

日本工営(株) 正会員○埴原強 中津井邦喜
東京都下水道局 伊東三夫 中坪雄二

1. はじめに

下水道管渠の劣化度実態調査によると、管渠のひび割れ、破損あるいは鉄筋露出などの管渠老朽化現象が少なからず報告され、中には設計論からみると不健全管渠と見なせる構造の存在も報告されている。しかし一方では、こうした管渠でも、下水道管渠施設として十分に機能を果たしているのも実情である。これら老朽管渠の維持補修や、管渠更新のための再構築の時期を的確に判断して、計画的かつ実用性のある今後の下水道事業を行ってゆくには、老朽化した管渠部材の終局耐荷力の評価が必須である。供用中の実物老朽管渠を用いた調査は困難なため、著者らは下水道管渠の老朽状況を人工的に模擬再現したRC梁部材の曲げ試験を行い、老朽状態に応じた破壊機構及び終局耐荷力の比較資料をまとめた。

2. 実験方法

図-1に管渠部材の老朽部材を考慮したRC梁部材供試体の模式図を示す。埋設条件や荷重条件から考えて老朽管渠の中では同図に示すような蓋掛渠に最も注意する必要があると考え、蓋掛構造の上床版を想定した供試体を作製した。土被りがほとんど無い蓋掛渠（昔は開渠だったもの）では、上床版の直上に直接舗装が施工されていることもあるため、アスファルトを舗装（都55型舗装）したケース（特殊0、I、II）も考慮に入れた。載荷は図-2に示すようにコンクリートの曲げ強度試験方法（JIS A 1106）に準じた方法で変位制御により実施した。

供試体作製に用いたコンクリートは、レディミックスコンクリート呼び強度21N/mm²、スランプ120mm、空気量4.5%、粗骨材最大寸法20mmのものを使用した。計測項目としては、鉄筋ひずみ、たわみ量、ひび割れ開口幅、コンクリートひずみ、アスファルトとコンクリート境界面の変位量（特殊ケースの場合）、ひび割れの進行状況等である。

3. 実験結果

各ケース3供試体ずつ計24本の曲げ試験を行った。供試体の基本物性試験結果から得られた供試体の平均的な物性を表-1に示す。

計測結果の一部として、図-3にダメージ0、2及び特殊0の荷重と鉄筋ひずみの関係、図-4に荷重とたわみ量の関係を示す。図-3よりひび割れ荷重は、当然のことながら、供試体部材厚が大きい程大きい。したがって、舗装が上床版と一体化している場合には、ひび割れ荷重に対して有利とな

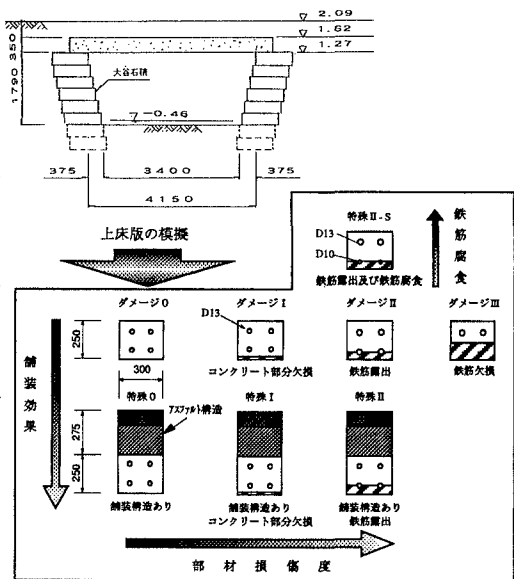


図-1 老朽状態を考慮した供試体

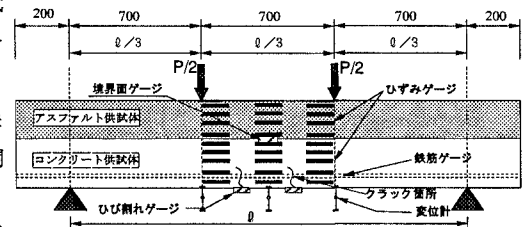


図-2 試験方法

下水道管渠、耐荷力、老朽化、維持・管理

〒102 千代田区麹町5-4 日本工営(株) 都市土木部 TEL:03-3238-8353 FAX:03-3238-8379

る。一方、鉄筋降伏荷重は、ダメージ0、2についてはほぼ同荷重であるため、上床版曲げ引張鉄筋の被り部分の部材損傷は、終局耐力に直接的には寄与しない（ただし実際は、被りコンクリートが損傷すると鉄筋付着力の減少や鉄筋腐食を誘発する現象へと進展する）。アスファルト舗装のある特殊0の引張鉄筋挙動（グラフの勾配）はダメージ0とほぼ同様である。ただしダメージ0、2が約5200kgfで鉄筋降伏を生じているのに対し、特殊0ではアスファルト効果のため鉄筋降伏荷重が増加している。たわみ量に関しても特殊0はデータがばらついていてるもののたわみ量の増加傾向（グラフの勾配）はダメージ0とほぼ同様である。すなわち、舗装効果は部材厚の増加に起因するひび割れ荷重や、終局荷重の増加には寄与するが、鉄筋降伏までの剛性は舗装のない場合と大差ない。

