

ДГКМ
ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИТЕ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

Партизански одреди 24,
П.Фах 560, 1001 Скопје
Македонија

MASE
MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

Partizanski odredi 24,
P. Box 560, 1001 Skopje
Macedonia

SS - 3

mase@gf.ukim.edu.mk
http://mase.gf.ukim.edu.mk

Дамјан ДЕНКОВСКИ¹, Денис ПОПОВСКИ²

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСПИТУВАЊЕ НА ОДНЕСУВАЊЕ НА МЕХАНИЧКИ АНКЕРИ

РЕЗИМЕ

За добивање на релевантни податоци од областа на однесување на “in situ” вградени анкери, потребни се аналитички и експериментални истражувања на однесување на анкерите како посебни поврзни елементи. Во овој труд е прикажана постапката за вградување и испитување на механичките анкери, која е во согласност со ETAG001. Податоците добиени од експерименталното испитување на анкерите може да се искористат за конструкција на дијаграмот сила-поместување од кој може да се направи подетална анализа за однесување на анкерите под дејство на товарот како и да се направи споредба во однесувањето на различните типови на анкери под дејство на ист товар.

Клучни зборови: анкер, механички анкер

Damjan DENKOVSKI¹, Denis POPOVSKI²

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF BEHAVIOR OF MECHANICAL ANCHORS

SUMMARY

In order to obtain relevant data for behavior of mechanical anchors embedded “in situ”, analytical and experimental research is necessary to be carried out. In this paper, procedure for installation and experimental research for mechanical anchors under tension load is given, which is in accordance with ETAG001. All obtained data from experimental tests of mechanical anchors can be used for construction of Load-Displacement diagrams. Through these diagrams more detailed analysis for behavior of mechanical anchors can be made, also comparison of the data will show exactly how different mechanical anchors behavior under same load.

Keywords: anchor, mechanical anchor

¹ Postgraduate Student, Faculty of Civil Engineering, University “Ss. Cyril and Methodius”, Skopje, Republic of Macedonia, denkovskidamjan@yahoo.com

² Assist. Prof. PhD, Faculty of Civil Engineering, University “Ss. Cyril and Methodius”, Skopje, Republic of Macedonia, popovski@gf.ukim.edu.mk

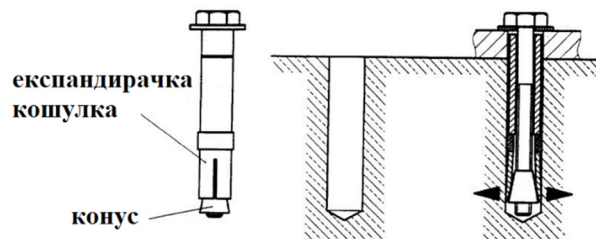
1. ВОВЕД

Механичките анкери се едни од основните поврзни средства кои се користат во носечките конструкции во градежништвото. Најголема примена за механички анкери се јавува во случај кога е потребно на веќе постоечка армиранобетонска конструкција да се анкерува челична конструкција. Карактеристично за механичките анкери е брзината и едноставниот начин на вградување што овозможува користење на анкерите во секакви услови. Примената на анкерите не се исклучува и во случај на санација и зајакнување на носечки елементи од конструкции, како и кај надградбите за поврзување на постојниот со новиот надградел дел од конструкцијата. Големiot број на производители на анкери со големата понуда на разни модели, овозможуваат анкери за вградување со различна барана носивост.

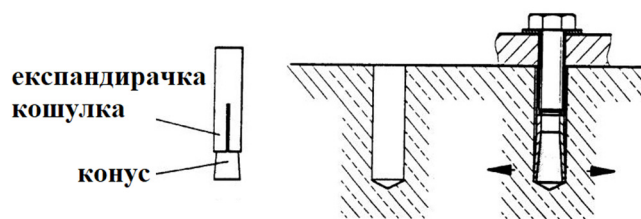
Генерално поделба на анкерите може да се направи според: средината во која се вградуваат, според силата која треба да ја обезбедат, начинот на кој се активираат, според конструкцијата на самиот анкер, начинот на кој се вградуваат и според дебелината на пакетот кој се фиксира. Не се исклучени и специјално дизајнирани анкери кои се изработуваат доколку се поставени специфични услови кои треба да ги задоволат.

