제12장 부정정 구조 핵심요약

① 부정정 해법

1) 응력법(유연도법:적합법)	적 용	2) 변위법(강성도법:평형법)	적 용	수치해석법
① 변형일치법(중첩의 원리)	모든구조물	① 처짐각법(요각법)	보, 라멘	① Direct Matix Method
② 에너지방법 ⇒ 최소일의 원리→반력계산 가상일의 원리→결국변형 일치법	모든구조물	② 모멘트분배법(고정모멘트법) ⇒ 축차계산에 의한 근사해법(Hardy cross법, Kani법)	연속보 라멘	② 유한요소법(FEM)
③ 3연모멘트법(Clapeyron의 3연 모멘트 정리)	연속보	③ 에너지방법 ⇒ Castigliano 1정리 응용	모든구조물	③ 유한차분법(FDM)
④ 처짐곡선의 미분방정식		④ 모멘트 면적법		④ Raleigh – Ritz method
⑤ 기둥유사법	연속보 라멘			

② 처짐각법(요각법)

1) **처짐각법의 기본방정식**(재단 모멘트 방정식)

$$M_{AB}=\frac{2EI}{L}(2\theta_A+\theta_B+3R)+C_{AB} \quad \rightarrow A\text{점의 고정단 모멘트}(B\text{방향을 향한 것})$$

$$M_{BA}=\frac{2EI}{L}(2\theta_B+\theta_A-3R)+C_{BA} \quad \rightarrow B\text{점의 고정단 모멘트}(A\text{방향을 향한 것})$$

2) **평형방정식** : 재단모멘트를 풀기 위한 방정식

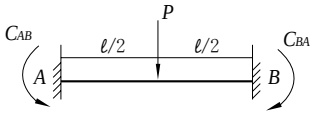
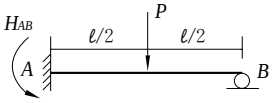
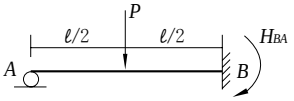
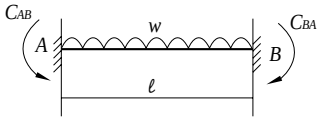
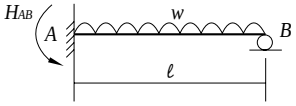
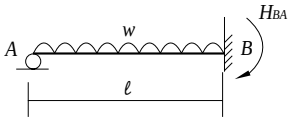
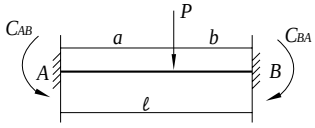
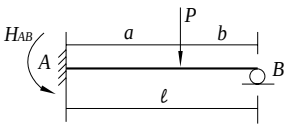
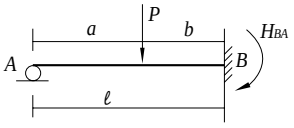
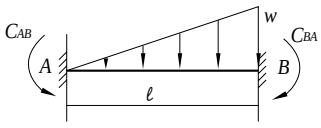
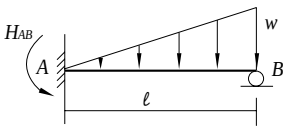
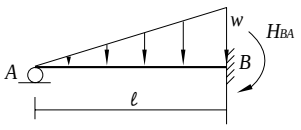
① 절점방정식(모멘트 방정식) : 절점방정식의 수는 절점수만큼 성립된다.(구조와 하중이 대칭인 경우는 대칭성을 고려한다.

② 층방정식(전단력 방정식) : 각 층에서 전단력(수평력)의 합은 0이다. → 층 방정식의 수는 층 수만큼 성립된다.

3) **하중항** : 재단 모멘트 중에서 하중에 의해 생기는 모멘트를 하중항이라고 한다. 다른 조건이 없고, 하중만 존재하는 경우는 재단 모멘트값이 곧 하중항 값과 같다.

* 하중항 공식 : $H_{AB} = -\{\,|\,C_{AB}\,|\,+\frac{1}{2}\,C_{AB}\,\}$, $H_{BA} = C_{BA} + \frac{1}{2}\,|\,C_{BA}\,|$

(부호) : 시계방향(+), 반시계방향(−)

	양 단 고 정	A단 고정 B단 회전	A단 회전 B단 고정
			
하중항	$C_{AB} = -\frac{P\ell}{8},\ C_{BA} = \frac{P\ell}{8}$	$H_{AB} = -\frac{3}{2}\,C_{AB} = -\frac{3P\ell}{16}$	$H_{BA} = \frac{3}{2}\,C_{BA} = \frac{3P\ell}{16}$
			
하중항	$C_{AB} = -\frac{w\ell^2}{12},\ C_{BA} = \frac{w\ell^2}{12}$	$H_{AB} = -\frac{3}{2}\,C_{AB} = -\frac{w\ell^2}{8}$	$H_{BA} = \frac{3}{2}\,C_{BA} = \frac{w\ell^2}{8}$
			
