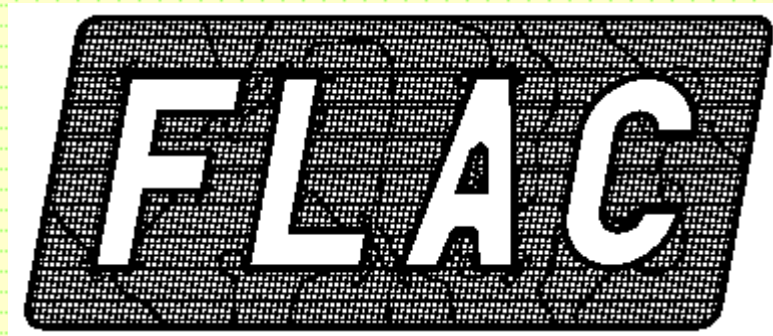


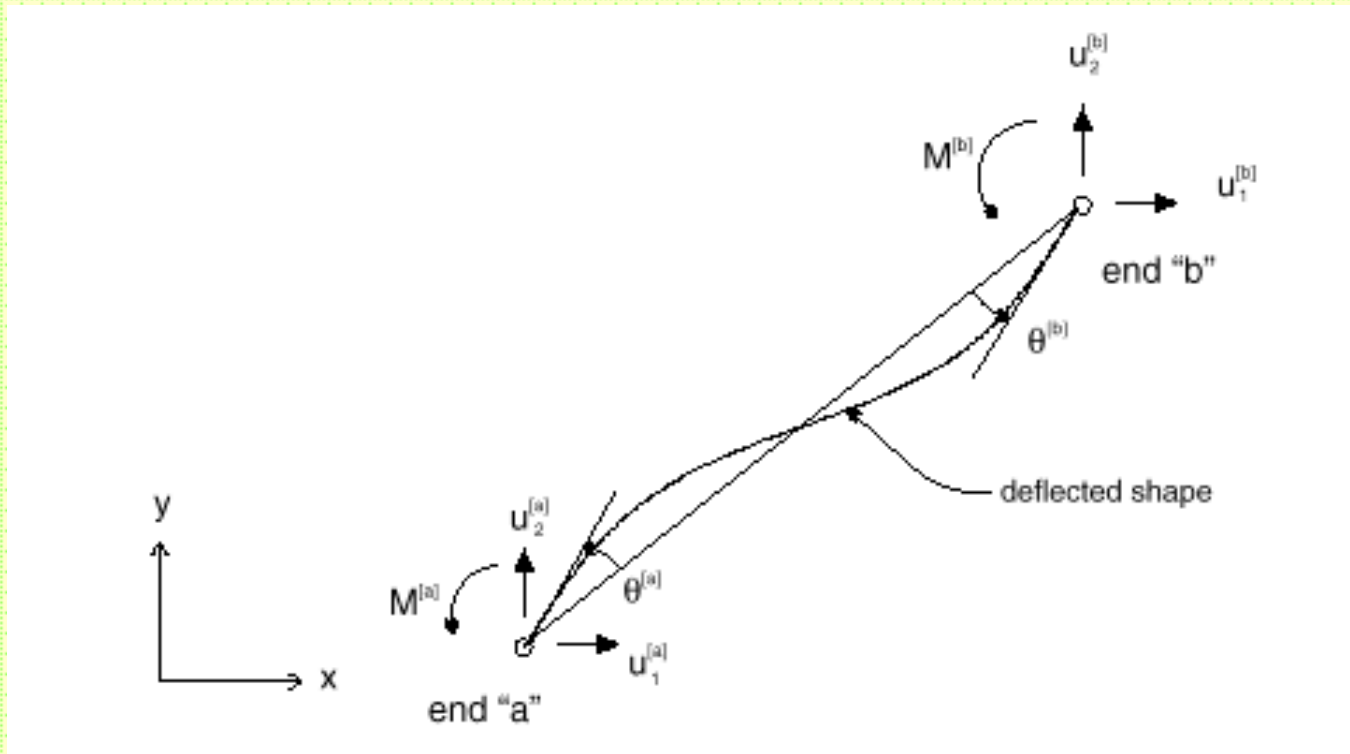
FLAC

Fast Lagrangian Analysis of Continua

Structural elements (beam,cable)