Различните типови на механички анкери најмногу се разликуваат по својата конструкција која што ја дефинира нивната носивост и која што зависи од начинот на кој што анкерите ја трансферираат аплицираната сила на медиумот во кој се анкерувани. Во каталозите од производителите точно е дадено кој анкер за во какви услови се применува.

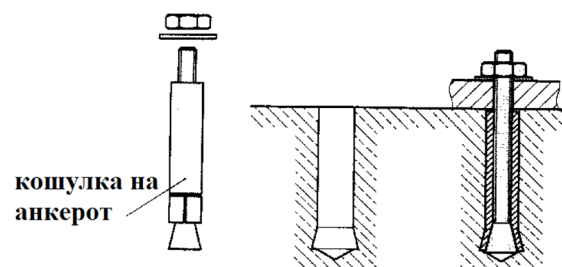
Според ETAG001 (European Technical Approval Guidelines) механичките анкери се поделени на три типа: анкери кои се вградуваат со контролиран момент на притегање, анкери кои се вградуваат со контролиран деформации и under-cut анкери.



Слика 1. Анкер со контролиран момент на притегање



Слика 2. Анкер со контролирани деформации



Слика 3. Under-cut анкер

2. ИСПИТНА ПРОГРАМА

Во испитната програма за испитување на механичките анкери се опфатени и точно дефинирани сите параметри кои влијаат на носивоста и однесувањето на анкерите на кои што дејствува сила на извлекување.

2.1. Параметри и услови

Параметри од кои што зависи носивоста на еден или на група анкери се:

- Марка на бетон и карактеристиките на бетон во кој се градени, односно дали станува збор за бетон со прснатини или без прснатини
- Дали станува збор за армиран бетон или неармиран бетон
- Дали анкерот е во допир со арматурата или не
- Повеќето на нанесување на силата, сила на извлекување, трансверзална сила или комбинирано дејство
- Растојание помеѓу анкерите и растојание на анкерите од крајот на медиумот
- Ефективната должина на анкерување
- Моментот со кој се притегаат (вградуваат) анкерите

Медиумот во кој се вградуваат анкерите потребно е да биде изработен од бетон класа C25/30 и истиот да е не армиран. Димензиите на медиумот (коцките) се добиени од условот да ги задоволат параметрите пропишани во упатствата од различните производители на анкери. Така димензиите на коцките зависат од ефективната должина на анкерување, растојанието на анкерот од крајот на медиумот и за непречено поставување на опремата за нанесување и мерење на нанесената сила и деформациите. Испитувањето на карактеристиките на бетонот се прави на истиот ден на кој се испитуваат анкерите, но не пред да поминат 28 дена. Доколку процесот на испитување на анкерите е подлог, односно се одвива во подлог временски период тогаш се прави испитување на карактеристиките на бетонот на денот на започнувањето на испитувањето на анкерите и на последниот ден од испитувањето на анкерите. Карактеристиките на бетонот се испитуваат на три односно на шест испитни примероци.

Начинот на кој се вградуваат анкерите мора да ги задоволи условите кои се пропишани во упатството дадено од производителот. Најчесто во упатствата од производителот точно се дефинирани дијаметарот со кој се буши отворот за поставување на анкерот, длабочината на бушење и анкерување, типот на бургијата со кој се прави отворот и моментот на притегање на анкерот. Во зависност од типот на анкерот овие параметри варираат. Меѓутоа доколку се направи споредба на параметрите дадени за различни типови на анкери може да се примети дека варијацијата во должината на анкерите, ефективната длабочина на анкерување варира само во неколку милиметри. За да се добијат што пореални резултати за тоа како се однесуваат механичките анкери отворите во бетонот се бушат откако ќе се достигне потребната јакост на бетонот, односно не се прават отвори во текот на бетонирање.

Испитувањето се прави на различни типови на механички анкери кои имаат ист дијаметар на навојот за да може подоцна од добиените податоци од испитувањето да се направи компарација помеѓу однесувањето на анкерите. Според проектната програма предвидено е испитувањето да се извршува на 3 вградени примероци од секој тип на анкер. Во случај на неочекувани резултати или поголеми разлики во однесувањето на анкерите, предвидено е дополнително испитување на уште два анкери од истиот тип.

