + عدم امکان دسترسی برای امداد و نجات به دلیل معابر کم عرض، نفوذناپذیری و تراکم ساختمان ها + آتش سوزی گسترده به دلیل شبکه گازرسانی + انفجار در پمپ بنزین ها ، پمپ های گاز و مخازن سوخت + قطع شبکه های آب ، برق ، مخابرات و فاضلاب + ... رخ خواهد داد، که پدیده ای فراتر از بحران ، فاجعه ملی و فاجعه قرن است. این یک تهدید امنیتی برای کشور است.

- مقابله با شرایط بوجود آمده پس از زلزله بدلیل ابعاد و پیچیدگی های آن عملاً ممکن نیست و فقط یک راهکار وجود دارد و آن پیشگیری است.

- Prevention at the city level, such as Tehran, which has about 2 million residential and commercial buildings, and is also the security, political, economic, social and cultural center of the country, is a very complicated problem and needs creative solutions.

- Seismic rehabilitation studies of an ordinary building in Tehran according to standard (360 or ASCE41) requires several measures to be taken namely; visual assessment, determining strength of materials by tests, analytical assessment, Preliminary analysis of alternatives and selection of the superior alternative and detail design it, preparation of bid document and selection of contractor. In the best situation this procedure lasts around 6 months with a cost of around 30000-40000 Tomans per square meter, which make it impossible to execute it for 1 to 2 million buildings even within 50 years.

- پیشگیری در سطح شهری مانند تهران، که حدود ۲ میلیون پلاک مسکونی، اداری و تجاری دارد، همچنین مرکز امنیتی، سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور است، امری بسیار پیچیده و نیازمند راهکارهای خلاقانه است.

- مطالعات بهسازی لرزه ای یک ساختمان مسکونی متداول در شهر تهران، طبق نشریه شماره ۳۶۰ و یا ASCE41 با توجه به مراحل انجام کار که شامل ارزیابی کیفی، سونداژ و آزمایش مصالح، ارزیابی کمی، بررسی گزینه ها، طراحی تفصیلی، تهیه اسناد مناقصه و انتخاب پیمانکار ذیصلاح است، در شرایطی که کلیه امکانات مطالعاتی و مالی مهیا باشد، حدود ۶ ماه طول می کشد و برای هر مترمربع حدود ۳۰ تا ۴۰ هزار تومان هزینه در بردارد. بنابراین در سطح شهر تهران برای حدود ۱ تا ۲ میلیون پلاک، چنین اقدامی حتی ظرف ۵۰ سال آینده متصور نیست.

The proposed solution for typical buildings in Tehran

- The idea of relative seismic rehabilitation, which I first proposed for country's schools in 2005, was welcomed by the head of the Tehran Disaster Mitigation and Management Organization in the same year.

After numerous meetings and determining the description of services, as follow, the contract was concluded in June 2007.

- The proposed solution is the feasible method of "Relative Seismic Rehabilitation" for masonry, steel structure, and concrete structure buildings with up to 4 stories.

The Target Building Performance level in "Relative Rehabilitation," which is one of the broad range of "Limited performance objectives," is;

$$\text{hazard level} = \frac{2}{3} \text{ hazard level (1)}$$

target structural performance Level=collapse prevention

- ایده بهسازی لرزه ای نسبی ، که برای اولین بار در سال ۱۳۸۴ (۲۰۰۵) برای مدارس کشور پیشنهاد کردم ، در همان سال مورد استقبال رئیس سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران قرار گرفت.

پس از جلسات متعدد و تعیین شرح خدمات، به شرح زیر، قرارداد در خرداد ماه سال ۱۳۸۶ (۲۰۰۷) منعقد شد.

- راهکار پیشنهادی روشی اجرائی و ممکن برای ساختمان های بنائی، اسکلت فلزی و اسکلت بتنی تا ۴ طبقه " بهسازی لرزه ای نسبی " است.

