

防護柵に用いられる部材のひずみ速度効果

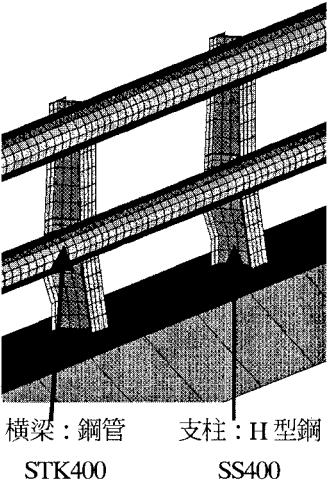
名古屋大学大学院
名古屋大学理工科学総合研究センター
名古屋大学理工科学総合研究センター

学生会員 宇佐見 康一
フェロー会員 伊藤 義人
正会員 貝沼 重信

1. はじめに

平成11年4月以降に設置される防護柵を対象とした防護柵の設置基準¹⁾では、鋼材 SS400・STK400 やアルミニウム合金 A6061S-T6 などが防護柵の使用材料として明記された。防護柵に関する既往の研究では車両衝突時の、ひずみ速度依存性は鋼製防護柵の場合は影響があり、アルミニウム合金の場合はほとんど影響が無いことが確認されている²⁾。また、鋼材のひずみ速度効果に関する既往の研究には、文献3),4) などがあるが研究成果は必ずしも一致していない。

そこで本研究では、図-1 に示すような橋梁防護柵の支柱に用いられる一般構造用圧延鋼材 SS400 と、横梁に用いられる一般構造用炭鋼管 STK400 を対象にひずみ速度効果を実験的に求め、実車衝突シミュレーションのパラメータとして使用する。なお、STK400 に関しては鋼管に加工する際の塑性変形がひずみ速度効果に与える影響を検証するために、鋼管に加工する前の原版についても実験を行う。



2. 実験方法

試験には動的能力±500kN の電気油圧サーボ式材料試験機(MTS 社製)を用いた。試験機の制御にはデジタル制御ソフト(Test Star II)を用い、計測は動的ひずみ計測器（東京測器社製 DRA101A）を用いた。

試験片は SS400 および STK400 の原版からは JIS5 号試験片を製作し、STK400 の鋼管からは JIS12 号試験片を製作した。試験片の寸法は JIS5 号試験片、12 号試験片ともに、図-2 に示すように平行部 60mm、幅 25mm とした。ひずみゲージは、ゲージ長 5mm の塑性域用を用い、150,000~200,000μ の測定が可能である。ひずみゲージは縦ひずみと横ひずみを測定するため、試験片の表裏面にそれぞれ3枚ずつ合計6枚を図-3 に示す位置に貼付した。試験片片側の側面に設置した伸び計(最大測定可能ひずみ：40,000μ) の測定間距離は 25mm である。

ひずみ速度は、ストローク変位速度を一定に制御することによって制御した。ストロークの変位を平行部の長さで除した値がひずみであると仮定すると、ひずみ速度は次式のようになる。

$$\dot{\epsilon} = V / L \quad \text{————— (1)}$$

ここで、 $\dot{\epsilon}$: ひずみ速度(1/s)
V : ストローク変位速度(mm/s)
L : 平行部の長さ(mm)

試験片は、ひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ を $1 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-1}$ (1/s) まで5段階のひずみ速度に分けて各3片ずつ用意した。また、ひずみ速度 1×10^{-5} (1/s) の実験に対しては、途中で何度かストローク変位を停止させ、静的な実験結果を測定し、測定結果から降伏点、引張強度、ヤング率、ポアソン比、伸び、しぼりなど材料定数を求めひずみ速度効果の確認をした。

3. 実験結果

図-3 に引張試験結果から得られた降伏点を静的実験結果で除した動的応答倍率を示す。ここで降伏点とは、SS400

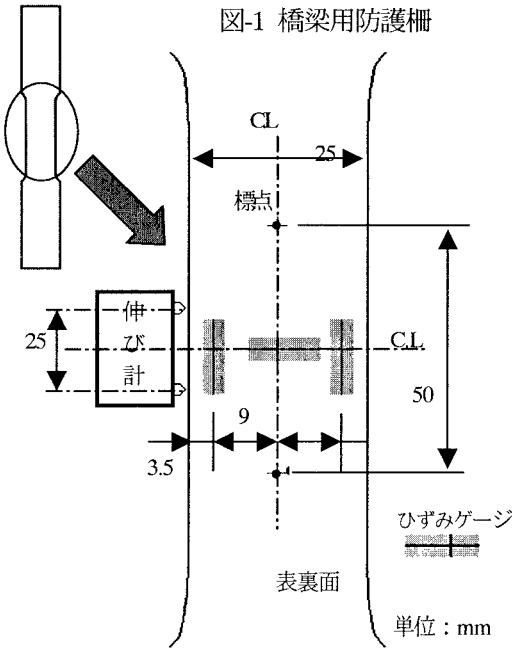


図-1 ひずみゲージの貼付位置
および伸び計の設置位置

および STK400 の原版に対しては降伏点, STK400 の鋼管については 0.2% オフセット法による耐力のことである。また, 図 4 に引張試験結果から得られた引張強度を静的実験結果で除した動的応答倍率を示す。図中の破線は最小二乗法によって回帰した対数関数である。