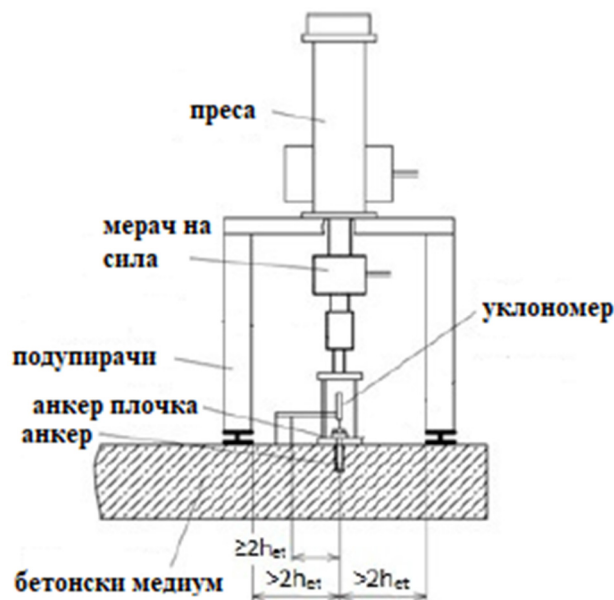
Сите параметри и стандарди според кои се спроведува испитувањето се дефинирани според европските норми за вградување и носивост на анкерите од страна на Европска организација за технички одобрувања EOTA и начинот за одобрување на истите е даден во ETAG (European Technical Approval Guidelines).

2.2. Опрема за испитување

Бидејќи станува збор за испитување на единечен анкер на извлекување потребно е да се обезбеди опрема преку која ќе се аплицира силата на извлекување и опрема која ќе овозможи мерење на силата и деформациите. Мерењето на силата и деформациите во текот на испитниот процес се следи со најмалку 10 записи во чекор од натоварување со цел да се добие што поточна крива на сила- поместување. Нанесувањето на силата е во дефинирани чекори од сила поголема од 1.0 kN.

Во текот на испитниот процес грешката во мерењето не треба да е поголема од 0.02mm кога станува збор за деформациите (поместувањето) на анкерот и 2% за нанесената сила во текот на целиот процес на испитување.

Опремата за нанесување на силата на извлекување, која се поставува на бетонскиот медиум не треба да влијае на конусот на извлекување на анкерот. Во испитната програма е предвидено силата на извлекување да се аплицира концентрирано на анкерот преку систем со хидраулична преса. Силата на извлекување треба да се зголемува така да максималната предвидена сила да биде достигната помеѓу 1 и 3 минути од почетокот на тестот. Нанесувањето на силата се зголемува се додека не настане лом претставен преку опаѓањето на носивоста на анкерот односно додека не се јави пролизгување на анкерот.



Слика 4. Опрема за нанесување на сила на извлекување

Мерењето на деформацијата односно пролизгувањето се мери на врвот на анкерот со помош на уклономер. Со помош на уклономерот се отчитува вкупното и релативното поместување во секој чекор.

За отчитување на нултите мерења се изработува примерок од бетонски медиум со залиен анкер кој служи за поставување на компензационата мерна лента.

3. ОЧЕКУВАНИ РЕЗУЛТАТИ ОД ИСПИТУВАЊЕТО

Во стандардите и нормите кои се пропишани со нашите и европските правилници дадени се услови кои треба да ги задоволат механичките анкери. Од овие услови и од досегашните претходни испитувања генерално може да се формира очекуваното однесување на анкерите кои се испитуваат на извлекување. Ова се однесува на очекуваната крива сила-поместување и типот на лом.

Очекувани типови на лом кои може да се јават при испитувањето на анкерите на сила на извлекување се: лом односно кинење на навојот на анкерот, извлекување на анкерот карактеризирано со пролизгување и извлекување на конус од бетонот заедно со анкерот односно лом во бетонот.

Според досегашните истражувања на механички анкери во светски рамки на кои што дејствува сила може да се предвиди/претпостави и формата на дијаграмот на однесување на анкерите. Типично за механичките анкери кои се изложени на сила на извлекување е да се јави лом на пролизгување. Овој лом на пролизгување е прикажан преку зголемени деформации при дејство на иста сила. Карактеристично за дијаграмите сила-поместување кај овој тип на анкери е да при почеток на товарење на анкерот да не се јавува деформација односно поместување. Ова се случува бидејќи анкерот при вградување се притега и се додека не се надмине силата на атхезија помеѓу бетонот и анкерот не се јавуваат деформации.