هدف بهسازی در " بهسازی نسبی " که یکی از حالات طیف وسیع " بهسازی محدود " است، عبارتست از:

$$\text{سطح خطر} = \frac{2}{3} \text{ سطح خطر (۱)}$$

سطح عملکرد = آستانه فرو ریزش

Description of services

- Considered Area ; south of Enghelab Avenue

- منطقه هدف؛ کلیه مناطق واقع در جنوب

خیابان انقلاب

- Investigation of similar works across the World

- بررسی کارهای مشابه در سراسر جهان

- Investigation of people's interest in participation and cooperation in the project

- بررسی علاقمندی مردم به مشارکت و همکاری در پروژه

- Investigation of how people participate financially in the project

- بررسی نحوه مشارکت مالی مردم در پروژه

- Investigation of legal problems for implementation of project

- بررسی مشکلات حقوقی برای اجرای پروژه

- Solution should be such that residents do not have to evacuate their homes

- Performing laboratory tests to verify rehabilitation details efficiency

- Design of operational cycle for execution mass rehabilitation project all over Tehran

- Compilation of simple instructions for providing relative seismic rehabilitation drawings for common masonry, steel structure, concrete structure buildings up to 4 stories in 10 days.

Important note :

The operationalization of retrofitting plan over the city, regarding the huge number of buildings, can only be achieved through People participation and Governance (Government, Parliament and Judiciary) support

- راه حل باید به گونه ای باشد که ساکنان مجبور نشوند خانه خود را تخلیه کنند

- انجام آزمایشات آزمایشگاهی برای بررسی کارایی جزئیات بهسازی لرزه ای

- طراحی چرخه عملیاتی برای اجرای پروژه بهسازی لرزه ای گسترده در سراسر تهران

- تدوین دستورالعمل های ساده برای تهیه نقشه های بهسازی لرزه ای ساختمان های بنائی، اسکلت فلزی و اسکلت بتنی حداکثر تا ۴ طبقه ظرف مدت ۱۰روز

نکته مهم :

عملیاتی کردن طرح مقاوم سازی در سطح شهر ، با توجه به تعداد زیاد ساختمان ها ، فقط از طریق مشارکت مردم و پشتیبانی حاکمیت (دولت ، مجلس و قوه قضائیه) قابل دستیابی است.

Actions taken

- According to the Investigation carried out in different countries, there have been some limited actions that are not similar to the intended purpose. The only important point is that there is an Act in New Zealand that "If the existing building has structural adequacy for the $\frac{2}{3}$ risk level (1), there is no need for retrofiting."

- Selected hazard level ($\frac{2}{3}$ hazard level (1)) is similar to New Zealand Act, but selected performance level (collapse prevention) is different from that (life safety).

اقدامات انجام شده

طبق بررسی های بعمل آمده در کشور های مختلف اقدامات محدودی انجام یافته که با هدف مورد نظر مشابهتی ندارند. تنها نکته مهم اینکه در کشور نیوزیلند قانونی وجود دارد که "اگر ساختمان موجود از کفایت سازه ای برای $\frac{2}{3}$ سطح خطر (۱) محل برخوردار باشد، نیازی به مقاوم سازی ندارد".

- سطح خطر انتخابی ($\frac{2}{3}$ سطح خطر (۱)) با قانون نیوزیلند مشابه ، لیکن سطح عملکرد انتخابی (آستانه فروریزش) با آن (ایمنی جانی) تفاوت دارد.

- Through careful statistical studies using the AHP method, up to 350 samples from all three types of buildings were selected.

- Residents of selected buildings were informed.

- Asbuilt drawings of selected buildings were prepared by technical staffs.

-The related socio-economic forms were completed.

- The vulnerability assessment of each building's structure was done.

- Mathematical model and spectral analysis according to ASCE41-06 for each structure was done, then different seismic rehabilitation alternatives were investigated and the most appropriate alternative was selected.

- با مطالعات آماری دقیق به روش AHP، بالغ بر ۳۵۰ پلاک از هر سه نوع ساختمان انتخاب شد.

- به ساکنان پلاک های انتخابی اطلاع رسانی شد.

- نقشه های چون ساخت (ازبیلت) ساختمان ها توسط کادر فنی تهیه شد.

