

針金を用いた衝撃引張実験における脆性破断現象

大阪産業大学 正会員 玉野富雄
 大阪産業大学 正会員 金岡正信
 大鉄工業(株) 正会員 ○石川博喜

1 はじめに

兵庫県南部地震時において高層鉄骨建物鋼製柱の水平方向に破断が生じ、破断面では脆性破断の特徴であるシェブロン(Chevron)パターンが観察されたり、こうした脆性破断現象は、今までの地震時で経験したことのない力学現象であり、その原因として、衝撃上下動に起因する衝撃引張力による脆性破断現象が考えられる。

こうした観点より本報告では、実験が比較的容易である針金を用い、各種の実験条件下での衝撃引張実験を行い、脆性破断現象について考察する。

表-1 針金の材料物性

直径φ (mm)	静的引張強度 (kN)	材 質 (%)				
		炭素	アルミ	ケイ素	硫黄	リン
1.2	0.652	0.66	0.32	0.08	0.018	0.019

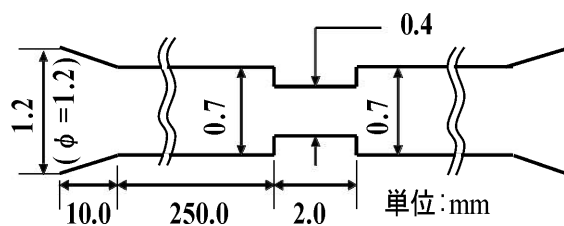


図-1 針金供試体加工説明図 (針金中心断面)

2 針金供試体と衝撃引張実験

実験に用いた針金供試体は径1.2mm・#18の針金である。針金の材料物性を表-1に示す。この針金を図-1の説明図に示すように加工し供試体を製作した。伸び率(%)は、衝撃载荷前後での供試体加工部（長さ2mm・厚さ0.4mmの部分）の長さをノギスで計測し算出した。衝撃引張実験機を図-2に示す^{2),3)}。図中に針金供試体の設置状況を示す。実験条件を表-2に示す。38℃と100℃はドライヤーで加熱し、-50℃はアイスプレーで冷却した。実験は1条件5供試体で行なった。

表-2 実験条件

温度 (℃)	重錘 (kg)	落下高さ (cm)	力 積 (N・sec)
100 38 -50	100	10	140
		50	313
		100	442
		210	641

3 実験結果

図-3に供試体温度ごとの力積と伸びの関係、図-4に力積ごとの供試体温度と伸び率の関係を示す。両図の結果より、力積641N・secおよび-50℃での実験条件で伸び率ゼロの脆性破断現象を確認できる。最大の伸び率は力積140N・secおよび100℃の実験条件で20.2%である。また、図-4で、-50℃から38℃に温度が上昇することで2%～3%の伸び率の増大、38℃から100℃では、6%～8%の伸び率の増大があり、38℃ぐらいで伸び率が大きくなる変化が見られる。これらのことより、針金は力積の増大および温度の低下により脆性的特性を呈していることがわかる。

