

材料強度設計/2006.2Q

知能機械システム工学科

坂本東男

Sakamoto.haruo@kochi-tech.ac.jp

教員室A429、TEL:0887-57-2317

研究室A213、TEL:57-2243

お願い

- 1。講義中回りの人と話さないように。講義する先生と回りの方に迷惑となる。(守れない人は教室から出て貰う)
- 2。眠たいときは寝てもかまいません(その人のみの責任です)が、寝る姿は見苦しくないように。
- 3。90分授業1回で約4千円払ってることを忘れないように。 $125\text{万円}/(5\text{科目}/1\text{Q}\times 15\text{回}\times 4\text{Q})=\text{約}0.42\text{万円}$

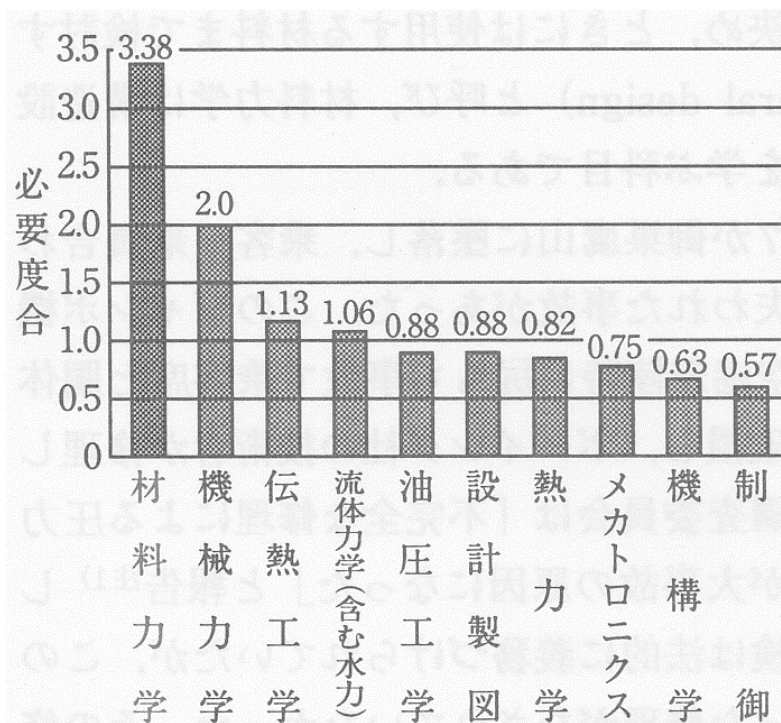
材料強度設計とは

- 1. 材料強度設計とは材料の強度を考慮した設計といった意味で、設計の中では最も重要な部分である。
- 2. まず、知能機械システムの設計基準にかなった材料の選び方、即ち材料の性質とその限界を理解する。
- 3. 実際の設計に於いて、これらの知識、情報をどう反映させるかを具体例で説明し、損傷の生じにくく、安全で健全な設計の基礎を会得する。

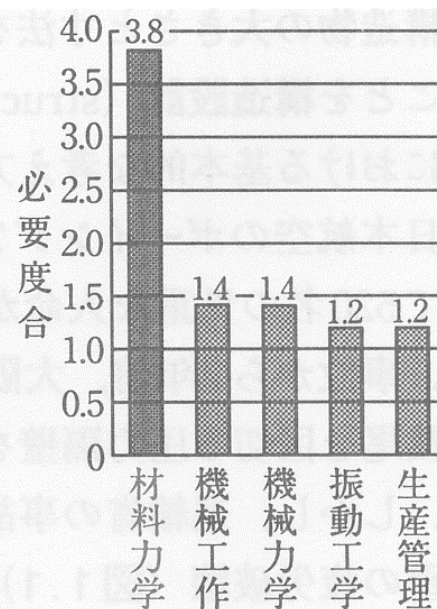
工業材料/機械材料の位置づけ (1)

- 理工学社の‘新機械工学便覧’には
- 基礎として、数学、力学、材料力学、工業材料が
- 機械一般として機械設計、機械工作、計測、各種機械が記載されている。
- 振動力学、流体力学、熱力学、制御は、各種機械で触れられている。

材料力学の位置づけ



(a) 設計課における
必要専門科目と必要度合



(b) 工作課における
必要専門科目と必要度合

基礎科学、設計製造

- ボーイングでの‘あるべき工学技術者’は 10項目あるが、学習関連では
- 数学、物理と生命科学、情報工学（コンピュータを越えたもの）の基礎科学
- 設計と製造プロセス
- である。

設計の位置づけ

- ‘現代科学の観点からすれば、設計は取るに足りないものだが、工学の観点からは設計が全てである。設計とはあらかじめ想定された目的を達成するために、各種の手段を意図的に連合させることであり、まさに工学の本質である’ -エドウィン、T、レイ
トシ-

工学技術者への要望

- 1 .総合力(Synthesis)： 智恵 (1)
問題設定力、問題解決力 (設計) (2)コ
ミュニケーション、倫理観、態度など人間力
- 2 .解析力(Analysis)： 知識
(3)数学物理の基礎 (4)
機械工学であれば材料力学などの機械基
礎

講義の進め方(1)

- 1. 講義内容 ;
 - 第1回 :破損の事例とその対策 (テキスト無し)
 - 第2回－第10回 :機械材料の種類、性質、機械試験方法など。(テキストから)
 - 第11回－第13回と第15回 設計基準や設計 (テキスト無し)

第14回 最終試験

- 2. レポート内容 ; 身
近にある製品 (ブレーキなどの自動車部品、洗濯機などの家庭製品など) に関して製品の内容、出来たら鳥瞰図などの図、使用材料、材料特性、使用される理由をまとめるA4 X2枚以上
- 3. テキスト/機械材料学、朝倉書店
- 4. 成績評価 ; 毎回の小テスト30点、レポート30点、最終試験40点、100点満点の点数をベースにAA,A,B,C、Dを評価

講義の進め方(2)

