

Corso di aggiornamento

Progettazione strutturale sulla base delle
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

Progetto e verifica di edifici antisismici in c.a.

1 - Novità della norma sismica

Spoletto

10-12 dicembre 2009

Aurelio Ghersi

Obiettivi del corso di aggiornamento

- Capire che cosa cambia veramente con le nuove norme e cosa invece è solo un aggiustamento formale
- Mostrare con esempi concreti in che modo si procede nella progettazione strutturale
- Riagganciare il "nuovo" modo di procedere con quanto si faceva in passato, mostrando che non ci sono poi tante differenze
- Rassicurare i progettisti strutturali: chi sapeva operare prima è in grado di farlo anche ora

Nuove norme sismiche:
cosa cambia?

Norma sismica: cosa cambia?

Apparenza e sostanza (1)

Ieri: Norme molto carenti,
non sufficientemente sicure

Oggi: Norme molto più dettagliate e precise

Apparenza

Ieri: Alle norme si affiancavano
principi di buona progettazione
che le rendevano più efficaci

Sostanza

Oggi: La complessità delle norme può
portare a errori che annullano
la loro maggior precisione

Norma sismica: cosa cambia?

Apparenza e sostanza (2)

Ieri: DM 16/1/96, 30 pagine

Oggi: centinaia, anzi migliaia di
pagine

Apparenza

Norme di riferimento - generalità

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (NTC08)
D.M. 14/1/08
Circolare 2/2/09
 - Capitolo 1: Oggetto
 - Capitolo 2: Sicurezza e prestazioni attese
 - Capitolo 3: Azioni sulle costruzioni
- EN 1990: Criteri generali di progettazione strutturale
- EN 1991 (Eurocodice 1): Azioni sulle strutture

Norme di riferimento - cemento armato

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (NTC08)
D.M. 14/1/08
Circolare 2/2/09
 - Capitolo 4, par. 1: Costruzioni di calcestruzzo
 - Capitolo 11: Materiali e prodotti per uso strutturale
- EN 1992 (Eurocodice 2), parte 1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Regole generali e regole per gli edifici

Norme di riferimento - sismica

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (NTC08)
D.M. 14/1/08
Circolare 2/2/09
 - Capitolo 3, par. 2: Azione sismica
 - Capitolo 7: Progettazione per azioni sismiche
 - Capitolo 10: Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo
- O.P.C.M. 3431, Allegato 2: Edifici
- EN 1998 (Eurocodice 8), parte 1: Regole generali, azione sismica e regole per edifici

Norma sismica: cosa cambia?

Apparenza e sostanza (2)

Ieri: DM 16/1/96, 30 pagine

Oggi: in NTC08, 115 pagine;
OPCM 3431, 140 pagine;
EC8 parte 1, 190 pagine

Apparenza

Oggi: Principi

Sostanza

- obiettivi da raggiungere, obbligatori

Regole applicative

- come farlo, consigli autorevoli ma non obbligatori

Principi e regole applicative

Un cambio radicale di mentalità

Ieri: normativa cogente, prescritzionale

- tutte regole da applicare

Oggi: impostazione prestazionale

- è obbligatorio raggiungere gli obiettivi, cioè seguire i principi
- per farlo, si possono seguire regole applicative diverse da quelle indicate nella normativa (ma nella relazione bisogna spiegarlo)

Principi e regole applicative

Come distinguerli?

1. Fare riferimento agli Eurocodici
(lì la distinzione è chiara)
2. Confrontare le diverse versioni delle norme,
dal 2003 a oggi
(quello che di volta in volta è cambiato è
sicuramente una regola applicativa)
3. Fare riferimento a indicazioni autorevoli
(libri, articoli scientifici)
4. Affidarsi al proprio buon senso

Principi e regole applicative

La normativa è perfetta?

- Nel testo della normativa ci sono alcuni errori facilmente individuabili (ad esempio riferimenti incrociati chiaramente sbagliati)
- Nel testo della normativa ci sono punti ambigui che potrebbero portare ad interpretazioni sbagliate
- Nel testo della normativa ci sono regole applicative discutibili (e mancano richiami bibliografici per chiarirle)

Ma tutto questo riguarda le regole applicative,
non i principi generali

Norma sismica: cosa cambia?