하중항	$C_{AB} = -\frac{Pab^2}{\ell^2},\ C_{BA} = \frac{Pa^2b}{\ell^2}$	$H_{AB} = -\frac{Pab}{2\ell^2}\,(a+2b)$ $= -\frac{Pab}{2\ell^2}\,(\ell+b)$	$H_{BA} = \frac{Pab}{2\ell^2}\,(2a+b)$ $= \frac{Pab}{2\ell^2}\,(\ell+a)$
			
하중항	$C_{AB} = -\frac{w\ell^2}{30},\ C_{BA} = \frac{w\ell^2}{20}$	$H_{AB} = -\frac{7w\ell^2}{120}$	$H_{BA} = \frac{w\ell^2}{15}$

③ 모멘트분배법(고정모멘트법)

1) **해법원리** : 연속된 보를 지점에서 절단하여 단지간 보로 풀 때 절단된 지점에서의 모멘트차를 불균형모멘트라고 하여, 이 불균형모멘트를 양 지간에 부재 강도에 따라 배분하여 균형시키는 방법이다.

2) **강 도** : $k = \frac{I}{\ell} = \frac{\text{단면 2차모멘트}}{\text{부재길이}}$

3) **강 비** : $k = \dfrac{k}{k_o} = \dfrac{\text{임의 강도}}{\text{표준 강도}}$ → 강도 중에서 적은 값을 취하면 계산상 편리하다.

· 유효강비(등가강비) : 부재의 양단이 고정된 경우를 기준으로 하여 상대 부재의 강비를 결정하여 분배율 계산에 이용한다.

4) **불균형모멘트**(U.B.M) : 지점을 절단했을 때 좌우측의 고정모멘트(하중항)의 차, 그 값의 역이 해제 모멘트(작용모멘트)가 된다.

5) **분배율과 분배모멘트**

① 분배율 : $f_i = \dfrac{k_i}{\Sigma k} = \dfrac{\text{임의 강비}}{\text{총 강비}}$ 또는 $DF_i = \dfrac{k_i}{\Sigma k} = \dfrac{\text{임의 강도}}{\text{총 강도}}$

② 분배모멘트 : $M_i = (f_i) \times (M) =$ (분배율) × (해제모멘트)

6) **전단률과 전달모멘트**

① 전달률 : 회전단에 생긴 모멘트에 의하여 고정단에 생긴 모멘트의 비는 $\dfrac{1}{2}$이다. → 전단률은 항상 $\dfrac{1}{2}$이다. (고정단이 아니면 전달받지 못함)

② 전달모멘트 : (해제모멘트) × (분배율) × (전달률)

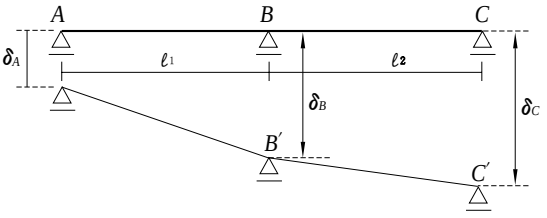
7) **재단모멘트**(최종모멘트) : (부호) 시계방향(+), 반시계방향(−)

(재단 모멘트) = (하중항) + (분배모맨트) + (전달모멘트)

④ 3연모멘트법 (Clapeyron의 방정식)

1) **일반식** : 연속보를 2개 지간 별로 분리하여 지점 모멘트를 구하는 방법

$$M_A \frac{\ell_1}{I_1} + 2M_B\left(\frac{\ell_1}{I_1} + \frac{\ell_2}{I_2}\right) + M_C \frac{\ell_2}{I_2} = 6E(\theta_{BA} - \theta_{BC}) + 6E(\beta_{BA} - \beta_{BC})$$



· EI가 일정하고 침하가 있는 경우

$$M_A\ell_1 + 2M_B(\ell_1 + \ell_2) + M_C\ell_2 = 6EI(\theta_{BA} - \theta_{BC}) + 6EI(\beta_{BA} - \beta_{BC})$$

⇒ 하중을 고려하지 않을 경우

$$M_A\ell_1 + 2M_B(\ell_1 + \ell_2) + M_C\ell_2 = 6EI(\beta_{BA} - \beta_{BC})$$

⑤ 부정정 구조물의 영향선 (Müller − Breslau 의 원리)

구조물의 어느 특정기능(반력, 전단력, 휨모멘트, 부재력 또는 처짐)에 대한 영향선의 종거는 구조물에

그 특정 기능에 대응하는 구속을 제거하고, 그 제거된 구속위치에 대응하는 단위변위를 발생시켰을 때 그 처짐형상의 종거와 같다.