FLAC - Fast Lagrangian Analysis of Continua



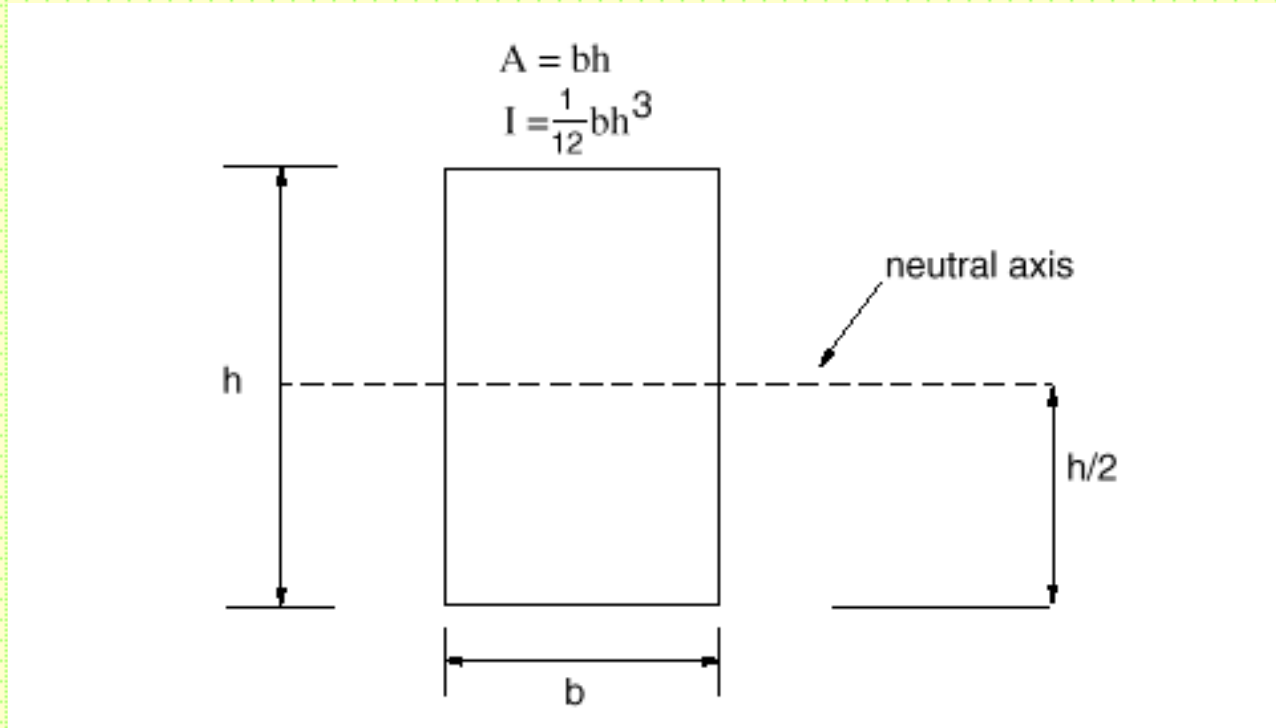
Elementy typu
beam

Elementy typu *beam* w programie FLAC są dwuwymiarowe i posiadają trzy stopnie swobody (przemieszczenie w kierunku osi x, przemieszczenie w kierunku osi y oraz rotację) w każdym węźle.

FLAC - Fast Lagrangian Analysis of Continua

- Elementy typu *beam* mogą być łączone między sobą oraz z innymi elementami. Są one używane do modelowania elementów o ograniczonej wytrzymałości na zginanie.
- Mogą one być używane do modelowania różnych typów obudowy – począwszy od zastrzałów, a skończywszy na betonie lub torkrecie.
- Typowy element *beam* jest definiowany przez właściwości i geometrię materiału, z którego jest utworzony.
- Element typu *beam* zachowuje się liniowo-sprężyste bez granicy zniszczenia. Jeżeli zachodzi taka konieczność to można jednak zdefiniować maksymalny dopuszczalny moment gnący.