Apparenza e sostanza (3)

Ieri: metodo delle tensioni
ammissibili (TA)

Oggi: metodo degli stati limite
(SLU)

Apparenza

Oggi: La verifica SLU è più facile
di quella TA e fornisce
risultati non molto diversi

Sostanza

La vera differenza è nel
diverso peso relativo di
carichi verticali ed azione
sismica

Norma sismica: cosa cambia?

Apparenza e sostanza (4)

Ieri: poche condizioni di carico
 $q \pm F$

Oggi: numero enorme di condizioni di carico

Apparenza

Oggi: Per una struttura ben concepita l'incremento di sollecitazioni è modesto

Sostanza

L'esame dei risultati dei singoli schemi base fornisce indicazioni utili

Norma sismica: cosa cambia?

Apparenza e sostanza (5)

Ieri: indicazioni quasi nulle sui dettagli costruttivi

Oggi: indicazioni gravose
(per tutti gli elementi?)

Apparenza

Oggi: Elementi principali

- essenziali per il sisma
- per questi occorrono accorgimenti particolari

Sostanza

Elementi secondari

- irrilevanti per il sisma
- non occorrono accorgimenti

Elementi principali e secondari

Pensiamo a ciò che serve veramente

- Individuare quali elementi sono principali, cioè servono realmente a portare l'azione sismica

Come dimostrare che alcuni elementi sono secondari?

- se necessario, ripetere il calcolo senza questi elementi; confrontare i risultati
(gli elementi sono secondari se sostanzialmente non cambia niente)
- Applicare con rigore i criteri antisismici (gerarchia delle resistenze, minimi di armature, ecc.) solo agli elementi principali
 - per quelli secondari, applicarli in maniera blanda

Norma sismica: cosa cambia?

Apparenza e sostanza (6)

Ieri: calcolo abbastanza semplice,
alla portata di tutti

Oggi: calcolo troppo complesso,
impossibile senza un
programma di calcolo

Apparenza

Oggi: Il programma di calcolo è
essenziale oggi come ieri

Sostanza

Il capitolo 10 della norma
richiede espressamente
"semplici calcoli, anche di larga
massima, eseguiti con metodi
tradizionali"

Stati limite: concetti e definizioni base

Richiami di concetti esposti nel primo modulo
(Progetto e verifica di elementi strutturali in c.a.)

Stati limiti e tensioni ammissibili

Tensioni ammissibili

- Si applica un coefficiente di sicurezza alle resistenze
- Si usa un legame σ - ε lineare
- L'analisi strutturale è lineare

Stato limite ultimo

- Si applica un coefficiente di sicurezza sia i carichi che alle resistenze
quindi carichi maggiori ma anche resistenze maggiori
- Si usa un legame σ - ε non lineare
ma questo non comporta complicazioni operative
- Si può usare anche una analisi strutturale non lineare
ma in pratica si usa sempre un'analisi lineare

Definizioni: resistenze

- Valore caratteristico della resistenza:
corrisponde al frattile 5%, cioè nel 5% dei casi si può avere una resistenza minore
È il valore cui si è sempre fatto riferimento, anche per le tensioni ammissibili (es. R_{ck})
- Valore di calcolo della resistenza:
corrisponde a un frattile più piccolo, quindi i casi in cui la resistenza è minore sono ancora meno
Il valore di calcolo si ottiene dividendo il valore caratteristico per un coefficiente di sicurezza

Esempio - cls C25/30
acc B450C

$$f_{cd} = 14.1 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 391 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_c = 9.75 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_s = 255 \text{ MPa}$$

Definizioni: carichi

- Valore caratteristico del carico:
corrisponde al frattile 95%, cioè nel 95% dei casi si avrà un carico minore (e solo nel 5% maggiore)
È il valore cui si è sempre fatto riferimento, anche per le tensioni ammissibili
- Valore di calcolo del carico:
corrisponde a un frattile più alto, quindi i casi in cui il carico è maggiore sono ancora meno
Il valore di calcolo si ottiene moltiplicando il valore caratteristico per un coefficiente di sicurezza

Esempio $g_k = 2.0 \text{ kN/m}^2$ $g_d = 3.0 \text{ kN/m}^2$

Definizioni: carichi variabili

- Valore caratteristico:
frattile 95% del carico massimo che si ha durante il periodo di riferimento (ad esempio 50 anni)
viene superato solo nel 5% degli edifici
- Valore frequente:
viene superato solo nel 5% del tempo, durante il periodo di riferimento
- Valore quasi permanente:
è il valore medio durante il periodo di riferimento
viene superato nel 50% del tempo