図 3 に示すように降伏点の動的応答倍率は(a), (b)についてはほぼ同様の傾向を示しているが, (c)のみが傾きが 50% 程度小さくなっている。したがって, 降伏点のひずみ速度効果は同程度の強度の鋼材ではあまり相違がなく, 塑性加工によって小さくなるものと考えられる。

図 4 に示すように引張強度の動的応答倍率は(a), (b), (c)についてはほぼ同様の傾向を示している。また, 引張強度の動的応答倍率を降伏点の動的応答倍率と比較すると(a), (b)については傾きが小さくなっており, (c)についてはあまり変化がない。

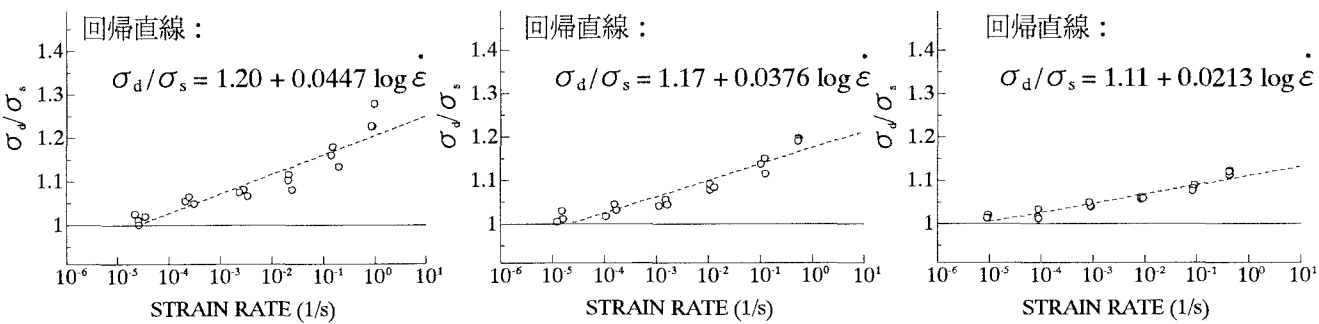


図-3 降伏点の動的応答倍率

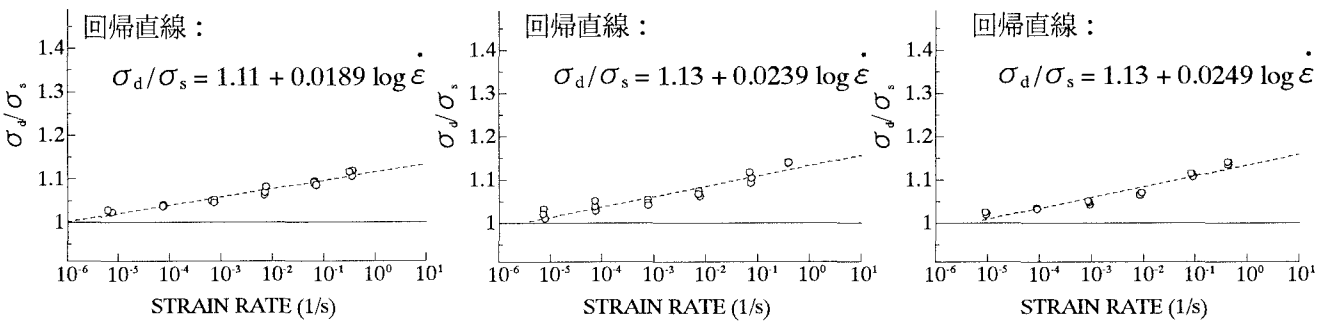


図-4 引張強度の動的応答倍率

4. 今後の課題

今後の課題としては, 文献 2) などで行われた鋼製防護柵への車両衝突解析を対象に, 実験結果をパラメータとして用い, より精度の高い解析を行うことである。

謝辞 試験片作成にあたって日本鋼管株式会社の勝谷氏に多大なる御協力をいただいた。また, 本研究の一部は, 平成 11 年度文部省科学研究費補助金基盤研究(B)(2)の補助金を用いて実施した。ここに, 感謝の意を表します。

参考文献 1) 社団法人 日本道路協会: 防護柵の設置基準・同解説, 丸善, 1998. 2) Y. Itoh, K. Usami, M. Sugie, and C. Liu: Numerical analyses on impact performance of steel and aluminum alloy bridge guard fences, WITPRESS, Structures Under Shock and Impact IV, pp385-394. 3) 谷村真真二: 広いひずみ速度域を対象とし各種材料グループに適用し得る実用構成式について, 日本材料学会・第 6 回 材料の衝撃シンポジウム, 1999. 4) 高橋芳彦, 大野友則, 太田俊昭, 日野伸一: 衝撃荷重を受ける鉄筋コンクリートはりの弾塑性挙動に及ぼす材料のひずみ速度効果, 構造工学論文集, Vol.37A, pp.1567-1580, 1991.