FLAC - Fast Lagrangian Analysis of Continua



Elementy belkowe mają symetryczny przekrój charakteryzujący się powierzchnią (A), długością (L) oraz momentem bezwładności (I).

Należy pamiętać, że elementy belkowe są zdefiniowane do obliczeń w *płaskim stanie naprężenia*. Jeżeli chcemy prowadzić obliczenia w *płaskim stanie odkształcenia* to należy uwzględnić zmianę modułu Younga i podzielić wartość E przez $(1 - \nu^2)$

FLAC - Fast Lagrangian Analysis of Continua

- Elementy belkowe w programie FLAC wymagają zdefiniowania następujących parametrów:
 - przekrój,
 - moduł Younga,
 - moment bezwładności
 - maksymalny dopuszczalny moment gnący (opcjonalnie),
 - gęstość (opcjonalnie)
- Zamiast momentu bezwładności można także podać wysokość i szerokość przekroju – wówczas zarówno moment bezwładności jak i przekrój będą policzone automatycznie. Typowe własności elementów belkowych mogą dla betonu przyjmować następujące wartości:
 - moduł Younga: **5-35 GPa**,
 - liczba Poissona: **0.15-0.20**
 - gęstość: **2100-2400 kg/m³**
- Własności dla żelbetu powinny być przeliczane na zasadzie przekrojów równoważnych.

FLAC - Fast Lagrangian Analysis of Continua

Elementy prętowe

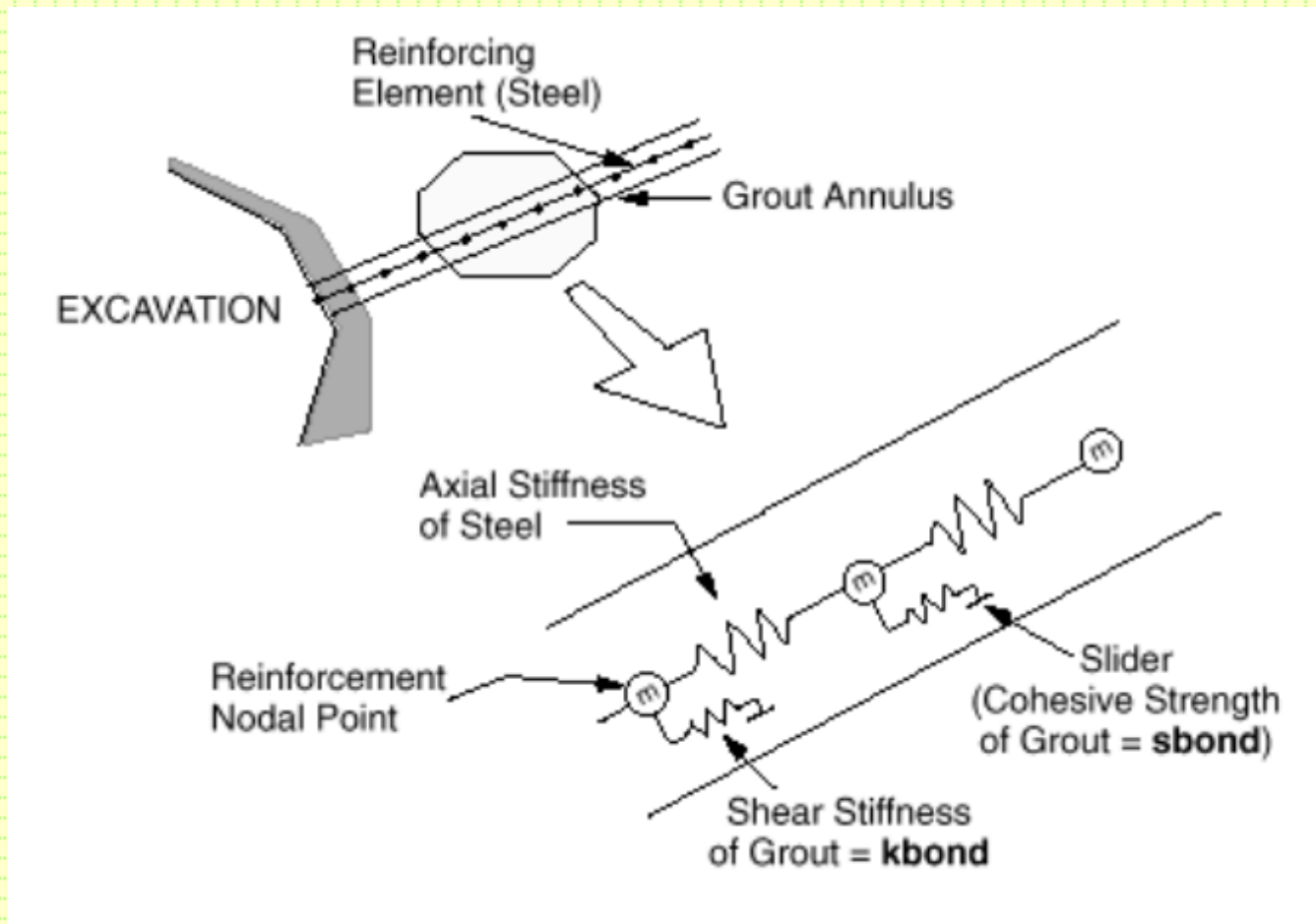
- Elementy prętowe są jednowymiarowymi elementami osiowymi, które mogą być połączone z określonymi punktami siatki (np. kotwie mechaniczne) lub mocowane na całej długości (kotwie wklejane).
- W elementach mocowanych na całej długości wytwarza się siła osiowa spowodowana deformacją siatki. Elementy prętowe przenoszą ściskania i rozciągania, ale nie przenoszą momentów zginających.
- W razie potrzeby elementy prętowe mogą być wstępnie sprężane (np. dla symulacji kotwi z naciągiem). Elementy prętowe mogą być używane do modelowania różnych typów obudowy, które z założenia mają pracować na rozciąganie kotwie, mechaniczne i wklejane, kotwie linowe, ankry, kotwie gruntowe).
- Elementy prętowe w programie FLAC uwzględniają nie tylko wzmocnienie osiowe, ale także współpracę z ośrodkiem na całej długości. Elementy prętowe mogą być przydatne przy modelowaniu systemów wzmacniających (kotwi prętowych czy linowych) gdzie dopuszcza się zniszczenie spoiwa na pewnej długości.