- فرم های اقتصادی - اجتماعی مربوطه تکمیل شد.

- ارزیابی آسیب پذیری سازه هر ساختمان انجام پذیرفت.

- مدلسازی ریاضی و تحلیل طیفی بر طبق استاندارد ASCE41-06 برای سازه هر ساختمان انجام و سپس با بررسی گزینه های مختلف بهسازی لرزه ای، مناسب ترین گزینه انتخاب شد.

- قوانین موجود در این زمینه مطالعه گردید و خلاء های قانونی مشخص شد.

- برآورد هزینه هرگزینه انجام شد. هزینه عملیات بهسازی لرزه ای نسبی بسته به نوع ساختمان و جزئیات اجرائی، $(20 \pm 5) \%$ هزینه نوسازی است.

- برای حصول اطمینان از عملکرد جزئیات بکار رفته در نقشه های بهسازی لرزه ای نسبی، دو سری آزمایش دینامیکی به شرح زیر انجام پذیرفت؛

* آزمایش های رفت و برگشتی پوش اور روی کف قوی آزمایشگاه سازه دانشکده فنی دانشگاه تهران بر روی ۲۱ تیپ دیوار بنائی با تناسبات ابعادی مختلف به صورت تقویت نشده و همچنین تقویت شده با روش ها و جزئیات مختلف، انجام شد و منحنی رفتاری هریک تعیین گردید.

- The existing laws in this field were studied, and legal gaps identified.

- A cost estimation of each alternative was performed. Depending on the type of building and the executional details, the cost of relative seismic rehabilitation execution is $(20 \pm 5) \%$ of the renovation cost.

- Two series of dynamic tests were carried out to ensure function of seismic relative rehabilitation details used in drawings, as below;

* Cyclic pushover tests were performed on the strong floor of the Structural Laboratory of the Faculty of Engineering, University of Tehran, on 21 types of masonry walls with different aspect ratio, not reinforced and also reinforced by different methods and details, and the backbone curve of each type was determined.

The obtained results can be used for seismic rehabilitation of masonry buildings as well as infills of buildings with steel or concrete framing systems.

The comprehensive report of the experiments was prepared by the Faculty of Engineering of Tehran University.

※ 5 tests on masonry buildings constructed by conventional method and also reinforced according to the details of relative seismic rehabilitation instruction with a scale of 1:1 were performed on the shaking table of Sharif University of Technology and the efficiency and reliability of the details were checked.

A comprehensive report of all experiments was prepared.

نتایج به دست آمده می توانند جهت بهسازی لرزه ای ساختمان های بنائی و همچنین میانقاب های ساختمان های با اسکلت فلزی و بتنی مورد استفاده قرار گیرند.

گزارش جامع آزمایش ها توسط دانشکده فنی دانشگاه تهران تهیه شد.

※ ۵ آزمایش بر روی ساختمان های بنائی ساخته شده به روش متداول و همچنین تقویت شده طبق جزئیات بهسازی لرزه ای نسبی دستورالعمل با مقیاس ۱:۱، بر روی میز لرزه دانشگاه صنعتی شریف انجام شد و کارایی و قابلیت اعتماد جزئیات طرح بهسازی کنترل گردید.

گزارش جامعی از کلیه آزمایش ها تهیه شد.

The result of the actions taken

- Compilation of three technical instructions for relative seismic rehabilitation for all types of common buildings, masonry, steel structure and concrete structure up to 4 floors, is the result of multi-disciplines measures of 30,000 man per hour in various specialized graded from technician to outstanding expert in earthquake engineering in 30 month duration and over 1500 mathematical models were analyzed and designed.

How to use each of the instructions is presented in the form of a flow charts in the following pages.

حاصل اقدامات انجام شده

- تألیف سه دستورالعمل فنی بهسازی لرزه ای نسبی برای انواع ساختمان های بنائی، اسکلت فلزی و اسکلت بتنی تا ۴ طبقه، حاصل اقدامات چند مولفه ای ۳۰.۰۰۰ نفر ساعت در رده های مختلف تخصصی از تکنسین تا کارشناس ممتاز در مهندسی زلزله است که در مدت ۳۰ ماه انجام پذیرفت و بالغ بر ۱۵۰۰ مدل ریاضی آنالیز و طراحی شد.