- 講義の15回分
- 第1日 :物、製品は正しく設計しないと壊れる場合がある。
鉄道、海洋構造物、航空機、船舶の破壊事例。材料を良く理解して設計する。
- 第2日 :工業分野でどんな材料が使われているか。
自動車、鉄道、航空機でどのような材料が使われているか。テキストp1-13。
鉄鋼材料、アルミ、チタンなどの金属材料が大半である。
- 第3日 :材料の原子構造と結晶構造は。
材料の基本となる原子の構造。結合の仕方、結晶構造はどうなっているか。
テキストp15-p37
- 第4日 :鉄鋼材料にはどのような材料があるか。
各種規格、材料の種類の勉強。テキストp103-124。
- 第5日 :アルミ、チタンにはどのような材料があるか。
各種規格、材料の種類の勉強。テキストp124-147

講義の進め方(3)

- 第6日 :金属の機械的性質を知る。
その準備として垂直応力とせん断応力を理解する。垂直応力とせん断応力、モールの円など、テキスト以外。
- 第7日 :金属の機械的性質を知る。 引っ
張り試験で得られる情報、金属の引張り試験による特性。テキスト p148-165。
- 第8日 :金属の破壊と対策を知る。
延性破壊、脆性破壊、疲労破壊、クリーブ破壊、破壊力学破壊面の
特徴。電子顕微鏡により得られる破壊面のミクロ観察。クリーブ破壊
とは。破壊力学の取り扱い。テキスト p168-186。
- 第9日 :金属材料以外の機械材料を知る。
セラミック、高分子セラミック、高分子の種類、特性を学ぶ。テキスト
p187-216。
- 第10日 :複合材料を学ぶ。
最近、航空機などを中心に使用が拡大されている複合材料に関して、
性質、種類、製造法などを学ぶ。テキスト p217-227。

講義の進め方(4)

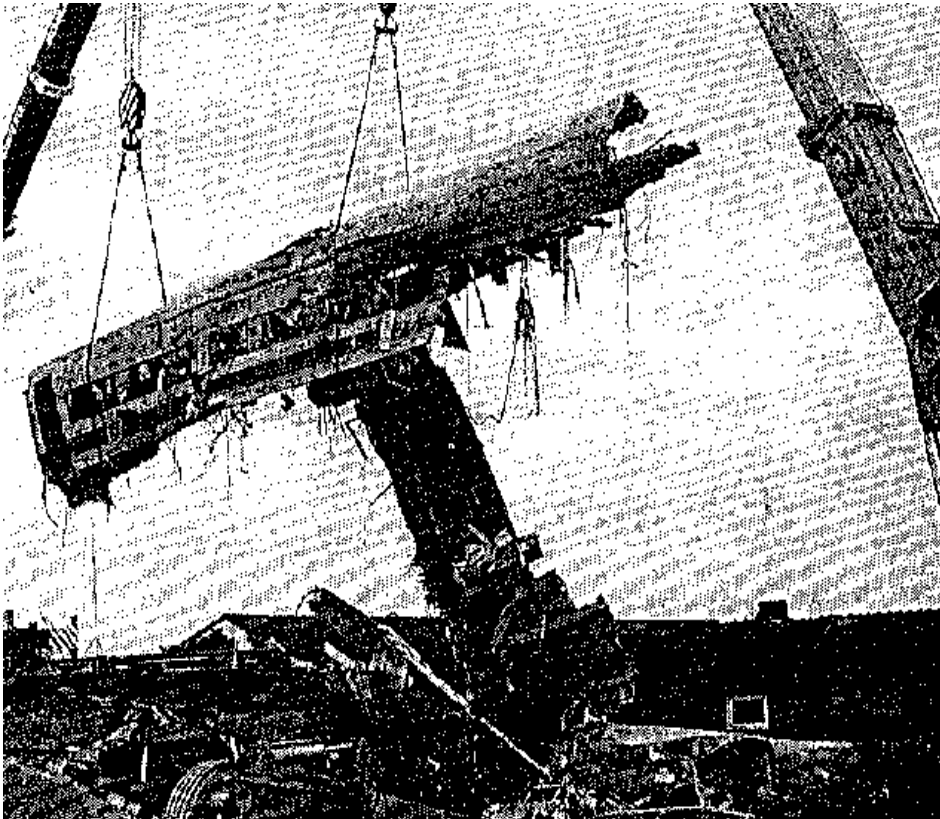
- 以降テキスト無し。
- 第11日 :各種設計基準
- 第12日 :設計例 (自動車)
- 第13日 :設計例 (鉄道)
- 第14日 :最終試験、
- 第15日 :設計例 (航空機)
-
- レポートは 2Qの最後の日迄。厳守。

No1. 講義の内容 (破壊事故と原因)

- 1. 独鉄道の列車事故 (1998)
- 2. 日航ジャンボの墜落(1985)
- 3. 海洋構造物(1980)
- 4. 溶接造船の脆性破壊(1943年頃)
- 5. 米国向け鉄道車両用車輪の脆性破壊
(米国コンレール社との訴訟事件)

