



Argomenti:

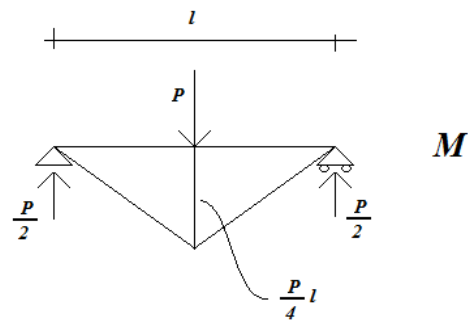
- 1.1 Le strutture
- 1.2 Leggi di Newton
- 1.3 L'equilibrio

1.1 Le strutture

Una costruzione è destinata alla protezione di persone, beni e attrezzature (edifici), a svolgere funzioni di servizio (infrastrutture) oppure simboliche o di rappresentanza (edifici di culto, monumenti). Una "struttura" può essere definita come "un insieme organico di elementi, materiali e non, in rapporti di coordinazione e interdipendenza reciproca". Nella definizione vanno evidenziati i termini "insieme" "interdipendenza" che si applicano ovviamente anche alle strutture dell'ingegneria civile, in cui un "insieme" di elementi tra loro "interdipendenti" costituiscono l'ossatura o l'intelaiatura resistente di una costruzione che ha il compito di trasferire i carichi al terreno, funzionando da intermediaria tra forze e vincoli. Più lungo è il percorso tra il punto di applicazione di un carico e il punto in cui il carico viene equilibrato dalle reazioni, maggiori sono le sollecitazioni (esempio 1 e figura 1).



Fig. 1 Edificio ex FATA –Pianezza (TO)



Es. 1): $M_{l/2} = Pl/4$: maggiore è l, maggiore mezzeria

1.2 Le leggi di Newton



li tre "Principi della dinamica" di Newton (1643-1727) costituiscono il fondamento della teoria del moto. I due concetti fondamentali su cui sono basate queste leggi sono **Forza** e **Inerzia**. Le leggi di Newton nella loro formulazione classica sono:

1. **In assenza di forze, un corpo in quiete rimane in quiete, un corpo che si muova a velocità rettilinea uniforme continua così indefinitamente.**
2. **Quando una forza è applicata a un corpo, questo accelera.** L'accelerazione **a** è nella direzione della forza, è proporzionale alla sua intensità e inversamente proporzionale alla massa del corpo:

$$a = F/m \quad F = m a$$

dove sia **F** che **a** (indicati in grassetto) sono vettori con la stessa direzione e verso. In modo generalizzato considerando gli effetti sia statici che dinamici, come:

$$F = m a + c v + k \delta$$

dove **v** = velocità, **δ** = spostamento **c** = smorzamento **k** = rigidezza

3. **"Per ogni azione esiste una reazione uguale e contraria" o "principio di azione e reazione:** se il corpo 1 esercita una forza **F** sul corpo 2, allora il corpo 2 esercita sul corpo 1 una forza di uguale intensità e direzione ma di verso opposto.

1.3 L'equilibrio

Tutte le strutture sono soggette a carichi, quanto meno al loro peso. Le strutture considerate nell'ingegneria devono essere in condizioni di equilibrio, statico o dinamico. L'equilibrio dinamico si applica alle strutture soggette a carichi dinamici (alcuni carichi di esercizio, vento, sisma). Ogni violazione dell'equilibrio comporta un movimento che può causare danni se non collassi. Per evitare il collasso le strutture soggette a soli carichi statici devono essere in equilibrio statico.

Nella fisica **equilibrio statico** è lo stato delle particelle dei corpi o del punto materiale, in cui, in un assegnato sistema di riferimento inerziale, nè c'è movimento nè agiscono (localmente) forze che lo possano innestare.

Condizione necessaria e sufficiente perché ci sia equilibrio statico è che si verifichino contemporaneamente le seguenti condizioni:

$$\begin{cases} \mathbf{v} &= 0 \\ \boldsymbol{\omega} &= 0 \\ \sum \mathbf{F} &= 0 \\ \sum \mathbf{M} &= 0 \end{cases}$$

velocità lineare v e angolare ω nulle, forza risultante nulla (per il secondo principio anche l'accelerazione) e somma di tutti i momenti nulla (per il secondo principio, anche l'accelerazione angolare). Le condizioni (più deboli) di **equilibrio dinamico** non prevedono che siano nulle le velocità.

Una struttura in un'assegnata configurazione geometrica è in equilibrio se equilibrio sussiste per ognuna delle macro o microparti in cui la struttura può essere suddivisa. Il problema dell'equilibrio statico di una struttura può essere pertanto ricondotto al problema dell'equilibrio statico di tutte le sue parti. Nelle relazioni di equilibrio intervengono le forze (e le coppie) esterne applicate e le azioni (le sollecitazioni interne) che le varie parti si scambiano reciprocamente. Ai fini della valutazione dell'equilibrio, le parti di una struttura possono essere considerate come corpi rigidi.

Equazioni cardinali della statica

Come espresso da Varignon (1654-1722) condizione necessaria e sufficiente affinché un corpo rigido risulti in equilibrio statico è che il sistema di forze applicate si riduca a un sistema nullo, cioè che siano:

- $\mathbf{R} = \mathbf{0}$ la risultante delle forze applicate (equilibrio alla traslazione)
- $\mathbf{M} = \mathbf{0}$ il risultante dei momenti delle forze e delle coppie applicate (equilibrio alla rotazione)



Per un corpo nello spazio le equazioni cardinali della statica corrispondono a 6 equazioni scalari (3 alla traslazione e 3 alla rotazione). Nel caso piano (le traiettorie dei punti del corpo appartengono al piano ove sono contenute le forze applicate), le equazioni della statica corrispondono a 3 equazioni scalari (due alla traslazione e una alla rotazione attorno ad una direzione normale al piano del problema o tre equazioni di momento rispetto a tre punti non allineati).

Per un sistema composto da un numero generico n di parti, dovendo le equazioni della statica valere per ognuna delle sue parti, il loro numero complessivo è $6n$ nel caso tridimensionale e $3n$ nel caso piano.

1.4 Approfondimenti

E. Benvenuto – La scienza delle costruzioni nel suo sviluppo storico – Sansoni, 1981