نحوه کاربرد هر یک از دستورالعمل ها به صورت روند نما در صفحات بعد ارائه شده است.

Relative seismic rehabilitation of common masonry structures' instruction

If drawings of building is not available, as built drawings shall be prepared

Control & modifying structural system;

1. Symmetry, distribution of bearing walls in both main axes in plan
2. Openings
3. length of walls' span due to height and Thickness
4. discontinuity of bearing walls in vertical plane in adjacency floors
5. Setback

Determining of minimum relative bearing walls in each direction in each floor and supplying the minimum required by using different alternatives defined in instruction

Integrity and reinforcement of elements and structural members of building by referring to details in instruction (Integrating of jack arch masonry slab of ceilings & ramp of staircase, connecting ceilings to bearing walls & bearing walls together)

دستورالعمل بهسازی لرزه ای نسبی ساختمان های بنائی متداول شهر تهران

اگر نقشه های ساختمان در دسترس نیست، رولوه و تهیه نقشه های پیکربندی

کنترل و اصلاح پیکربندی ساختمان؛

- تقارن / توزیع دیوارهای بنائی سازه ای در پلان
- بازشوها
- طول آزاد دیوارها با توجه به ارتفاع و ضخامت آنها
- انقطاع دیوارها در امتداد قائم
- پیش آمدگی یا فرورفتگی در ارتفاع

تعیین حداقل دیوار نسبی لازم و نحوه تأمین آن با استفاده از گزینه های مختلف بسته به شرایط طبق دستورالعمل

انسجام بخشی و تقویت اجزاء و اعضای ساختمان با مراجعه به جزئیات دستورالعمل (انسجام بخشی سقف طاق ضربی و رمپ راه پله ها و اتصال سقف ها به دیوارها و دیوارها به یکدیگر)

Relative seismic rehabilitation
of common steel structures'
instruction

If drawings of building is not
available, as built drawings shall
be prepared

Determining adjacency situation

Determining number of stories

Determining number of axis in
both directions and length of
spans

Determining location and
thickness of masonry infills

Integrating of jack arch
masonry slabs of ceilings and
ramp of staircases and their
connections by referring to
details in instruction

Reinforcing of structure along
with adjacency and
perpendicular direction by
referring to details in
instruction in different
alternatives

دستورالعمل بهسازی لرزه ای نسبی
ساختمان های اسکلت فلزی متداول
شهر تهران

اگر نقشه های ساختمان در دسترس
نباشد، رولوه و تهیه نقشه های پیکربندی

تعیین وضعیت همسایگی

تعیین تعداد طبقات

تعیین تعداد محورها در هر دو
امتداد و طول دهانه ها

تعیین موقعیت و ضخامت سازه ای
میانقاب های بنائی

انسجام بخشی دیافراگم سقف
طبقات طاق ضربی و رمپ راه پله ها
با مراجعه به جزئیات دستورالعمل

تقویت سازه در امتداد همسایگی
و عمود بر آن
با مراجعه به جزئیات دستورالعمل
در گزینه های مختلف

Relative seismic rehabilitation of
Common reinforced concrete
structures' instruction

If drawings of building is not
available, as built drawings shall
be prepared

Determining adjacency situation

Determining number of stories

Determining number of axes in
both Directions and length of spans

Determining location and
thickness of masonry infills

Reinforcing of structure along
with adjacency and perpendicular
direction with regard to number
of frames and dimension of
beams by referring to details in
instruction in different
alternatives

راهنمای بهسازی لرزه ای نسبی
ساختمان های اسکلت بتنی متداول
شهر تهران

اگر نقشه های ساختمان در دسترس
نیست، رولوه و تهیه نقشه های
پیکربندی

تعیین وضعیت همسایگی

تعیین تعداد طبقات

تعیین تعداد محورها در هر دو
امتداد و طول دهانه ها

تعیین موقعیت و ضخامت سازه ای
میانتقاب های بنائی

تقویت در امتداد همسایگی و امتداد
عمود بر آن با توجه به تعداد قاب ها و
ابعاد تیرهای آنها با مراجعه به جزئیات
دستور العمل در گزینه های مختلف