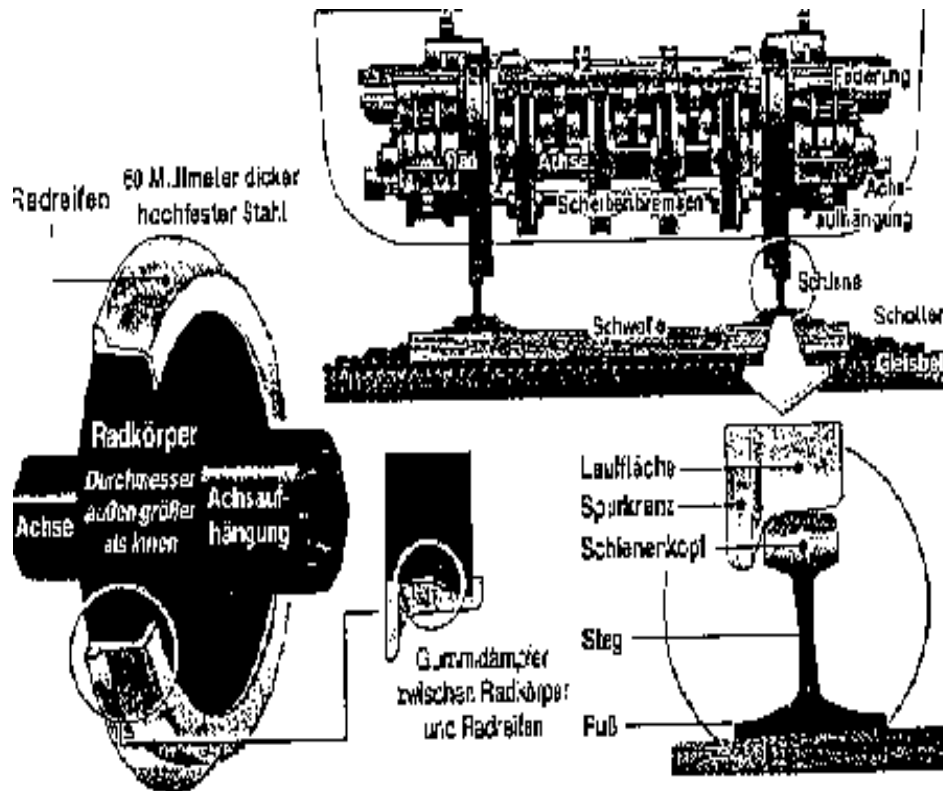
破壊事故例 1-

独鉄道の列車事故(1)-1998.6



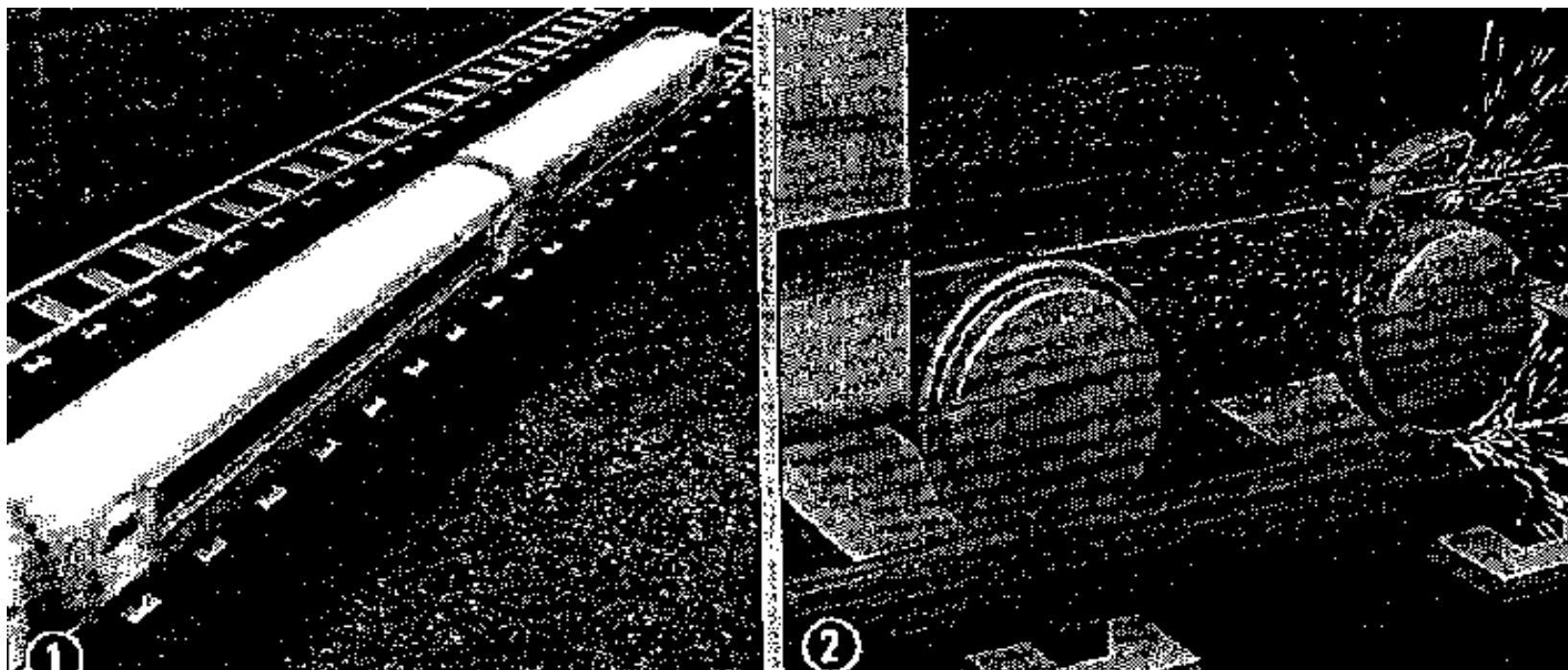
- 1.1998.6.5事故
- 2.約100名死亡
- 3.ICE列車
- 4.原因は車輪のタイヤが破損