4 走査電子顕微鏡観察による破面解析

走査電子顕微鏡観察 (SEM) による破面解析⁴⁾により、伸び率と延性破断および脆性

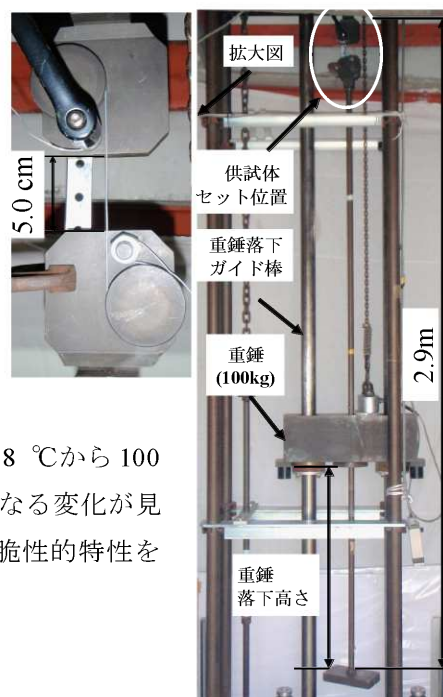


図-2 衝撃実験機

キーワード：衝撃引張実験、延性破壊、脆性破壊、破面解析

連絡先：〒574-8530 大東市中垣内3-1-1 大阪産業大学工学部都市創造工学科 Tel:072-875-3001 Fax:072-875-5044

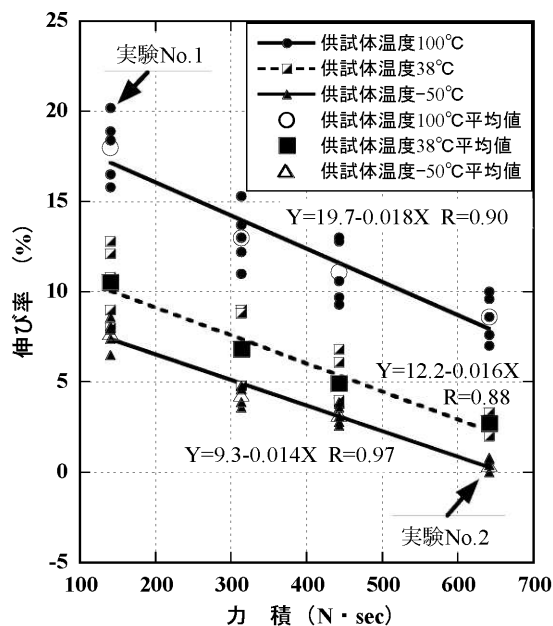


図-3 供試体温度ごとの力積と伸び率の関係

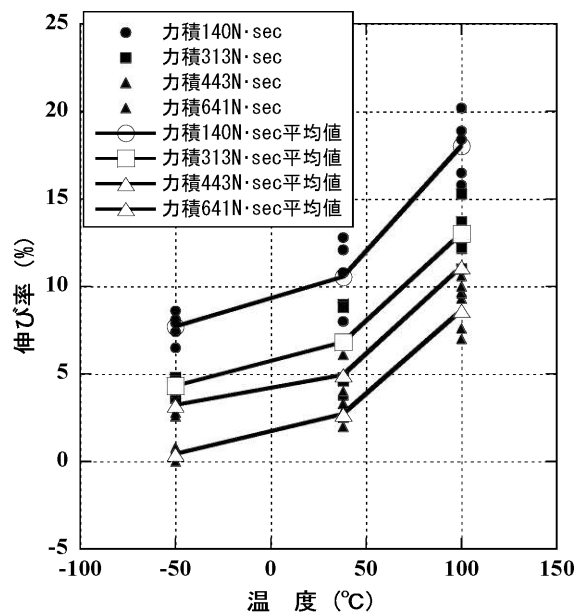


図-4 力積ごとの供試体温度と伸び率の関係

破断との関係を調べた。図-5 に力積 140N・sec および 100℃の実験条件で伸び率 20.2% の場合 (図-3 中の実験 No. 1) における 100 倍と 750 倍の SEM 画像を示す。図-6 に力積 641N・sec および -50℃の実験条件で伸び率 0% (図-3 中の実験 No. 2) の場合における 75 倍と 750 倍の SEM 画像を示す。図-5 の 750 倍の SEM 画像より延性破断の特徴であるディンプル (Dimple) パターン破面、図-6 の 750 倍の SEM 画像より脆性破断の特徴であるシェブロン (Chevron) パターン破面が観察できる。

5 まとめ

針金を用いた衝撃引張実験より、力積を増大および温度を低下させると延性破断から脆性破断に移行していく力学現象を示した。また、延性破断から脆性破断への変化を SEM による破面解析により確認できた。

参考文献

- 1) 日本建築学会・土木学会編：1995 年阪神・淡路大震災スライド集, p.31, 1995
- 2) 玉野富雄・金岡正信：地震時衝撃上下動による基礎杭破壊形態とモルタルを用いた基礎的衝撃実験, 材料, Vol.54, No.11, pp.1135-1140, 2005
- 3) Tamano, T. et al.: Crack Propagation Velocity of Granite by Impact Splitting Tests, Proceedings of the 17th International Conference on SMGE, ISSMGE, pp.356-359, 2009
- 4) 北川・小寺沢共編：フラクトグラフィ, 培風館, 1977

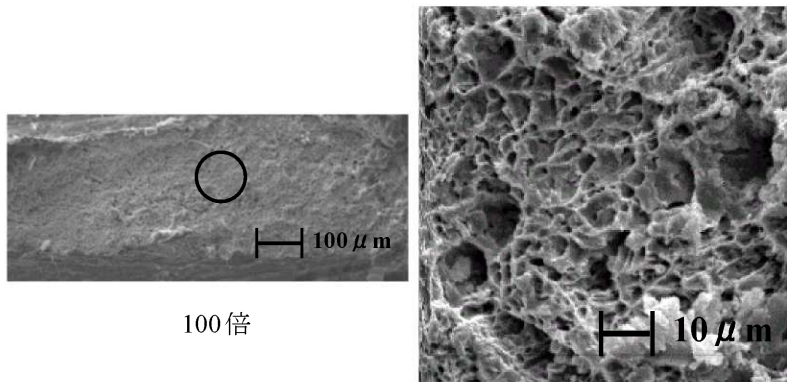


図-5 図-3 中の実験 No.1 での破面 (伸び率 20.2%)

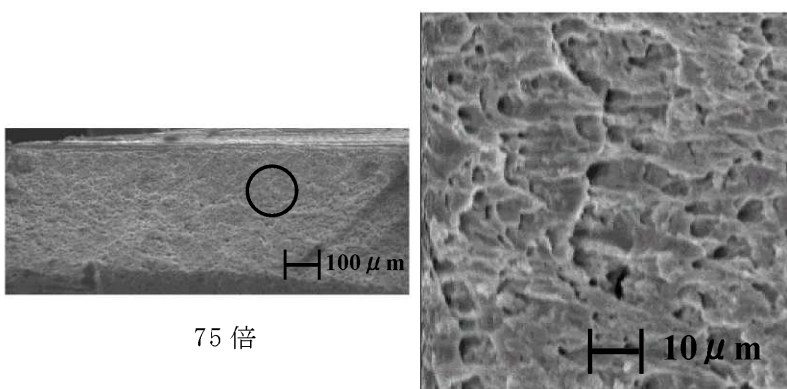


図-6 図-3 中の実験 No.2 での破面 (伸び率 0%)