Actions to be taken

The measures that must be taken by the Tehran Disaster Mitigation and Management Organization to implement the relative seismic rehabilitation of common buildings in Tehran are as follows;

- Publishing instructions for use by civil and structural engineers
- Training junior engineers to use instructions under the supervision of a senior consultant engineers company
- Informing, promoting and encouraging people to cooperate in this field through public media and advertising in the city through effective methods.

According to the results of social studies, people are interested in cooperation but should be informed.

اقداماتی که باید انجام پذیرد

اقداماتی که باید توسط سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران جهت عملیاتی شدن بهسازی لرزه ای نسبی ساختمان های متداول شهر تهران انجام پذیرد، به شرح زیر است؛

- چاپ و نشر دستورالعمل ها برای استفاده مهندسان ساختمان و سازه
- آموزش مهندسان جوان برای استفاده از دستورالعمل ها تحت نظارت شرکت مهندسین مشاور مادر
- اطلاع رسانی، ترویج و ترغیب مردم به همکاری در این زمینه از طریق رسانه های عمومی و تبلیغات در سطح شهر از طریق روش های موثر

طبق نتیجه مطالعات اجتماعی، مردم علاقمند به همکاری هستند ولی باید آگاهی رسانی شود.

- ایجاد تسهیلات با بهره کم برای مردم کم درآمد با توجه به نتایج مطالعات اقتصادی

- آموزش کادر های فنی از طریق مراکز فنی و حرفه ای برای اجرای عملیات بهسازی لرزه ای نسبی تحت نظارت شرکت مهندسین مشاور مادر

- تجهیز دفاتر سازمان پیشگیری و مدیریت بحران در شهرداری های مناطق تهران بعنوان ستاد اجرائی پروژه

- در اختیار قراردادن نقشه های اجرائی بهسازی لرزه ای نسبی به مالک (مالکان) بطور رایگان

- معرفی تیم اجرائی واجد صلاحیت به مالک (مالکان) جهت بهسازی لرزه ای نسبی ساختمان تحت نظارت شرکت مهندسین مشاور مادر

- Providing facilities with low interest rates for low income people according to the results of economic studies

- Training of technical staffs through technical and professional centers to perform seismic rehabilitation under the supervision of a senior consultant engineers company

- Equipping the Tehran Disaster Mitigation and Management Organization offices in the municipalities of the regions of Tehran as the Project Executive Headquarters

- Providing relative seismic rehabilitation construction drawings at no cost to the owner(s) of building

- Introducing the qualified executive team to the owner (s) to perform relative seismic rehabilitation of building under the supervision of a senior consultant engineers company

- Ratification of an Act for "Relative Seismic Rehabilitation of Buildings" by the Tehran City Council and the parliament with an incentive approach, such as eliminating annual licensing and renovation fees and insurance coverage for rehabilitated buildings

Important note :

According to the Tehran seismic background, occurrence of a severe earthquake is imminent and inevitable, so the project should get operational from today. Tomorrow is too late. In the aftermath of the disaster, no excuse will be accepted.

- تصویب قانونی برای "بهسازی لرزه ای نسبی ساختمان ها" توسط شورای شهر تهران و مجلس شورای اسلامی با رویکرد تشویقی نظیر حذف عوارض مربوط به اخذ مجوز و عوارض نوسازی سالیانه و تحت پوشش بیمه قراردادن پلاک بهسازی شده

نکته مهم :

با توجه به اینکه بر اساس سابقه زلزله تهران، زمان وقوع آن علی الاصول نزدیک است، بنابراین باید از همین امروز نسبت به عملیاتی کردن این پروژه اقدام شود. زیرا فردا خیلی دیر است و در صورت وقوع آن هیچ عذری پذیرفتنی نخواهد بود.

با تشکر از حسن توجه شما

Thank you for your kind attention