破壊事故例 1- 独鉄道の列車事故(2)-1998.6

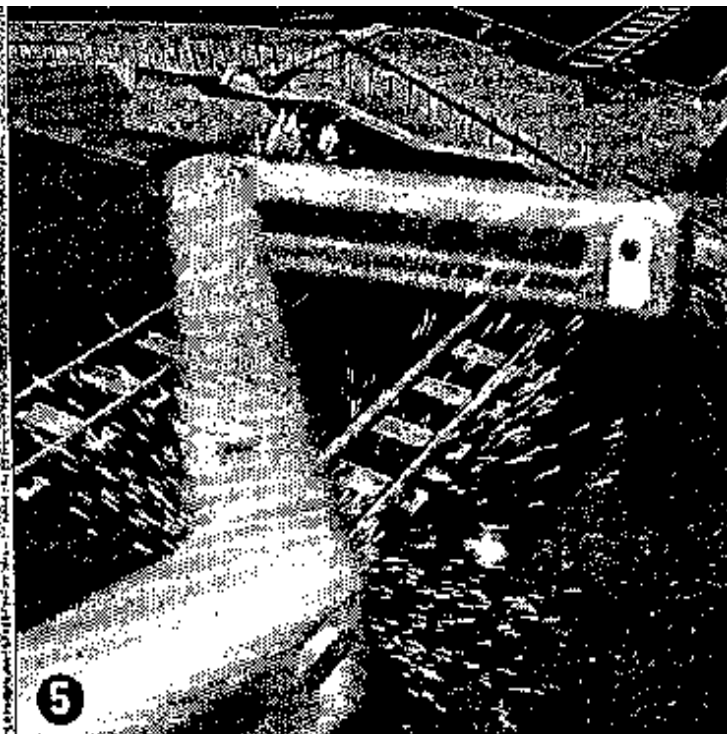
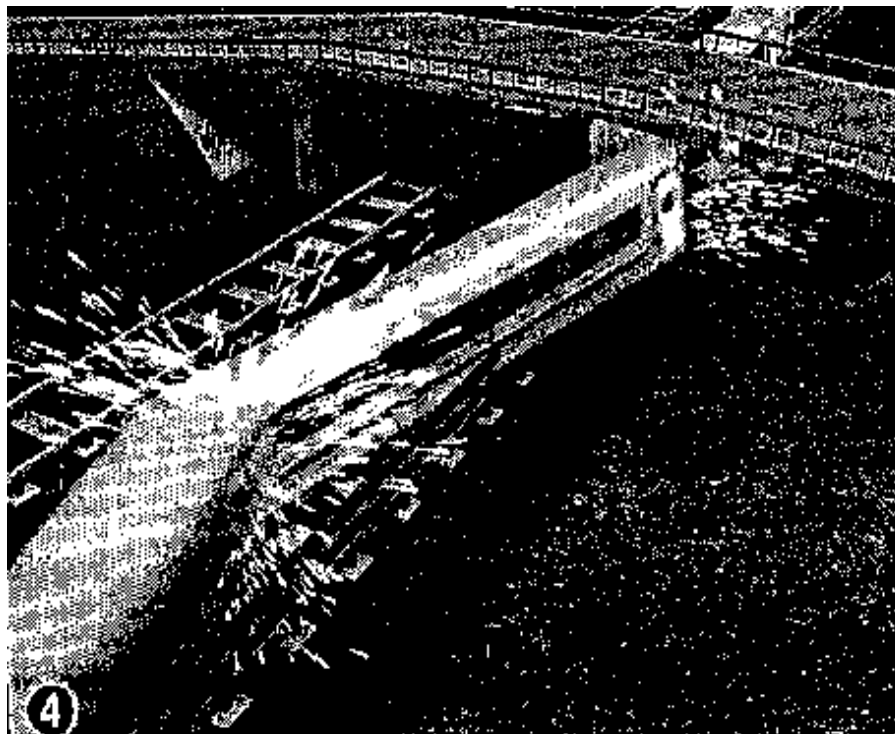