Слика 5. Очекувани криви на однесување на анкерите

Во европските правилници е даден условот според кој се дефинира дали анкерот го задоволува условот за носивост, според кој потребно е да се достигне 80% од максималната сила аплицирана на еден анкер пред да се јави пролизгување односно лом на моделот.

4. ЗАКЛУЧОК

Со податоците добиени од испитувањето на “in situ” вградените анкери се овозможува анализа и споредба на однесувањето на анкерите со очекуваните резултати и споредба на анкерите од различни типови. Однесувањето на анкерите и нивната споредба најдобро може да се направи преку конструирање на дијаграмот сила-поместување кој единствено може да се добие со испитувања на веќе вградени анкери.

Според изнесените податоци во трудот за начинот на испитување на “in situ” вградени механички анкери, може да се заклучи дека целата постапка за испитување се базира да што е можно пореално да се симулира вистинското однесување на анкерите. На овој начин единствено може да се заклучи дали вградениот анкер ги задоволува потребните критериуми за носивост, стабилност и употребливост.

Немањето можност секогаш однапред да се дефинираат параметрите кои варираат и кои имаат влијание на носивоста и однесувањето на анкерите се пресликува и во математичката пресметка и анализа за носивоста на анкерите. Односно во математичките пресметки за некои параметри се влегува со претпоставена вредност што влијае да добиената носивост од испитувањата да се намали за 20-30% и така да се дефинира препорачаната или ултимативната носивост во каталозите од производителите. Ова уште еднаш ја потврдува оправданоста за испитување на “in situ” вградени механички анкери.

Во трудот е прикажана испитната постапка за анкери изложени на чисто извлекување како едно од многуте испитувања кои може да се спроведат за анкер или група анкери. Од тука може да се заклучи дека постојат безброј комбинации на товари и услови кои може да се јават при вградување на анкерите на лице место на објектот. Затоа целата е да се покрене свеста на проектантите и на изведувачите за одговорноста која ја носи вградувањето на анкери и дека само преку испитување на лице место може да се добие реалната слика.

РЕФЕРЕНЦИ

- [1] Budjevac D., Markovic Z., Bogavac D., Tosic D. (1997). "Metalne konstrukcije- osnove proracuna i konstruisanja", Beograd
- [2] Cannon R.W., Godfrey D.A., Moreadith F.L. (1981). "Guide to the Design of Anchor Bolts and Other Steel Embedments", Concrete International
- [3] Dr. Cho S.S.H., Chan S. (1981). "Guide on design of post-installed anchor bolt systems in Hong Kong"
- [4] Dusel P.J., (1986). "Evaluation of Mechanical Expansion Anchors- Vol. 1&2", Report No. FHWA/CA/TL-86/09, Sacramento
- [5] Damjanovski V., Kocovski E., Popovski D., Parikov M. (2015). "Testing the extraction of anchors in existing concrete slab", MASE 16 proceedings
- [6] Eriksson D., Gasch T. (2011). "Load capacity of anchorage to concrete at nuclear facilities", Sweden
- [7] EN 1990-1-1, Eurocode 0: Basis of structural design
- [8] EN 1991, Eurocode 1: Actions on structures
- [9] EN 1992-4:2015, Eurocode 2: Design of concrete structures- Part 4: Design of fastenings for use in concrete
- [10] EN 1993-1-8:2005, Eurocode 3: Design of steel structures- Part 1-8: Design of joints
- [11] Eligehausen R. (2006). "Anchorage in concrete construction", Berlin, Germany
- [12] Dr. Filipovski A. (2000). "Osnovi na celicni konstrukcii", Skopje
- [13] Fuchs W. (1955). "Concrete capacity design (CCD) approach for fastening to concrete", ACI Structural Journal, Vol.92-No.1
- [14] Hiroshi S. (2004). "Study on dynamic pullout strength of anchors based on failure modes", 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, Canada
- [15] Hoehler M.S. (2006). "Behavior and Testing of Fastenings to Concrete use in Seismic Applications", University of Stuttgart
- [16] Johnson K.M., Lew H.S., Long T.P. (1988). "Literature review of post- installed anchorage in concrete", U.S. Department of commerce, National bureau of standards