

Corso di aggiornamento

Progetto di edifici antisismici con struttura a telaio in acciaio

1 - Tipologie strutturali e aspetti generali

Villa Redenta, Spoleto

23-24 marzo 2017

Aurelio Ghersi

Strutture in acciaio

Perché ?

- Aspetti generali:
 - Rapidità di esecuzione
 - Qualità del prodotto
- Aspetti sismici:
 - Basso peso strutturale
masse minori → azioni sismiche più basse
 - Facilità (almeno in alcuni casi) di intervenire per riparazione post sisma

Tipologie strutturali

- Strutture intelaiate
 - La risposta ad azioni sismiche è prevalentemente flessionale
 - I collegamenti trave-colonna devono trasmettere momento flettente
 - La struttura può essere molto duttile (diffusa plasticizzazione delle sezioni, che hanno un ciclo isteretico molto dissipativo)
 - La struttura è molto deformabile



La verifica allo SLD ed il controllo relativo agli effetti del secondo ordine sono condizionanti nella progettazione

Strutture intelaiate

Pro e contro

Deformabilità

- Pro:
 - Aumento del periodo e quindi minore entità delle forze sismiche
 - Minori danni al contenuto grazie alla minore accelerazione
- Contro:
 - Grossi problemi per tamponature e tramezzi, che dovrebbero essere realizzati in modo da sopportare spostamenti più grandi

Tipologie strutturali

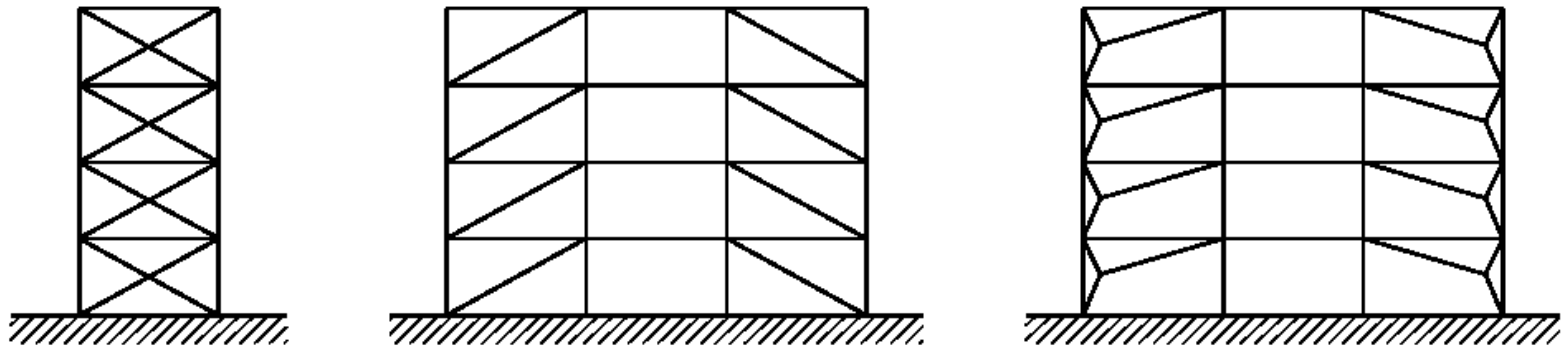
- Strutture con controventi concentrici
 - Sono aggiunte diagonali
 - La risposta ad azioni sismiche è prevalentemente estensionale
 - I collegamenti trave-colonna possono essere (e in genere sono) a cerniera
 - La struttura non è molto duttile (si plasticizzano solo le diagonali, che hanno un ciclo isteretico poco dissipativo)
 - La struttura è adeguatamente rigida

Tipologie strutturali

- Strutture con controventi concentrici

Possibili schemi strutturali:

- Controventi a croce (o a X) o schemi equivalenti



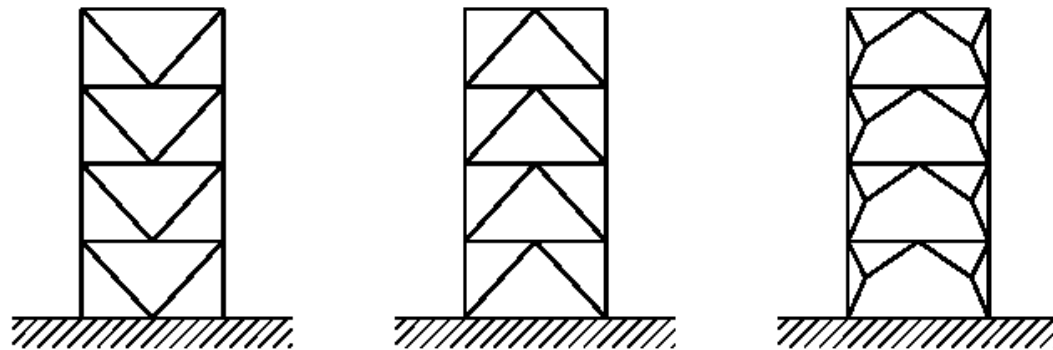
La resistenza alle azioni orizzontali e la capacità dissipativa è affidata solo alle diagonali tese

Tipologie strutturali

- Strutture con controventi concentrici

Possibili schemi strutturali:

- Controventi a V

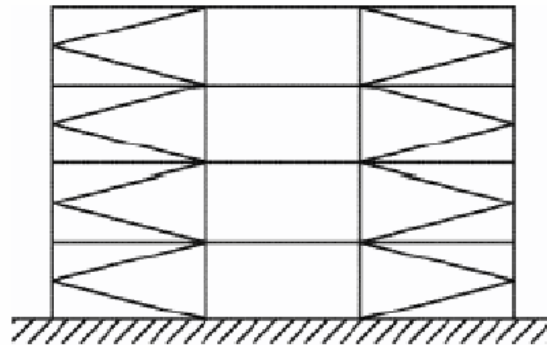


La resistenza alle azioni orizzontali è affidata sia alle diagonali tese che a quelle compresse

L'instabilizzazione delle diagonali compresse provoca flessione nella trave

Tipologie strutturali

- Strutture con controventi concentrici
Nota. Non sono considerati dissipativi:
 - Controventi a K



L'instabilizzazione delle diagonali compresse provoca flessione nella colonna e quindi un meccanismo di collasso non dissipativo

Tipologie strutturali

- Strutture con controventi concentrici a instabilità impedita (BRB)
 - Stessa tipologia precedentemente descritta
 - Le aste di controvento sono realizzate in maniera tale da non avere problemi di instabilità



- Il comportamento delle aste è molto dissipativo
- Si fa sempre affidamento anche sulle diagonali compresse

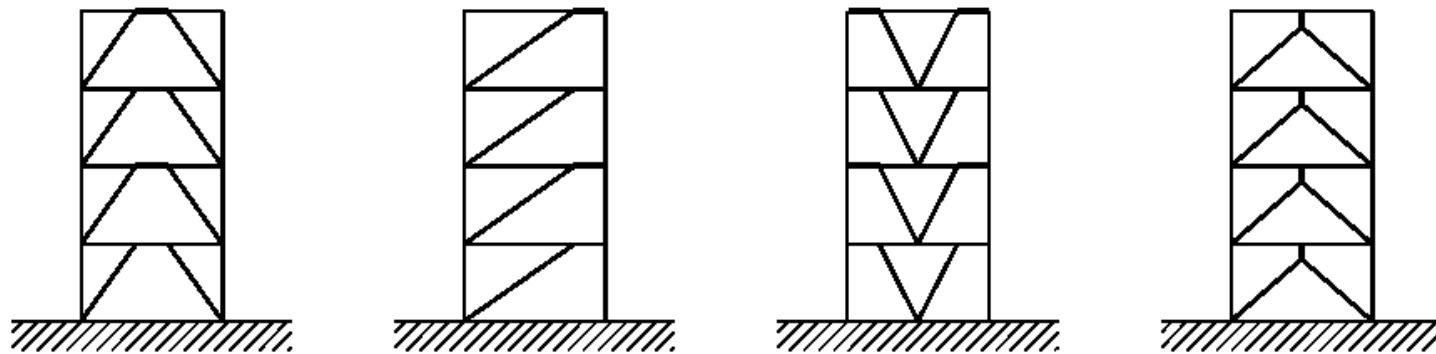
Tipologie strutturali

- Strutture con controventi eccentrici
 - Le diagonali non convergono nel nodo
 - Rimangono tratti soggetti a flessione e taglio (link)
 - La risposta ad azioni sismiche è sia estensionale che flessionale
 - La struttura è duttile (i link si plasticizzano e dissipano energia)
 - La struttura è sufficientemente rigida

Tipologie strutturali

- Strutture con controventi eccentrici

Possibili schemi strutturali:



La plasticizzazione dei link a un piano riduce fortemente la rigidezza e cambia il comportamento dinamico (meccanismo di piano soffice)

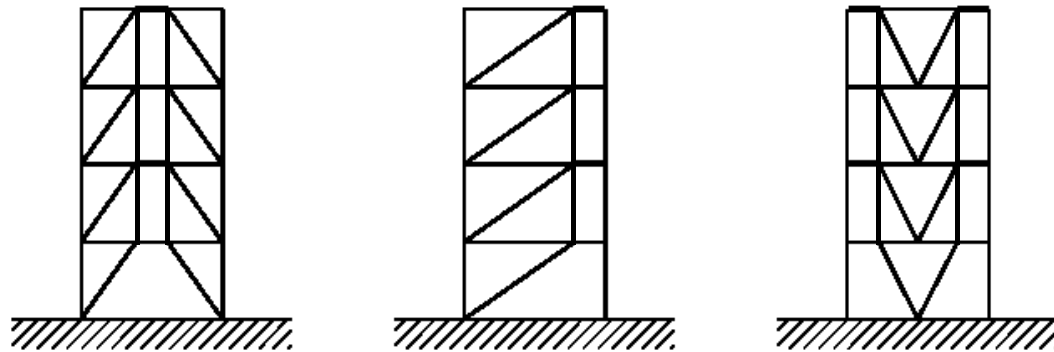
Ma questo può avvenire anche per telai con controventi concentrici

Tipologie strutturali

- Strutture con controventi eccentrici

Possibili schemi strutturali:

- un'alternativa



L'aggiunta di aste verticali (tie) impedisce la formazione di meccanismi di piano

Tipologie strutturali

- Altre tipologie strutturali
 - Strutture a pendolo capovolto
 - Strutture "duali" o "miste", con telai resistenti a flessione accoppiati a controventi
 - Strutture con telai resistenti a flessione accoppiate a tamponamenti rigidi
 - Strutture con nuclei in cemento armato (che portano sostanzialmente l'azione sismica)

Normativa

Normativa di riferimento italiana

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (NTC08)
emanate con D.M. 14/1/08

Circolare 2/2/09 n. 617

In particolare:

- Capitolo 4, par. 2: Costruzioni di acciaio
 - Capitolo 7: Progettazione per azioni sismiche
 - Capitolo 11: Materiali e prodotti per uso strutturale
- Nuova versione delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvata dal Consiglio superiore dei lavori pubblici nella adunanza del 14 novembre 2014

Normativa di riferimento italiana

La nuova normativa chiarisce che la progettazione sismica può prevedere:

- Comportamento strutturale non dissipativo con valori del fattore di struttura non superiori a $q=1.5$
- Comportamento strutturale dissipativo con
 - classe di duttilità alta (CD "A")
 - Classe di duttilità media (CD "B")

Normativa di riferimento italiana

Strutture in acciaio

- la nuova normativa corregge alcuni aspetti (discordanti dalle norme Europee) che creavano grande confusione
 - Ad esempio, l'uso dei simboli γ_{Rd} e γ_{RD} che sono praticamente indistinguibili
- Conviene fare riferimento direttamente alla nuova versione delle NTC e/o agli Eurocodici

Normativa di riferimento europea

- EN 1993 (Eurocodice 3). Progettazione delle strutture di acciaio.
In particolare:
 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
 - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
- EN 1998 (Eurocodice 8). Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.
In particolare:
 - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

Stati limite da verificare

- SLD - Stato Limite di Danno
 - Si usa lo spettro di risposta elastico, con accelerazioni corrispondenti ad un periodo di ritorno basso
 - Si ipotizza un comportamento elastico (non dissipativo)
- SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita
 - Si usa lo spettro di risposta di progetto, con accelerazioni corrispondenti ad un periodo di ritorno alte e riduzione per fattore di struttura q
 - Si ipotizza in genere un comportamento dissipativo, con classe di duttilità A (alta) o B (media)

Comportamento strutturale

non dissipativo oppure classe di duttilità alta o media?

L'acciaio sembra perfetto per avere una classe di duttilità alta, ma:

- Vi sono strutture per le quali il vento è molto più condizionante (es. capannoni)
 - In questi casi è conveniente scegliere un comportamento non dissipativo
- Nel caso di strutture a telaio, la deformabilità può condizionare fortemente il dimensionamento
 - In questi scegliere una classe di duttilità alta è puramente illusorio