- 1.車輪は弾性車輪タイプ
- 2.レールと接触する部分がタイヤ
- 3.車軸にはめあいる部分とタイヤの間にゴムがある。

破壊事故例 1- 独鉄道の列車事故(3)-1998.6

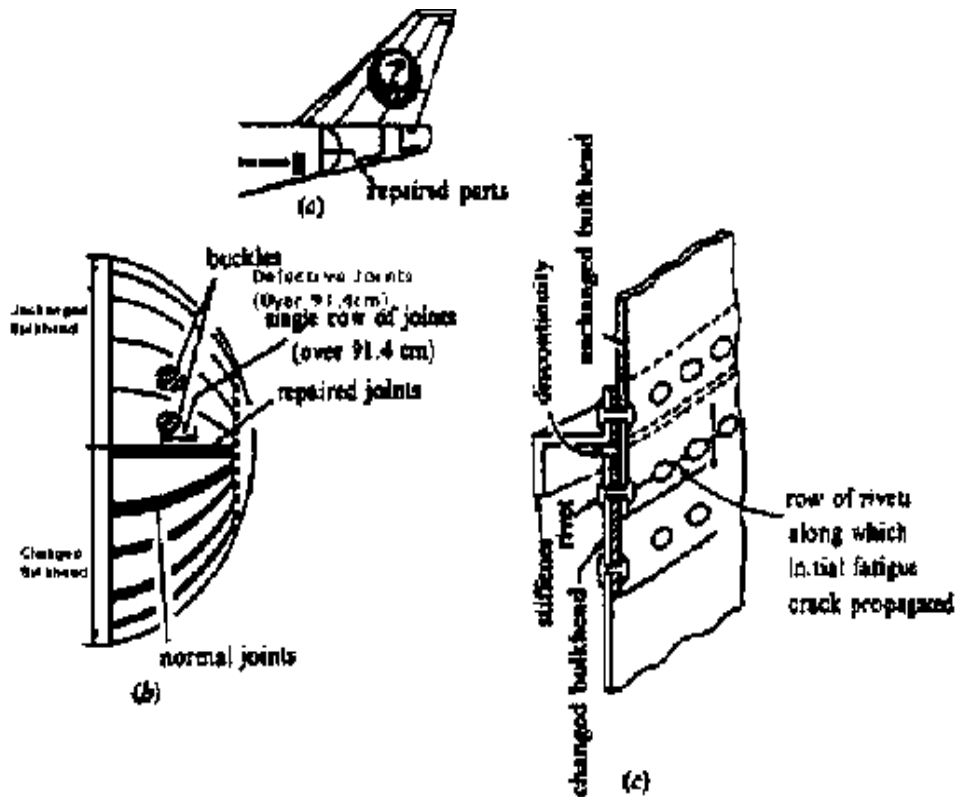


破壊事故例 1- 独鉄道の列車事故(4)-1998.6



破壊事故例2-

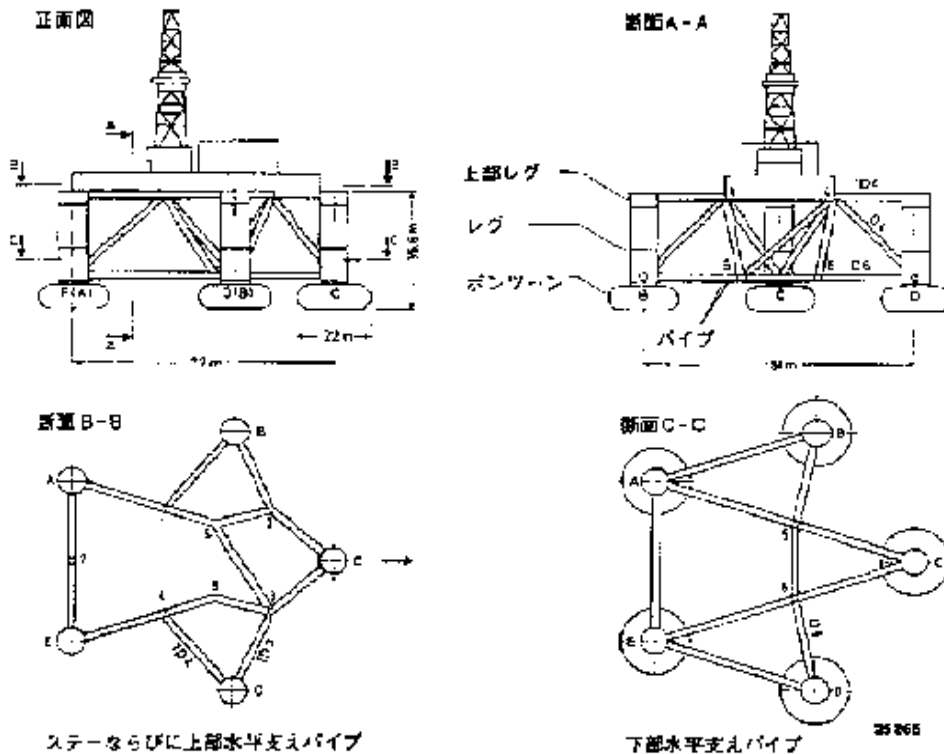
日航ジャンボ墜落-1985.8.12



- 1.日航3A8118便 Boeing747SR
- 2.520名が死亡
- 3.原因は尻餅事故での補修不備。2枚重ねのリベット止めの箇所では不連続部の補修を実施。

破壊事故例3-海洋構造物

Alexander L. Kielland号の転覆事故(1)、1980.3.27

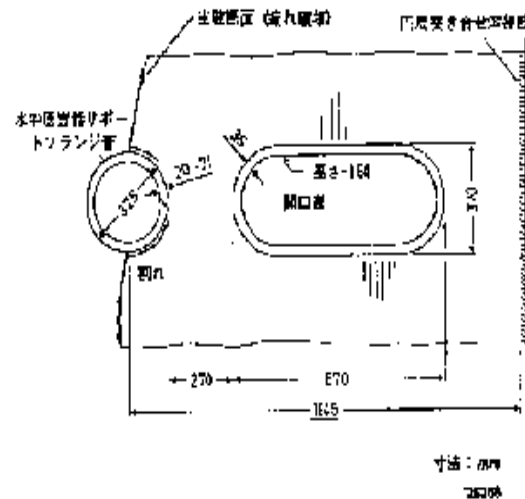
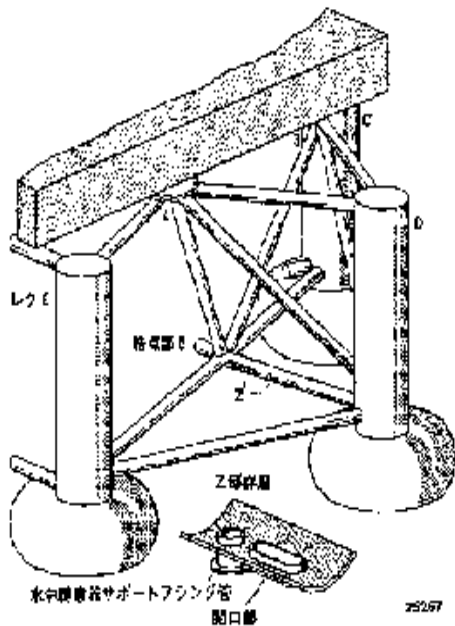