図-5に実験結果より得られた管渠老朽状態と終局耐力力の関係を示す。縦軸は健全部材（ダメージ0）の終局耐力力を1.0と正規化した比率で表してある。また、実験が実施されていない状態に対しては師ら(1977)の弾塑性解析結果¹⁾により関係図を補った。

老朽状態によって終局耐力力は低下するが、特に曲げ引張鉄筋の腐食時に激減する結果となる。また、アスファルト舗装を舗装したものは舗装による荷重分散効果が表れ、終局耐力力が増加する。本実験条件では60%増しであり、その効果は大きい。

4. まとめ

実験結果より下水管渠の終局耐力力評価に関する基本的な知見として下記が得られた。

- ・荷重増加によるひび割れやたわみ量の増加がない場合は、部材腐食により曲げ引張鉄筋（部材内面側の主鉄筋）が露出し始める直前まではほとんど耐力力の低下は無い。
- ・終局耐力力は腐食による鉄筋露出状態から急激に低下し始める。
- ・鉄筋有効断面の減少がかなり進んだ時点が当初設計時の許容応力度荷重レベル（縦軸0.32）となる。

5. 今後の課題

老朽化現象の時間的ファクターの考慮及び下水道管渠内の環境条件と老朽化進行との関係を調査し、より実際の終局耐力力評価法とする必要がある。

<参考文献> 1) 師・中野・伊東・中坪（1997）：弾性軟化モデルによる鉄筋コンクリートのひび割れ弾塑性解析，年次学術講演会V部門投稿中，

表-1 使用材料基本物性

コンクリート	圧縮強度	=215.3kgf/cm ²
	引張強度	=29.5kgf/cm ²
	ヤング率	= 2.54×10^5 kgf/cm ²
	ポアソン比	=0.186
鉄筋	降伏応力	=3570kgf/cm ²
	ヤング率	= 1.50×10^6 kgf/cm ²

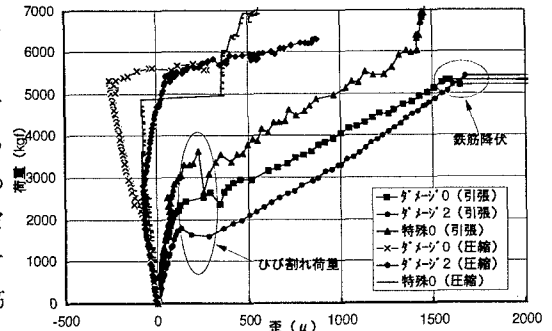


図-3 荷重と鉄筋歪みの関係

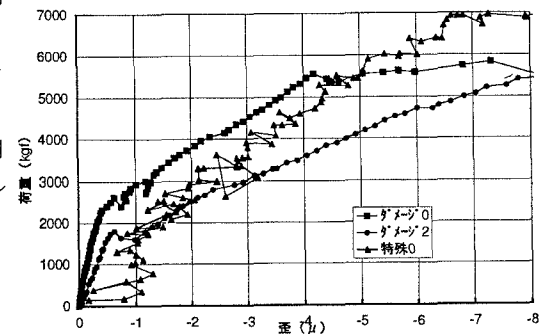


図-4 荷重とたわみ量の関係

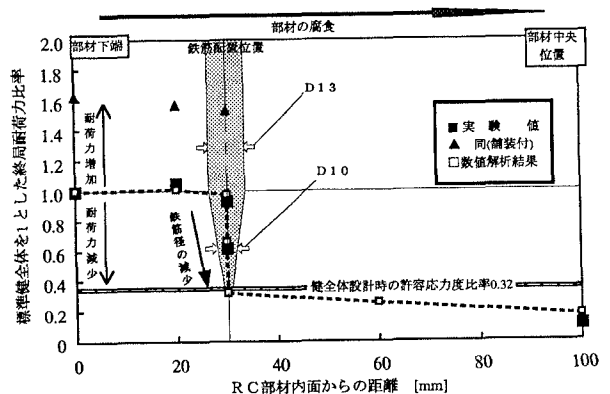


図-5 上床版厚さ（損傷状態）と終局耐力力の関係