FLAC - Fast Lagrangian Analysis of Continua

- Sposób definicji elementów prętowych pozwala na modelowanie ich zachowania zarówno w górotworze jak i w gruncie.
- Element prętowy może być podzielony na pewną ilość segmentów, co zwiększa dokładność obliczeń.
- Osiowe zachowanie elementu prętowego jest związane z charakterystyką jego członu „zbrojącego” (pręta lub liny). Elementem zbrojącym (wzmacniającym) jest tutaj zwykle stal (czy to w postaci pręta czy też liny). Biorąc pod uwagę smukłość elementu prętowego, charakteryzuje się on bardzo małą wytrzymałością na zginanie (szczególnie w przypadku kotwi linowych). W związku z powyższym jest on traktowany jako jednowymiarowy element przenoszący tylko jednoosiowe rozciąganie. (Dopuszczalne jest także ściskanie, ale do tych celów zalecane jest stosowanie elementów typu *pile*).
- Do opisu osiowego zachowania elementu wzmacniającego służy tutaj jednowymiarowy model konstytutywny. Sztywność osiowa jest tutaj opisana poprzez przekrój poprzeczny, A (area) i moduł Younga, E (E).



FLAC - Fast Lagrangian Analysis of Continua



Model mechaniczny elementu prętowego

FLAC - Fast Lagrangian Analysis of Continua

Zastosowanie elementów prętowych w programie FLAC wymaga zdefiniowania następujących własności:

- (1) pole przekroju poprzecznego;
- (2) gęstość (opcjonalnie);
- (3) moduł Younga;
- (4) wytrzymałość na rozciąganie (wymiar siły);
- (5) wytrzymałość na ściskanie (wymiar siły);
- (6) obwód elementu (w przypadku uwzględnienia oddziaływania tarcia spoiwa);
- (7) sztywność spoiwa ([siła/długość/przemieszczenia]);
- (8) kohezja spoiwa ([siła /długość]);
- (9) kąt tarcia wewnętrznego spoiwa ([stopnie]).