- 1.英国北海で転覆事故。
- 2.123名死亡
- 3.原因はDレグのD-6パイプが破損
- 4.水中超音波サポーフランジの溶接部からの疲労き裂

半潜水式石油掘削プラットフォームAlexander L. Kielland (号)の構造概観

破壊事故例3-海洋構造物

Alexander L. Kielland号の転覆事故(2)、1980.3.27



- 1.溶接部の疲労
劣き裂発生と進展
- 2.疲労破面に塗料が
残存。製造時に溶接不
具合

破壊事故例4- スケネクタディー号の脆性破壊

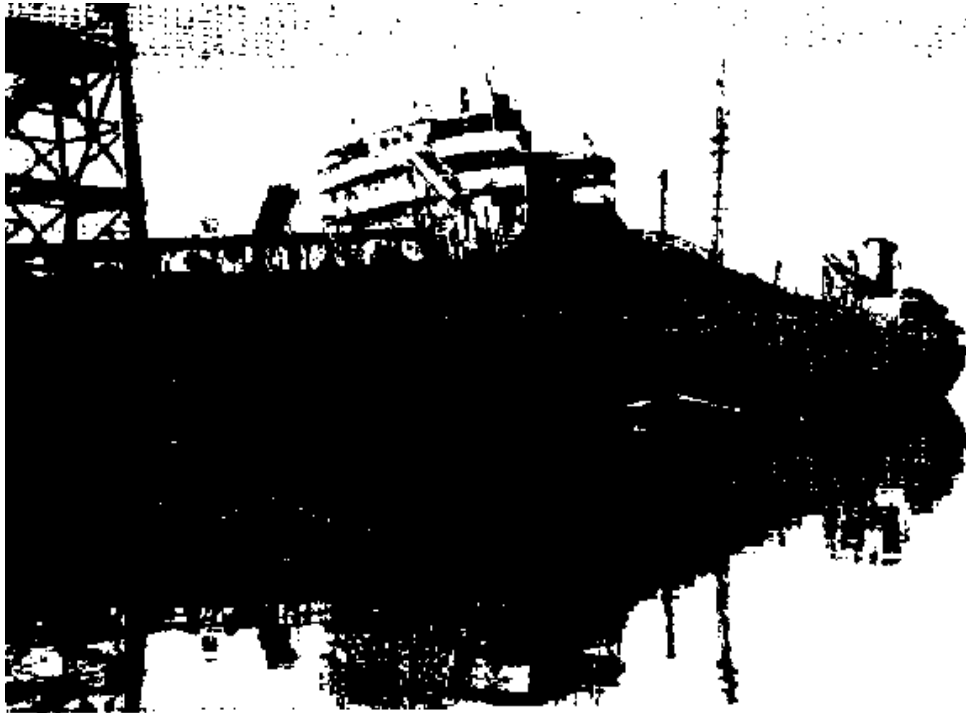


Fig. 1.12. Photograph of a T-2 tanker that failed at bow. Courtesy of E. Packer [21].

- 1.第 2次世界大戦中、突如とした事故が発生。静かな海で軍需船が真っ二つ。
- 2.船が溶接で製造されるようになって、溶接部からの急進破壊が生じた。

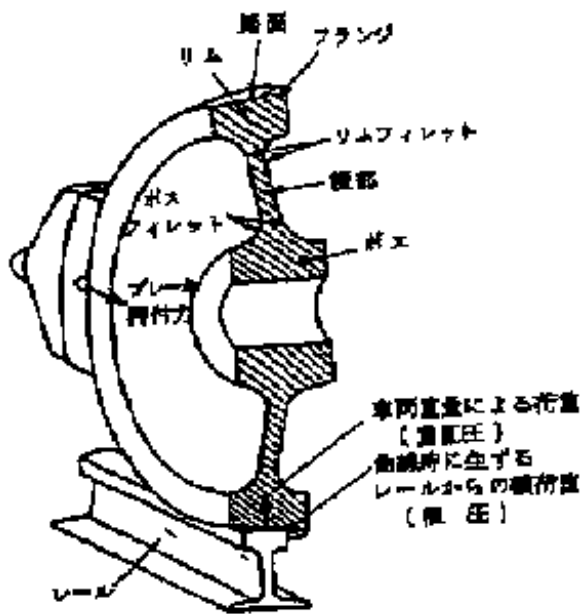
破壊事故例5-

米国向け鉄道車両用車輪の脆性破壊(1)

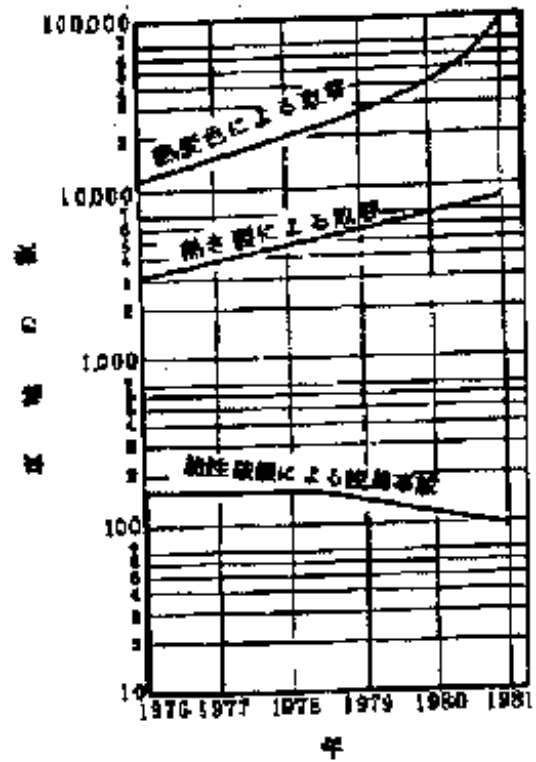


破壊事故例5-

米国向け鉄道車両用車輪の脆性破壊(2)



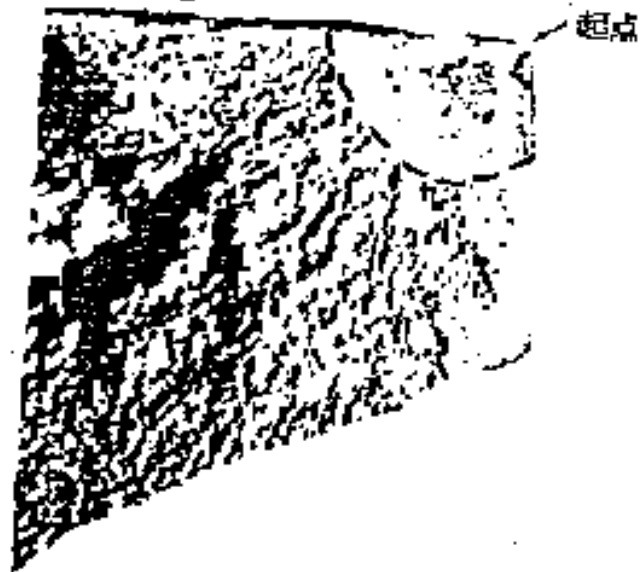
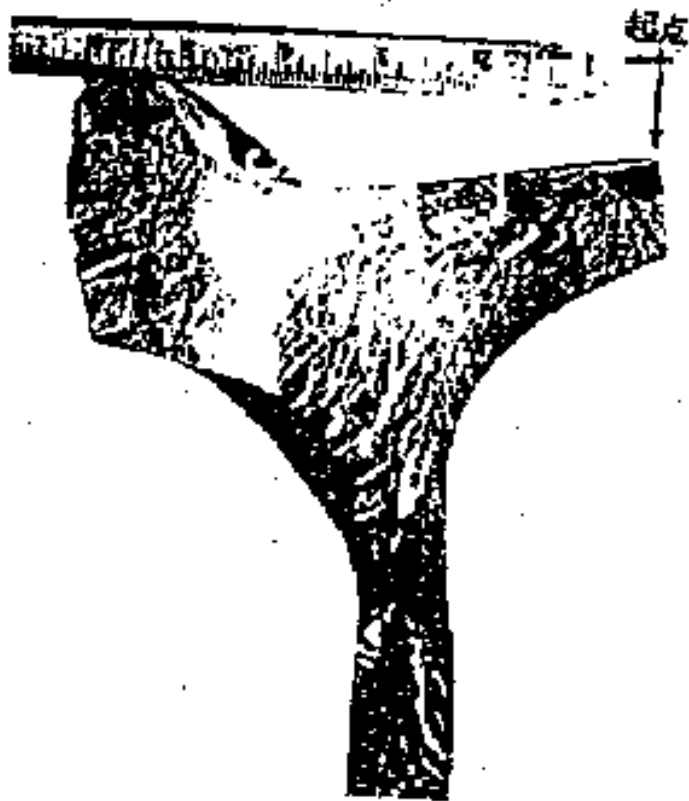
車輪の名称と荷重



