

大気中のき裂の発生機構は介在物とマトリックス界面の結合の破壊によるものである。介在物とマトリックス間の局所的な応力を弾性係数を含めた単純な仮定式を導びき NaCl 環境下では大気中での約 2 倍の応力が加わっていることを明らかにした。したがって、NaCl 環境下ではこの界面の結合力が弱められるために結果的に疲労が急速に進むことになる。(望月俊男)

#### 腐食疲労き裂発生の理論的考察

(M. MÜLLER: Metall. Trans. 13A (1892) 4, pp. 694~655)

全面腐食域、孔食域、不働態域の各環境下での腐食疲労の発生を理論的に考察した。

今疲労による損傷がある限界値に達するとき裂が発生するとすると、損傷の蓄積曲線は近似的に大気中の S-N 曲線と等しいとみなせる。全面腐食域の場合、腐食による断面積の減少とそれに伴う応力の増加が重要となる。初期応力が疲れ限度より高いとき、き裂発生までの繰返し数は応力増加を損傷の蓄積に考慮することにより求められる。初期応力が疲れ限度より低いときは応力

が疲れ限度に達するために必要な時間に対応する繰返し数と、損傷の蓄積がある限界値に達する繰返し数との和で表される。

孔食域の場合、孔食深さは試験時間から孔食発生に要する時間を引いた時間の指数関数で表されるから、き裂発生のための臨界孔食深さに到達するまでの時間を計算することによりき裂発生までの繰返し数が求められる。ここで臨界孔食深さは弾塑性破壊力学により求められる。

不働態域の場合、再不働態化中の電流密度は指数関数的に減少する。すべりによる不働態皮膜の破壊が毎サイクルごと起こるとすると、1 サイクル中の溶解による切り欠き深さは、1 サイクル中に流れた総電流をファラデー変換することにより求められる。このときき裂発生に要する繰返し数は臨界切り欠き深さ (= 臨界孔食深さ) を 1 サイクル中の溶解による切り欠き深さで割ることにより求められる。このように不働態域ではすべり高さと皮膜厚さがき裂発生に関して重要な因子となる。

これらの理論は実験値とよく一致した。(升田博之)

## コ ラ ム

### 製管の歴史 (6) — UOE 製管法の進歩 —

石油や天然ガスを輸送する大径ラインパイプは主として UOE 製管法により製造される。厚板を冷間プレスによつて U 型、さらに O 型に成形し、溶接後、溶接部のひずみを除去し製品寸法を向上させるために拡管 (Expand) を行うところから UOE と呼ばれる。

中国では 900 年頃に石炭ガスを輸送するために竹製パイプが使用されたという。1900 年代に入り、石油、ガス輸送のための鉄製パイプの使用が米国で盛んになり、1928 年には API (米国石油協会) 規格にラインパイプが制定され、順次、強度の高い方向に進んで今日に至っている。

1951 年には US Steel National 工場に外径 36 インチまでの大径管を製造するために最大プレス力 18 000 t の設備が建設され、1958 年までに米国各地に 4 台は設置された。1955~56 年頃には西独、仏、英にも設置されたが能力は 15 000 t 程度のものであつたようである。1959 年にはカナダ、さらに、1960 年には日

本、イタリアに設置された。日本の最初の設備は日本鋼管鶴見工場に置かれ、外径 42 インチまで、O プレス力 19 000 t のカイザー社製のものであつた。1965 年までは米国 Kaiser 社の 24 000 t を除外すれば O プレスの能力は 20 000 t 以下であつたが、この頃からラインパイプの強度増加に平行して O プレスの能力も順次、増大の傾向を示し、1968 年には英国に 24 000 t、1969 年には米国に 30 000 t の設備が生れ、さらに、1970 年には日本でも 45 000 t となり、1974 年には 55 000 t の能力へと増大し、同時に外径 64 インチ肉厚 1 インチ、長さ 60 フィートまで可能ということになつた。これら UOE 管の素材としては制御圧延された厚板が多量に使用されている。

最近の問題点としては、強度のみならず厚肉化が進みつつあることであり、エッジ成形がだんだん難しくなつて来ており、また、材質も耐硫化水素鋼のみならず新しくステンレス鋼にまで及ぶようになって来た。

(大阪大学工学部 加藤健三)