熱的損傷による車輪取替数の例

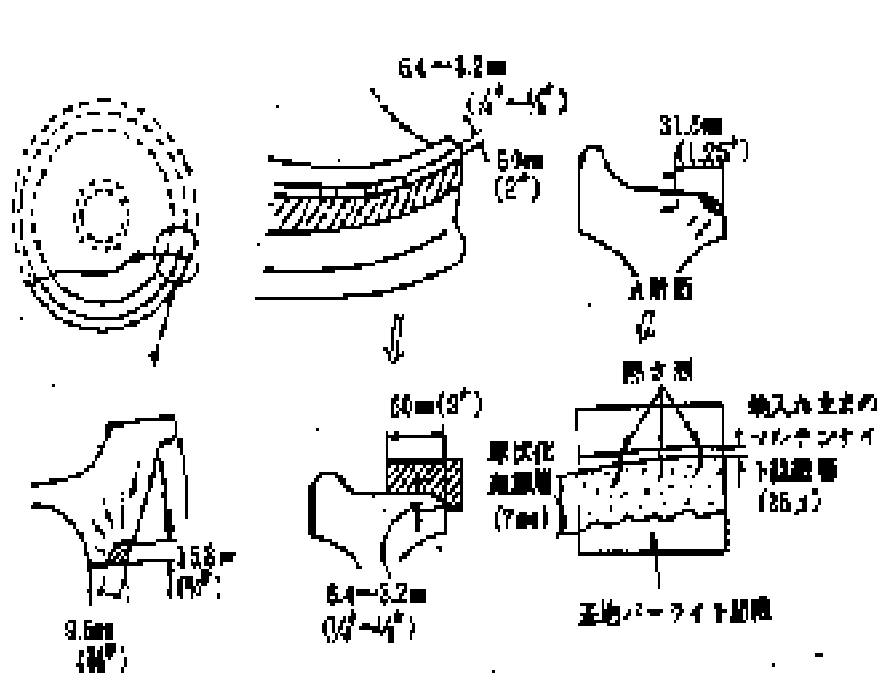
破壊事故例5-

米国向け鉄道車両用車輪の脆性破壊(3)



破壊事故例5-

米国向け鉄道車両用車輪の脆性破壊(4)



(a) 車輪の形

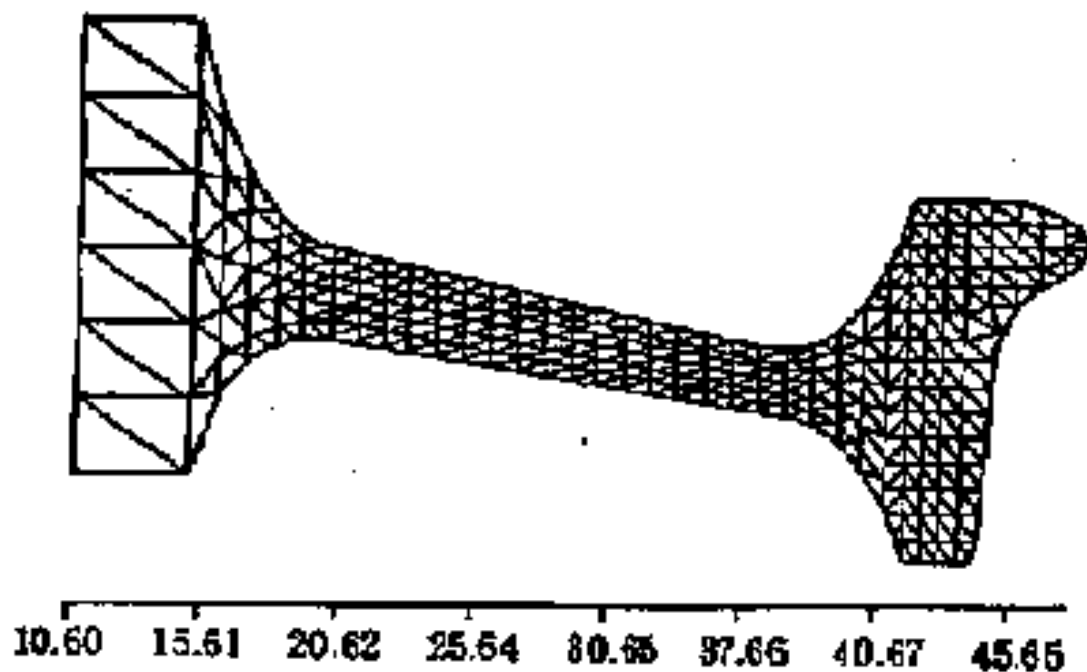
(b) 断面状態

(c) インコンクリートの断面

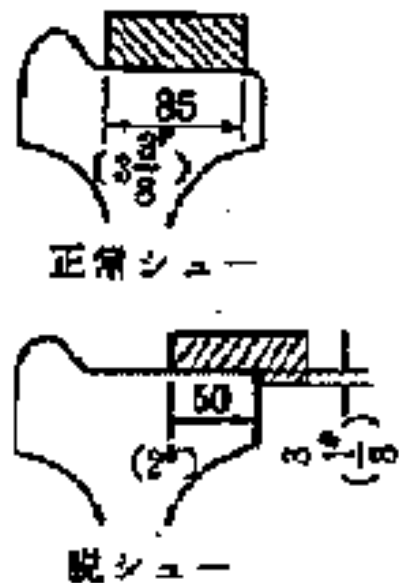
表面の白色層と熱き裂 (x200)

破壊事故例5-

米国向け鉄道車両用車輪の脆性破壊(5)



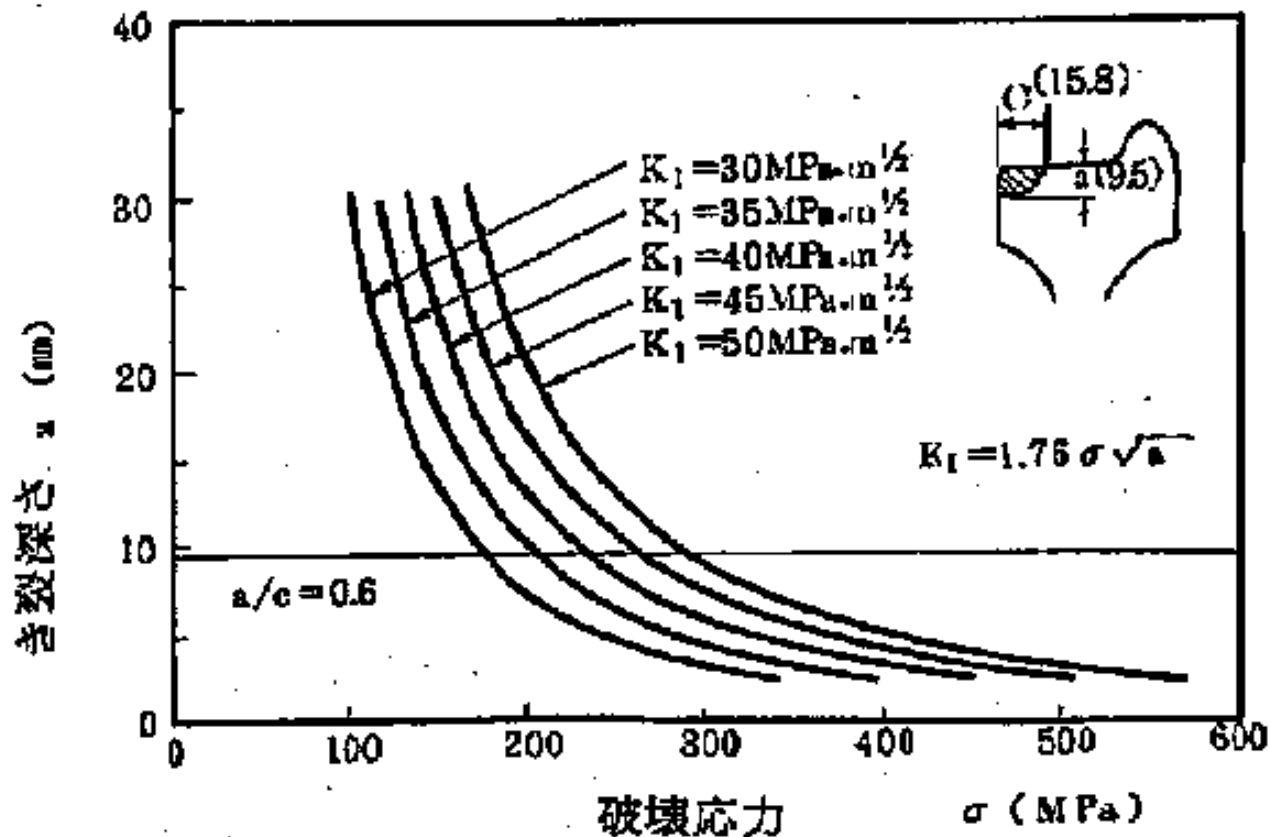
(a) FEMモデル



(b) シューの位置

破壊事故例5-

米国向け鉄道車両用車輪の脆性破壊(6)

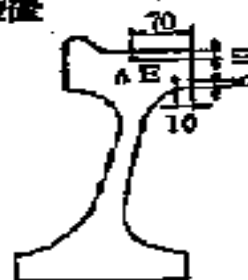


破壊事故例5-

米国向け鉄道車両用車輪の脆性破壊(7)

実験番号	ブレーキ力 μP (N)	摩擦係数 μ	シュー材質	シューの 位置	最高温度(℃)		この切断に よる開口量	
					A*点	B*点		
1	1回目	1,046	0.116	鑄鉄シュー	正常シュー	270	230	-0.40
	2回目	1,035	0.115			272	226	
2	1回目	857	0.095	鑄鉄シュー	脱シュー	223	-	+0.03
	2回目	853	0.105			214	-	
3	1回目	1,758	0.194	合成シュー	正常シュー	610	553	+0.55
	2回目	1,600	0.177			550	438	その後破壊
4	1回目	1,589	0.178	合成シュー	脱シュー	488	538	+0.70
	2回目	1,980	0.153			263	275	その後破壊

* AおよびBの位置



破損事故例とその対策、 まとめ(1)

- 1.日航ジャンボジェット、海洋構造物
Alexander Kielland語の事故例は人為的なものである。設計さらに補修に於いても最新の知識、技術を用いて対処する必要がある。ジャンボジェットの補修に関しては、設計者の意図が十分に伝わっていないことを考えると設計者にも責任がある。

破損事故例とその対策、 まとめ(2)

- 2.溶接船のスケネクタディー号の脆性破壊は未だ、低温脆性、脆性破壊の現象が十分明らかでなかった時の破壊である。しかしながら、常に技術、工学の先端技術を追求することが重要と言える。

破損事故例とその対策、 まとめ(3)

- 3.鉄道車両用車輪の事故は 1つの製品の例であるが、メーカーは技術、工学の最先端をしい、常に事故の起きない製品を供給する責任があることを示している。
- 4.今後、材料、材料強度、設計基準、設計例を勉強して、上記のような事故の起きない設計の基礎を学んで戴きたい。